



Parcerias Estratégicas

Edição especial

Volume 15 - Número 31 - Dezembro 2010



PARTE 3

Inovação na empresa

Investimento e inovação

Ambientes econômicos propícios à inovação

Indutores de investimento para inovação

Demandas de mercado por CT&I

Fortalecimento da P&D nas empresas

Conectores academia-empresa para inovação

O papel dos parques tecnológicos e das incubadoras de empresas

Propriedade intelectual para inovação

PARTE 4

Áreas estratégicas em ciência, tecnologia e inovação

Biotecnologia

Materiais avançados e nanotecnologia

Microeletrônica

Tecnologia da informação e comunicação (TIC)

Nuclear (P&D, atores e cadeias produtivas)

Pesquisa e desenvolvimento em saúde

Desafios da saúde

Metrologia, inovação e desenvolvimento sustentável

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Parcerias Estratégicas

Edição especial

4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
para o desenvolvimento sustentável (CNCTI)

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

ISSN 1413-9315

Parc. Estrat. | Ed. Esp. | Brasília - DF | v. 15 | n. 31 | Partes 3-4 | p. 1-388 | jul-dez 2010

Parcerias Estratégicas - Edição especial CNCTI - v.15 - n.31 - Partes 3-4 - jul-dez 2010

A Revista Parcerias Estratégicas é publicada semestralmente pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e tem por linha editorial divulgar e debater temas nas áreas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Distribuição gratuita. Tiragem: 2.000 exemplares. Disponível eletronicamente em: <http://www.cgee.org.br/parcerias>.

Editora

Tatiana de Carvalho Pires

Conselho editorial

Adriano Batista Dias (Fundaj)

Bertha Koiffmann Becker (UFRJ)

Eduardo Baumgratz Viotti (Consultor)

Evando Mirra de Paula e Silva (CGEE)

Gilda Massari (S&G Gestão Tecnológica e Ambiental/RJ)

Lauro Morhy (UnB)

Ricardo Bielschowsky (Cepal)

Ronaldo Mota Sardenberg (Anatel)

Projeto gráfico

Eduardo Oliveira | Diogo Rodrigues

Diagramação

Camila Maia | Herick Ferreira | Theo Speciale

Revisão

Anna Cristina de Araujo Rodrigues

Assessoria técnica ao projeto (CNCTI)

Frederico Nogueira | Silvana Dantas

Capa

Diogo Rodrigues

Endereço para correspondência

SCN Q. 2, Bloco A, Ed. Corporate Center, sala 1102, CEP 70712-900, Brasília – DF, telefones: (61) 3424.9666, email: editoria@cgee.org.br

Indexada em: Latindex; EBSCO publishing; bibliotecas internacionais das instituições: Michigan University, Maryland University; Université du Québec; Swinburne University of Technology; Delaware State University; National Defense University; San Jose State University; University of Wisconsin-Whitewater. Qualificada no Qualis/Capes.

Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos • v. 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. 15 n. 31 (jul-dez 2010)
Semestral
ISSN1413-9375

1. Política e governo - Brasil 2. Inovação tecnológica 1. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. n. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CDU 323.6(81)(05)

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) é uma associação civil sem fins lucrativos e de interesse público, qualificada como Organização Social pelo executivo brasileiro, sob a supervisão do Ministério da Ciência e Tecnologia. Constitui-se em instituição de referência para o suporte contínuo aos processos de tomada de decisão sobre políticas e programas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). A atuação do Centro está concentrada nas áreas de prospecção, avaliação estratégica, informação e difusão do conhecimento.

Presidenta

Lucia Carvalho Pinto de Melo

Diretor executivo

Marcio de Miranda Santos

Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvao

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Conselho de Administração CGEE

Marco Antônio Raupp (Presidente)

Alysson Paolinelli (CNA)

Carlos A. Aragão de Carvalho Filho (Cnpq)

Carlos Alberto Ribeiro de Xavier (MEC)

Carlos Américo Pacheco (Repres. dos associados)

Clemente Ganz Lúcio (Dieese)

Edson Fermann (Sebrae)

Eduardo Moacyr Krieger (ABC)

Francelino Lamy de Miranda Grando (MDIC)

Guilherme Ary Plonski (Anprotec)

Isa Assef dos Santos (Abipti)

Jorge Luis Nicolas Audy (Foprop)

Rafael Lucchesi (Cni)

Luis Manuel Rebelo Fernandes (Finep)

Luiz Antonio Rodrigues Elias (MCT)

Maria Angela do Rego Barros (Anpei)

Mario Neto Borges (Confap)

Renê Teixeira Barreira(Consecti)

Esta edição da revista Parcerias Estratégicas corresponde a uma das metas do Contrato de Gestão CGEE/MCT/2010.

Parcerias Estratégicas não se responsabiliza por ideias emitidas em artigos assinados. É permitida a reprodução e armazenamento dos textos desde que citada a fonte.

Impresso em 2010

4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento sustentável (CNCTI)

Secretário geral da CNCTI

Luiz Davidovich

Comissão Organizadora

ABC – Academia Brasileira de Ciências
ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
Abipti – Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica
Abong – Associação Brasileira de Organizações Não-Governamentais
Abruem - Associação Brasileira dos Reitores das Universidades Estaduais e Municipais
Andifes - Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior
Anpei - Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras
ANPG – Ass. Nacional dos Pós-Graduandos
Anprotec - Associação Nacional de Ent. Promotoras de Empreendimentos Inovadores
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCTCI (Câmara dos Deputados) - Comissão de Ciência, Tecnologia, Comunicação e Informática
CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CCT/MCT - Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia
CNI - Confederação Nacional da Indústria
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Confap – Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa
Consecti – Conselho Nacional de Secretários para Assuntos de CT&I
Cruesp – Conselho de Reitores das Universidades Estaduais Paulistas
Dieese – Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos
Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Finep - Financiadora de Estudos e Projetos
Fortec – Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia
Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia
Fórum Nacional dos Secretários Municipais da Área de CT&I
Foprop - Fórum de Pró-Reitores de Pesquisa e de Pós-Graduação das IES
MBC - Movimento Brasil Competitivo
MC - Ministério das Comunicações
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MD - Ministério da Defesa
MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDS - Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome
MEC - Ministério da Educação
MinC - Ministério da Cultura
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MME - Ministério de Minas e Energia
MRE - Ministério das Relações Exteriores
Ministério da Saúde
Petrobras/Cenpes
RTS – Rede de Tecnologia Social
Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas
Senado Federal
Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
UNE – União Nacional dos Estudantes
Unesco – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Comissão Executiva

Alberto Peveratti (CONSECTI)
Ana Lúcia Gabas (MCT/GABIM)
Antonio Carlos Pavão (UFPE e ABCMC)
Augusto Chagas (UNE)
Carlos Oiti Berbet (MCT/SCUP)
Edgar Piccino (Casa Brasil)
Fernando Rizzo (CGEE)
Glaucius Oliva (CNPq)
Gustavo Balduino (Andifes)
Ildeu de Castro Moreira (MCT/SECIS)
João Fernando Gomes (IPT)
João Sergio Cordeiro (UFSCar)
José Reinaldo Silva (USP)
Léa Contier de Freitas (MCT/SEXEC)
Luiz Davidovich (UFRJ)
Marcio Wohlers (IPEA)
Marcos Formiga (SENAI)
Maria Aparecida S. Neves (FINEP)
Mariano Laplane (Unicamp)
Marilene Corrêa da Silva Freitas (UEA)
Marylin Nogueira Peixoto (MCT/SEPIN)
Matheus Saldanha (UFSM)
Paulo José Peret de Santana (MCT/SEPED)
Rafael Lucchesi (CNI)
Reinaldo D. Ferraz de Souza (MCT/SETEC)
Ricardo Galvão (CBPF)
Wanderley de Souza (Inmetro)

Conselho Consultivo

Carlos Américo Pacheco (Instituto de Economia da Unicamp)
Carlos Henrique Brito Cruz (Fapesp)
Carlos Tadeu Fraga (Petrobras)
Celso Pinto de Melo (UFPE)
Glaucio Antônio Truzzi Arbix (USP)
José Ivonildo do Rêgo (UFRN)
Jacob Palis Júnior (ABC)
João Carlos Ferraz (BNDES)
José Eduardo Cassiolato (Instituto de Economia da UFRJ)
José Ellis Ripper Filho (Asga)
Márcio Pochmann (Ipea)
Marco Antonio Raupp (SBPC)
Mariano Laplane (Instituto de Economia da Unicamp)
Pedro Passos (Natura)
Pedro Wonctschowski (Grupo Ultra)
Sílvio Romero de Lemos Meira (C.E.S.A.R)
Tania Bacelar (Ceplan)

Equipe Técnica do CGEE

Fernando Rizzo (Supervisão)
Frederico Toscano Barreto Nogueira (Coordenação)
Silvana M. Alves Dantas (Assessora)

Sumário

PARTE 3 INOVAÇÃO NA EMPRESA

Investimento e inovação

17 Estratégia tecnológica da Petrobras
| Carlos Tadeu da Costa Fraga |

27 Relatório do seminário preparatório "Investimento e
inovação"
| Jorge Luis Nicolas Audy |

37 Relatório da sessão "Investimento e inovação"
| Jorge Luis Nicolas Audy |

43 Ciência, tecnologia e inovação e os trabalhadores
| Clemente Ganz Lúcio | Paulo Jager |

Ambientes econômicos propícios à inovação

67 A inovação no Brasil: uma contribuição para o seu
desenvolvimento
| Pedro Wongtschowski |

Indutores de investimento para inovação

75 Mecanismos de apoio à Inovação no Brasil: uma
breve nota crítica
| José Eduardo Cassiolato |

83 Inovação tecnológica e indústria aeronáutica
| Emilio K. Matsuo |

95 Relatório da sessão "Indutores de investimento para
inovação"
| Júlio Cesar Ramundo |

Demandas de mercado por CT&I

103 Competitividade por meio de alianças estratégicas
| Guilherme Marco de Lima |

107 A internacionalização da inovação empresarial
brasileira
| Flavio Grynszpan |

Fortalecimento da P&D nas empresas

127 Desenvolvimento com base em inovação:
oportunidades para o Brasil e implicações de política
| Cláudio Figueiredo Coelho Leal |

133 Relatório da sessão "Fortalecimento da P&D nas
empresas"
| Maria Angela do Rego Barros |

Conectores academia-empresa para inovação

- 139 Atuação do Cetene como conector academia-empresa para a inovação
| José Fernando Thomé Jucá | Roberta Medeiros de Souza Cavalcanti | André Galembeck | Renata Freitas de Araújo |
-

- 143 Conectores academia-empresa para inovação
| Isa Assef dos Santos |
-

O papel dos parques tecnológicos e das incubadoras de empresas

- 153 Empreendedorismo inovador sustentável
| Guilherme Ary Plonski |
-

- 159 Relatório da sessão "O papel dos parques tecnológicos e das incubadoras de empresas"
| Ana Lúcia Vitale Torkomian |
-

Propriedade intelectual para inovação

- 171 Gestão do sistema de proteção à propriedade intelectual no Brasil: fragilidades e perspectivas
| José Matias-Pereira |
-

- 191 Propriedade intelectual para a promoção da inovação
| Luis Carlos Wanderley Lima |
-

- 199 Relatório da sessão "Propriedade intelectual para inovação"
| Denis Borges Barbosa |

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Biotecnologia

205 Biotecnologia: o Brasil e a importância em converter pesquisa em produtos comercialmente viáveis

| Luiz Eduardo da Cruz |

217 Utilização sustentável da biodiversidade vegetal brasileira na obtenção de fármacos inovadores para a indústria farmacêutica - o Modelo Extracta

| Antonio Paes de Carvalho |

221 Tecnologia do DNA recombinante e biologia sintética: opção viável para a intensificação sustentável da produção agrícola e da biodiversidade

| Elíbio Leopoldo Rech Filho |

235 Biotecnologias para o desenvolvimento sustentável da Amazônia

| Spartaco Astolfi Filho |

241 Política de Estado de ciência tecnologia e inovação para o desenvolvimento sustentável - Biotecnologia

| Luiz Antonio Barreto de Castro |

Materiais avançados e nanotecnologia

251 Nanotecnologias, produtos da agricultura
e minerais abundantes
| *Fernando Galembeck* |

259 Materiais Avançados 2010-2022
| *Fernando Rizzo* |

Microeletrônica

267 Relatório da sessão "Microeletrônica"
| *Jacobus W. Swart* |

Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

283 Desafios para o desenvolvimento das TICS no Brasil
| *Claudio Aparecido Violato* | *Claudio de Almeida Loural* |

289 Pesquisa em computação: essencial para
o avanço da CT&I
| *Virgilio Augusto Fernandes Almeida* |

Nuclear (P&D, atores e cadeias produtivas)

295 O Programa Nuclear da Marinha nos contextos nacional e internacional
| *Luciano Pagano Junior* |

301 Energia nuclear
| *Othon Luiz Pinheiro da Silva* |

Pesquisa e desenvolvimento em saúde

309 Pesquisa e desenvolvimento em saúde: o futuro de uma política setorial
| *Ogari de Castro Pacheco* |

311 A indústria farmacêutica nacional: panorama atual e desafios à luz da ação do BNDES e outros agentes
| *Pedro Palmeira Filho* |

315 Relatório da sessão "Pesquisa e desenvolvimento em saúde"
| *Carlos Augusto Graboiz Gadelha* |

323 Contribuição para a 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - documento institucional.
| *Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz)* |

Desafios da saúde

335 Num Sistema Universal de Saúde como o SUS:
inovação é acesso
| *José da Rocha Carvalho* |

343 Desafios da saúde: fármacos, vacinas
e reagentes para diagnósticos
| *Nelson Brasil de Oliveira* |

351 Relatório da sessão "Desafios da saúde"
| *Herman Chaimovich Guralnik* |

Metrologia, inovação e desenvolvimento sustentável

355 Metrologia: pilar da inovação
| *Humberto S. Brandi* | *Taynah L. Souza* |

379 Relatório da sessão "Metrologia, inovação e
desenvolvimento sustentável"
| *Odilon Marcuzzo do Canto* |

385 Relatório adicional da sessão "Metrologia, inovação
e desenvolvimento sustentável"
| *Ana Maria Pereira* |

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

Investimento e inovação

Estratégia tecnológica Petrobras

Carlos Tadeu da Costa Fraga¹

1. Introdução

Como maior empresa brasileira e uma das principais do mundo nas áreas em que atua, a Petrobras tem uma visão clara da relevância da inovação para o seu negócio. O sucesso da Petrobras ao longo da sua história, comprovado pelos robustos resultados da companhia demonstrados em alguns números no decorrer deste artigo, deve muito a uma cultura de inovação enraizada na empresa e partilhada, como um valor, por sua força de trabalho. Desde os seus primeiros passos, a Petrobras precisou desbravar fronteiras desconhecidas e viabilizar soluções inovadoras para obstáculos até então intransponíveis – como mostra, por exemplo, a trajetória da companhia na exploração e produção de petróleo e gás em águas profundas, que nos levou a um incontestado reconhecimento internacional pela contribuição tecnológica para a indústria *offshore* mundial. Assim, ao participar da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, esperamos enriquecer este importante debate nacional com a experiência singular desta companhia.

Esta cultura de inovação sempre foi fomentada e mantida dentro da empresa pelo seu centro de pesquisas. Em 1963, dez anos depois da criação da Petrobras, comprovando uma visão de longo alcance, a companhia criou o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes), com o papel de antecipar e prover as soluções tecnológicas necessárias aos negócios da Petrobras, impulsionando o crescimento da companhia no cenário da energia mundial. Tal busca de soluções é intrínseca à cultura da empresa, que tem como característica o foco

¹ Gerente-Executivo do Cenpes/Petrobras.

em resultados. Assim, na Petrobras, a inovação é um meio para a superação de obstáculos tecnológicos presentes para a consecução de metas de negócio – metas estas que, historicamente, mostram elevado grau de ousadia.

Essa estratégia, calcada na inovação e na tecnologia como diferencial nos negócios, tem sido um dos pilares de sustentação de resultados importantes e consistentes para a empresa, comprovados em números, por exemplo, conforme a Tabela 1.

	2000	2009	
Reservas de óleo e gás	10,4	14,9	bilhões de boe ² (critério SPE) ³
Produção	1566	2526	mil boe/d
Investimento total	3,6	35,1	bilhões de US\$
Valor de mercado	26	199	bilhões de US\$

Tabela 1. Evolução 2000-2009 Petrobras

Em quase dez anos, a Petrobras obteve um aumento considerável de suas reservas, saltando para os atuais 14,9 bilhões de barris de óleo equivalente em 2009, número que pode crescer significativamente, uma vez que ainda estamos estimando com mais objetividade as reservas do pré-sal. O crescimento da companhia também pode ser comprovado pelos nossos números de produção e de valor de mercado. E para crescer ainda mais nos próximos anos, a Petrobras tem um dos mais robustos planos de negócio do país e do setor. Somente em 2009, investimos cerca de US\$ 35 bilhões. Sustentado por um portfólio de oportunidades muito atraentes, o plano de negócios da Petrobras prevê investimentos de cerca de US\$ 45 bilhões para 2010, sendo que a maior parte será destinada às áreas de exploração e produção, com investimentos significativos também na área de refino. A Petrobras estima investir US\$ 174,4 bilhões entre 2009 e 2013.

Tal plano só é viável porque está suportado por estratégia tecnológica coerente, direcionada pelas metas de negócio, e embasado por uma competência tecnológica já formada e reconhecida, com forte investimento em geração e, acima de tudo, em aplicação de conhecimento. Temos a convicção de que a inovação é o único caminho para o sucesso num ambiente altamente competitivo como o que vivemos hoje.

2 Forma de expressar volumes de petróleo e gás natural na mesma unidade de medida (barris) pela conversão do gás nacional à taxa de 1.000 m³ de gás para 1 m³ de petróleo.

3 Critério de avaliação e classificação das reservas provadas de petróleo, segundo a Society of Petroleum Engineers e World Petroleum Council (SPE/WPC)

2. Princípios norteadores da gestão tecnológica na Petrobras

A inovação, na Petrobras, é entendida como aplicação prática do conhecimento gerado, para que esse conhecimento se traduza em resultados positivos para o negócio da companhia. Para garantir essa aplicação prática, a Petrobras orienta-se por quatro princípios que balizam a gestão da carteira de projetos de pesquisa, a saber:

- Alto alinhamento com os negócios e foco em resultados;
- Implementação de soluções tecnológicas;
- Integração com parceiros em tecnologia;
- Construção de capacidade local.

O primeiro princípio é o alto alinhamento e foco. As carteiras de projetos de pesquisa são formadas a partir de um desdobramento do planejamento estratégico e do plano de negócios da companhia, de forma que cada projeto esteja voltado para oferecer soluções que suportem uma ou mais metas de negócios e que, no conjunto, essas carteiras suportem os objetivos que a companhia precisa atingir. O segundo princípio, consequência direta do primeiro, é o foco na implementação. Nossos projetos de pesquisa têm metas objetivas com prazos acordados com as diversas áreas da empresa. Tudo que é feito tem dia e hora para terminar. Se um projeto de pesquisa sofrer atraso, certamente isso não será gratuito e poderá repercutir, por exemplo, num atraso no empreendimento do pré-sal ou de uma grande refinaria. Por isso, metas e prazos são imprescindíveis e a atividade de pesquisa & desenvolvimento é estruturada a partir dessa premissa.

A integração é o nosso terceiro princípio. É parte da cultura da empresa a articulação com diversos atores – fornecedores, universidades e até mesmo com outras grandes empresas do setor petróleo – para o alcance das suas metas tecnológicas. A Petrobras acredita e investe nesse trabalho cooperativo, por perceber que a cooperação acelera os resultados e traz benefícios para toda a cadeia. Por fim, adotamos também o princípio da construção da capacidade local. A Petrobras é hoje a empresa que mais investe em ciência e tecnologia no Brasil. Só no ano passado foram cerca de R\$ 400 milhões direcionados a universidades e institutos de pesquisa nacionais, parceiros da Petrobras na construção de infraestrutura experimental, na qualificação de técnicos e pesquisadores e no desenvolvimento de projetos de pesquisa. Ao construir capacidade nacional na área de inovação, a Petrobras não só estimula o setor de ciência e tecnologia nacional como também se beneficia diretamente com isso, seja na formação de recursos humanos ou em resultados com mais qualidade e velocidade em projetos de pesquisa conjuntos.

3. Recursos fundamentais para inovação: pessoas qualificadas, recursos financeiros e infraestrutura experimental

Para viabilizar nossa agenda tecnológica, dispomos de três recursos fundamentais: pessoas, recursos financeiros e infraestrutura experimental.

3.1. Pessoas

Hoje, no Cenpes, temos cerca de 1.600 empregados próprios trabalhando com dedicação exclusiva à inovação. Segundo nossa classificação interna, aproximadamente 800 são pesquisadores e cerca de 300 são engenheiros atuando na atividade de engenharia básica, responsáveis pelos primeiros estágios de projeto de grandes empreendimentos. Este é um arranjo genuíno e singular, pois são poucas as empresas de petróleo que têm seu grupo de engenharia básica dentro do centro de pesquisas, o que aproxima os projetistas dos pesquisadores, facilitando a aplicação de inovações tecnológicas nos projetos de engenharia da companhia. O Cenpes também conta com cerca de 500 técnicos operando e mantendo instalações experimentais nos seus diversos postos, desde laboratórios tradicionais até plantas experimentais semi-industriais, algumas delas localizadas dentro das instalações produtivas da companhia, o que também aproxima o desenvolvimento tecnológico da aplicação prática.

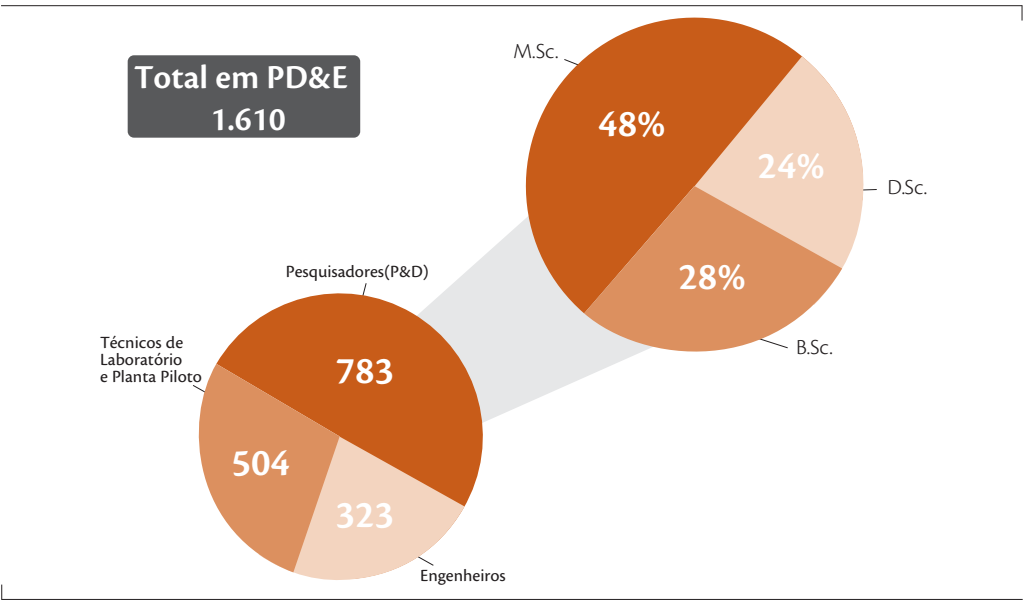


Figura 1. Perfil da força de trabalho do Cenpes.

Além disso, em função das nossas parcerias com universidades e institutos de pesquisa brasileiros, temos, para cada pesquisador do Cenpes, em torno de 10 pesquisadores trabalhando em projetos de nosso interesse na academia brasileira, conforme estudo recente ainda a ser publicado pelo IPEA.

O nível de qualificação de funcionários da Petrobras que trabalham diretamente com pesquisa & desenvolvimento é bastante alto. Quase metade de nossos pesquisadores são mestres e cerca de um quarto são doutores. O desenvolvimento acadêmico de nossos pesquisadores é encorajado pela empresa, que conta com uma estratégia estruturada de treinamento, que inclui uma universidade corporativa, além de programas de qualificação em respeitadas instituições nacionais e internacionais. A empresa investe hoje, mais do que em qualquer outro momento da sua história, na capacitação desse pessoal, de forma a garantir a obtenção de qualificação de pós-graduação da forma mais rápida possível.

3.2. Recursos financeiros

Não é apenas a qualificação do nosso pessoal que cresce. Os recursos financeiros destinados a pesquisa & desenvolvimento na Petrobras também se tornaram mais volumosos, especialmente nos últimos cinco anos. Esse crescimento acompanha o aumento dos investimentos da empresa. Na medida em que a companhia passou a ter um número maior de projetos industriais, cresceram também seus desafios tecnológicos.

Entre 2007 e 2009, foram investidos U\$ 2,5 bilhões em pesquisa e desenvolvimento. Deste montante, cerca de 59% foram destinados às atividades de exploração e produção. Em torno de 21%, às novas tecnologias de processos de transformação, refino e petroquímica. É importante destacar o investimento de 4% em biocombustíveis – essa fatia pode parecer pequena em termos percentuais quando comparada às demais áreas da empresa, mas é elevada em valores absolutos – cerca de R\$ 130 milhões só em 2009 – o que torna a Petrobras um dos dez maiores investidores em pesquisa & desenvolvimento na área de biocombustíveis do mundo hoje. Destaco também a parcela significativa de pesquisas dedicadas ao meio ambiente, que se concentram principalmente nas áreas de gestão de emissões e gestão de recursos hídricos. Além disso, a Petrobras tem figurado sistematicamente, nos últimos anos, entre os cinco maiores investidores de pesquisa & desenvolvimento na área de energia no mundo, investindo em torno de 1% do nosso faturamento em pesquisa & desenvolvimento.

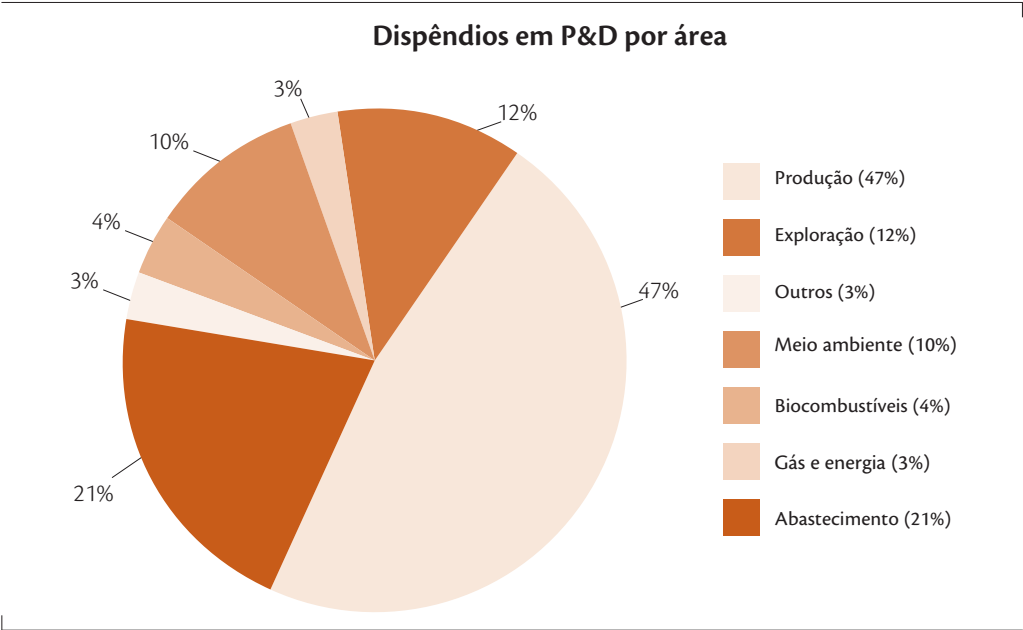


Figura 2. Dispêndios em P&D por área.

3.3. Infraestrutura experimental

Por fim, a infraestrutura experimental de que dispomos hoje é também um recurso fundamental para realizarmos nossa estratégia tecnológica. Atualmente, estamos duplicando o espaço físico do Cenpes, que ganhará mais 183 mil m2, tornando-se um dos maiores complexos de pesquisa aplicada do mundo. Ao todo, serão 227 laboratórios destinados a atender às demandas tecnológicas das diversas áreas de negócio da Petrobras, com destaque para os laboratórios de biotecnologia, meio ambiente e gás & energia. A ampliação também contará com modernos laboratórios para atender exclusivamente às demandas do pré-sal. Hoje, o Cenpes tem 30 unidades pilotos e 137 laboratórios em uma área de 122 mil m2.

Além das instalações do Cenpes, a Petrobras também conta com plantas experimentais de porte semi-industrial em vários estados brasileiros, sempre integradas às unidades industriais da Petrobras (ver Figura 3).

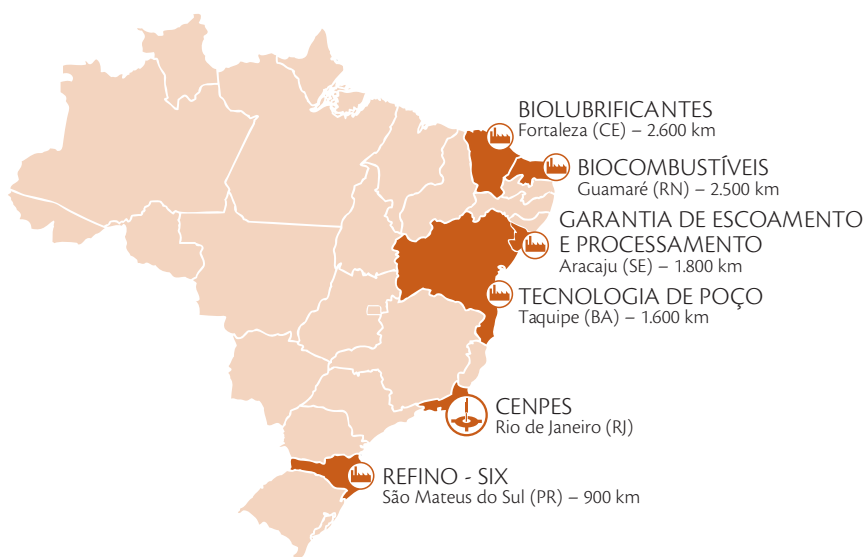


Figura 3. Instalações de P&D da Petrobras

4. Importância das parcerias

Esta capacidade experimental, para a Petrobras, vai muito além de suas próprias instalações – que por si só têm um porte diferenciado. A empresa também investe consideravelmente na infraestrutura experimental das instituições parceiras – universidades e fornecedores de bens e serviços instalados no Brasil. Para nós, a relação com esses parceiros é tão estreita que é como se estivéssemos “intramuros”: compartilhamos instalações e desenvolvemos soluções em conjunto, por termos interesses e objetivos altamente alinhados com esses parceiros.

A Petrobras tem se aliado a universidades e institutos de pesquisa brasileiros para construir no Brasil uma capacidade experimental do porte dos desafios que a Petrobras deve enfrentar nos próximos anos. Considerando que não se faz pesquisa sem uma infraestrutura laboratorial de qualidade, e que a legislação vigente no Brasil no setor de petróleo e gás tem mecanismos de fomento muito atraentes para a inovação, a Petrobras tem investido alto na academia brasileira. Nos últimos três anos, a média de investimentos foi de cerca de R\$ 400 milhões, como já foi mencionado, e esses números são consistentes ano a ano.

5. Redes temáticas: modelo de sucesso para a gestão das parcerias tecnológicas da Petrobras

Para aplicar esses recursos de forma a gerar resultados diretos para a empresa, foi desenvolvida uma estratégia de investimento, que começou a tomar corpo em 2006: as chamadas redes temáticas. Nos três primeiros anos, aportamos verbas em universidades e institutos de pesquisa parceiros para construir infraestrutura adequada ao porte e à dimensão dos desafios que a empresa está enfrentando. Tais investimentos foram fundamentais para dotar o parque tecnológico nacional de infraestrutura com padrão internacional de excelência, de forma a atender às crescentes necessidades de P&D da Petrobras e de toda a cadeia produtiva do setor, que vêm atingindo patamares cada vez mais elevados. Os investimentos em projetos de pesquisa propriamente ditos, no início, eram bastante volumosos, mas tinham menor proporção do que o montante destinado à infraestrutura. Com a capacidade física instalada, hoje este perfil de investimento já é outro: muitos laboratórios já foram inaugurados e hoje conseguimos aportar, proporcionalmente, mais dinheiro diretamente em projetos de pesquisa e formação de recursos humanos, pois já contamos com a infraestrutura necessária para sua execução.

Cabe ressaltar que a área laboratorial construída por meio dessa estratégia nas universidades brasileiras já é cerca de quatro vezes a área existente do Cenpes. Este crescimento vertiginoso do parque tecnológico brasileiro só foi possível graças a uma forte relação institucional entre a Petrobras e as universidades. A empresa identificou 50 temas estratégicos na área de petróleo e gás e para cada tema selecionou potenciais colaboradores. Hoje, já são 114 instituições nacionais de P&D trabalhando em parceria conosco. Os investimentos feitos nas universidades, associados aos investimentos que estamos fazendo com a expansão do Cenpes, estão transformando o parque tecnológico nacional da área de óleo e gás em um dos mais bem aparelhados do mundo.

6. Maior aproximação com fornecedores

Outro movimento importante também está acontecendo, agora, envolvendo os fornecedores da Petrobras. Com o advento do pré-sal, a escala e a complexidade das demandas da Petrobras têm crescido muito. Muitos fornecedores tradicionais procuraram a Petrobras com o intuito de fazer parcerias estratégicas de longo prazo para fornecimento de bens e serviços, muitas vezes envolvendo tecnologias avançadas neste fornecimento. A empresa leva à frente algumas destas parcerias, especialmente quando há atrelada a elas uma cooperação intelectual, uma vez que muitos desses fornecedores são reconhecidos internacionalmente por sua competência tecnológica. Essas parcerias estão resultando em decisões de construção de novos centros de pesquisa

de fornecedores no país, próximos às instalações da Petrobras e de universidades parceiras, intensificando o intercâmbio de conhecimentos e experiências.

Algumas grandes empresas já anunciaram que em breve instalarão centros de pesquisa aplicada no Brasil. Atualmente, o parque tecnológico da Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) é o único que tem acordos firmados e anunciados, mas outros surgirão ao longo deste e dos próximos anos. Já há confirmação da Schlumberger, um dos maiores fornecedores de serviços especializados na área de exploração e produção do mundo; da Baker Hughes, concorrente importante da Schlumberger, também parceira da Petrobras há muitos anos, ambas com altíssima capacidade de investimento em tecnologia; e da FMC Technologies, que é o maior fabricante de equipamentos marítimos para produção de petróleo no mundo. A Usiminas, a primeira empresa nacional a fazer esse movimento, tem interesse em desenvolver com a Petrobras pesquisas na área de materiais para o pré-sal, já tendo declarado intenção de se instalar na Cidade Universitária da UFRJ, aguardando apenas a aprovação final da universidade. Outras empresas também demonstraram interesse que, conforme já mencionado, se amplia para outros *campi* de universidades parceiras da Petrobras. Esse movimento representa uma enorme oportunidade não só para o setor petróleo, mas para diversos outros setores industriais brasileiros e principalmente para a nossa área de ciência e tecnologia.

7. Considerações finais

Todo este trabalho estruturado de fomento da inovação contribui para que a Petrobras seja reconhecida, internacionalmente, como uma das mais inovadoras empresas do setor de energia. Recentemente, a Petrobras foi considerada a quinta empresa mais admirada do setor petróleo, sendo a primeira no quesito inovação, de acordo com *ranking* da revista *Fortune*. O reconhecimento, divulgado pela revista no mês de março, provém da opinião de altos executivos de empresas de todo o mundo, além de analistas financeiros, ouvidos para a elaboração do *ranking World's Most Admired Companies*, realizado anualmente pela *Fortune*, com consultoria do *Hay Group*.

Para continuar nesta posição de liderança, a empresa pretende dar ainda mais ênfase à formação e retenção de recursos humanos nas universidades e institutos de pesquisa parceiros e à criação de novos projetos de pesquisa robustos e de longo prazo. Também pretende praticar uma maior seletividade em investimentos de infraestrutura laboratorial em universidades e institutos de pesquisa parceiros, uma vez que o parque tecnológico nacional já foi bem aparelhado nos últimos três anos, conforme mencionamos. A hora agora é de gerar conhecimento com a infraestrutura já existente. Buscamos também uma articulação internacional cada vez mais forte com universidades e institutos de pesquisa de outros países, aproximando-as das instituições brasi-

leiras de forma a aumentar o intercâmbio de conhecimento entre elas. E, por fim, pretendemos funcionar como um grande articulador entre essas instituições científicas e alguns dos nossos grandes fornecedores reconhecidos pelo diferencial tecnológico, induzindo essas empresas a se aproximar da academia, identificando interesses comuns e abrindo caminho para um desenvolvimento tecnológico cada vez mais acelerado em toda a cadeia de energia.

Sabemos que o setor de energia apresenta enormes oportunidades no campo da inovação. Existem recursos disponíveis para serem investidos, assim como um parque tecnológico que nada deixa a dever para os laboratórios no exterior. Além disso, o país – e, em particular, a Petrobras – enfrenta um conjunto de desafios tecnológicos de natureza única – como bem exemplifica o pré-sal, que reúne características geológicas não encontradas em nenhum outro lugar do mundo. É fundamental uma aproximação crescente entre a academia e o setor produtivo para que a ciência se transforme em inovação aplicada de maneira mais rápida. A 4ª Conferência Nacional de Inovação se apresenta como uma ótima oportunidade de rever políticas e redefinir estratégias de forma que ciência, tecnologia e inovação sejam vetores importantes no desenvolvimento sustentável do país.

Relatório do seminário preparatório “Investimento e inovação”

Jorge Luis Nicolas Audy¹

1. Síntese das apresentações e tópicos abordados

1.1. Abertura

Na abertura, estiveram presentes o representante da CNI, Sr. Rodrigo Loures, o Secretário-Geral da IV CNCTI, Prof. Luiz Davidovich e o Coordenador Geral do evento, Sr. Rafael Oliva, em substituição ao Sr. João Carlos Ferraz, ambos representando o BNDES.

A CNI destacou a importância da inovação para o crescimento do país, apontando a necessidade de interação entre os empresários (sendo a CNI naturalmente a catalisadora deste processo), a academia (por meio dos pesquisadores) e o governo. Em sua análise sobre o papel da academia no processo de interação, apontou que as universidades encontram-se muito desconectadas das necessidades da população e dos negócios, sendo que suas métricas de avaliação (artigos e publicações no exterior) afastam a pesquisa dos interesses locais. A inovação deve ser entendida como a transformação de ideias em valor econômico, sendo este um fenômeno essencialmente empresarial, cabendo às universidades e ao governo entender as necessidades das empresas. Neste sentido, destacou que a IV CNCTI é uma oportunidade única para haver este entendimento entre os diversos atores da sociedade e definirmos em conjunto quais as prioridades nesta área de inovação para o país. A aproximação entre estes três setores (empresas, governo e universidades) não é fácil e requer mudanças culturais fortes, sendo que o melhor alinhamento existe nos níveis estratégicos,

¹ Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e Coordenador do TECNOPUC da PUC-RS.

restando o desafio da disseminação desta integração com todos os setores envolvidos, em suas agendas setoriais e específicas.

Foi destacado também pelo representante da CNI que o financiamento hoje no Brasil é a maior barreira ao empreendedorismo e à inovação, sendo escasso e caro para os padrões internacionais de financiamento empresarial na área de inovação. Neste contexto, entende que as empresas devem participar de forma inteligente da IV CNCTI, sendo protagonistas deste processo de mudança na sociedade, pois a inovação é hoje a única forma para o crescimento do país e este crescimento deve passar pelo estado de São Paulo, pelo seu porte e importância no cenário econômico nacional.

O Secretário-Geral da IV CNCTI destacou que esta oportunidade de se obter importantes consensos sobre a área de inovação não deve ser desperdiçada pela sociedade, tendo como foco a apresentação de uma plataforma para o futuro, aumentando o protagonismo do Brasil no mundo. Devemos trabalhar na definição de objetivos audaciosos, envolvendo um conjunto de propostas para alavancar o crescimento do país nos próximos dez anos. Na sequência, apresentou a evolução das Conferências Nacionais de CT&I, seus focos centrais e realizações, apontando o foco desta conferência como sendo as contribuições da CT&I para o desenvolvimento sustentável, tanto em termos econômicos quanto sociais e ambientais.

A CNI voltou a destacar a importância de desenvolvermos no país uma competência na área de gestão da inovação, visando a um desenvolvimento homogêneo do país, com uma produção de conhecimento local, para atender às demandas das diferentes regiões brasileiras. Destacou que a sustentabilidade é mais uma questão de atitude, de capacidade para lidar com a temática da inovação e que a institucionalidade é relevante para aproveitar melhor os talentos brasileiros. O desafio de como crescer de forma sustentável passa pela maior inserção internacional e deve ter por meta mais do que dobrar o número de empresas realmente inovadoras no país, mudando um cenário onde mais de 90% não sabem ou não querem crescer, envolvem um empreendedorismo de necessidade. Esta demanda requer uma abordagem sistêmica visando implementar a mudança.

1.2. Sessão financiamento à inovação

O representante da Finep destacou que as mudanças decorrentes dos fundos setoriais e da subvenção econômica às empresas mudou muito o perfil de atuação da Finep, passando a operar, em alguns casos, como um banco e em outros como uma agência de fomento. Na sequência, apresentou o conjunto dos programas e ações da Finep na área de inovação, tais como PRIME, Subvenção Econômica, Programa Juro Zero e INOVA BRASIL, dentre outros.

O BNDES destacou a inovação como uma prioridade estratégica para o crescimento das empresas e o desenvolvimento do país, abordando as diversas políticas públicas nos últimos anos

na área econômica (PITCE, PACTI, PDP), bem como os recursos, linhas de financiamento e programas do BNDES aplicados nos últimos anos na área de inovação, apresentando o banco como um elemento importante do Sistema Nacional de Inovação.

A FIESP apresentou os aspectos considerados como os maiores obstáculos à inovação: a elevada carga tributária brasileira e os altos juros, destacando que no ano de 2008 os incentivos fiscais à inovação foram de 0,05% do PIB, enquanto a carga tributária foi de 35,8% do PIB. Foi analisado também o grau de sensibilidade das empresas com relação ao Plano de Desenvolvimento Produtivo (PDP), da ordem de 1/3 das empresas cientes e envolvidas.

Com relação aos recursos financeiros, identifica-se certa estabilidade na distribuição dos recursos próprios (+ - 80%) e públicos (+ - 8%) para inovação entre os anos de 2003 e 2010. Com relação ao porte das empresas, fica clara uma relação positiva entre porte e uso dos recursos públicos (quanto maiores as empresas, maior o uso de recursos públicos) em inovação nas empresas, sendo que os recursos específicos para P&D têm uma distribuição linear entre os recursos públicos e privados. Neste contexto, os principais problemas relacionados ao financiamento à inovação são os custos elevados dos recursos financeiros e a escassez de recursos próprios para o autofinanciamento, gerando um baixo investimento em inovação. Por outro lado, fica evidenciado que quanto menor o porte da empresa, menor o conhecimento dos mecanismos públicos sobre as linhas de créditos e programas da Finep e BNDES, ocasionando que 84% dos recursos públicos vão para as grandes empresas. A FIESP apresenta um conjunto de propostas para a conferência, centradas na questão da redução dos juros de financiamento, a redução da burocracia nas operações de financiamento e a criação de ambientes de inovação focados nas empresas.

Finalmente, o representante da Agência Dinheiro Vivo destacou a complexidade dos novos tempos, os sistemas de inovação abertos e a necessidade de maior conhecimento do ambiente, propondo a criação de um observatório para o setor. Apontou que os pesquisadores não estão atentos para o problema da inovação e as distorções do sistema de financiamento à pesquisa acadêmica, que não associa as demandas públicas com o financiamento. Abordou também aspectos relativos à gestão da inovação, à aversão ao risco e as garantias reais individuais (pessoa física) exigidas pelo sistema financeiro e a falta de um modelo de negócios que seja adequado às novas demandas.

O relator apontou alguns aspectos relevantes no tocante à inovação, com relação aos ambientes de inovação (em especial parques científicos e tecnológicos e incubadoras de EBT) e as limitações e barreiras jurídicas e legais para a inovação e a alocação de recursos nas áreas de pesquisa e desenvolvimento, citando como exemplo a atuação de órgãos de fiscalização desalinhados com as políticas de inovação nacionais e as pendências relativas à Lei da Inovação e Lei do Bem, como o PL 3558 em tramitação no Congresso Nacional.

1.3. Sessão Cenário econômico para a inovação

O representante da Secretaria de Desenvolvimento do Estado de São Paulo destacou o papel do estado como indutor do desenvolvimento regional. Foram apresentadas diversas ações do governo de São Paulo no apoio e fomento à inovação no contexto do processo de desenvolvimento do estado, com destaque para o apoio à educação, o fundo estadual de C&T (Funcet), a Fapesp, o Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (com mais de 30 projetos em análise e 13 em fase de qualificação), a Lei de Inovação paulista e o plano paulista de C&T, dentre outras ações indutoras do processo de criação de um ambiente favorável à inovação.

A CNI desenvolveu longa análise relativa à relação entre desenvolvimento econômico e inovação, sendo a inovação a chave para a competitividade das empresas e o desenvolvimento do país. Apesar do avançado marco regulatório, ainda temos um longo caminho pela frente a percorrer. Em uma visão de futuro, tendo o Brasil como a quinta economia mundial, temos como pré-requisitos para este cenário se configurar a questão da inovação e educação, ancorados no tamanho do mercado interno brasileiro e na boa estrutura científica brasileira, tanto nacional como estadual, em especial em São Paulo. A visão para o futuro do país nesta área de inovação é otimista, considerando promissores os avanços obtidos, tais como: a Lei da Inovação e do Bem; Projeto PRIME; subvenção; etc. Aponta também a necessidade de superar alguns problemas jurídicos e da importância de criar uma cultura em torno da agenda de inovação. A mobilização existente nas áreas acadêmicas, empresariais e do governo não é suficiente para superar alguns problemas sérios como a isenção fiscal na legislação somente para quem usa o critério do lucro real (somente 8% das empresas) e não lucro presumido, as garantias para os financiamentos, as incertezas jurídicas da Lei da Inovação e do Bem e os riscos fiscais futuros, bem como a falta de conhecimento de parte da indústria das oportunidades existentes na área de inovação, em especial em agências como Finep e BNDES.

Em termos de sistema nacional de inovação, é importante fortalecer a base (gestão), que é frágil e dificulta a eficiência dos instrumentos e o acesso aos serviços tecnológicos e PD&I. Neste sentido, a CNI apresenta um conjunto de sugestões para a IV CNCTI: contornar a burocracia (aumento a eficiência e eficácia do sistema); incentivos fiscais (facilitar o acesso); usar o poder de compra do governo (demanda induzida para empresas nacionais); parcerias entre Finep e BNDES; e melhorar a gestão da inovação (capacitação). Neste sentido, os principais pontos da agenda nacional de inovação da CNI são a retirada do caráter artesanal da política de inovação e ampliar a escala de atuação, com ações massivas via financiamento para empresas incorporarem a agenda de inovação, na ordem de 50% mínimo em curto prazo, criando leis complementares para incentivos fiscais agressivos nesta área.

Finalmente, o último ponto apresentado pela CNI seria uma reforma institucional ampla, tendo em vista que as instituições atuais do sistema foram concebidas em outro modelo de desenvolvimento e marco legal, quando o modelo era fechado. Esta mudança do modelo de desenvolvimento requer uma modernização do parque institucional.

1.4. Sessão pesquisa e desenvolvimento em empresas

O IPEA apresentou um amplo estudo referente ao sistema nacional de inovação, com foco especial nas empresas, analisando as líderes brasileiras e como se dá o processo de inovação. Apresentou, inicialmente, que, para ter inovação tecnológica, não precisa ter pesquisa e desenvolvimento nas empresas. Destaca que é certo que o investimento (público ou privado) acarreta inovação tecnológica. Nesta linha, indica que o crescimento da economia requer conhecimento novo e que este conhecimento pode ser endógeno, segundo o IPEA.

No estudo apresentado, o investimento em P&D não causa necessariamente desenvolvimento, pois isto somente ocorre se a inovação estiver presente neste processo. Um dos problemas da indústria brasileira é que, apesar de termos uma boa capacidade e competência, esta característica deve ser ampliada para permitir diversificação de investimentos e áreas de atuação. Mas isto tem ocorrido de forma localizada, pois as empresas com investimento significativo em P&D são fortemente associadas com o porte, fundamentadas em investimentos com recursos próprios (da ordem de 80%), o que é diferente dos principais exemplos mundiais nesta área.

Fica claro pelo estudo apresentado que as políticas públicas brasileiras na área de inovação não chegam à indústria brasileira como um todo, estando fortemente concentradas nas grandes empresas. Do núcleo das maiores indústrias brasileiras, na ordem de 1.700 empresas, aproximadamente 800 investem em P&D, sendo os principais atores presentes neste fomento a Finep, o BNDES e a Petrobras. O desafio da IV CNCTI é a definição de mecanismos que permitam que as políticas públicas cheguem para o conjunto das empresas nacionais, de todos os portes e não somente as grandes empresas.

A Embraer apresentou um compreensivo cenário da indústria mundial de aviação e o papel crítico da inovação e das parcerias (cadeia de valor) nesta indústria. Iniciou a apresentação apontando as considerações sobre o ciclo de desenvolvimento econômico e inovação entre os polos dos recursos financeiros e a tecnologia. Destacou que um dos grandes desafios são os recursos para P&D em fase pré-competitiva, com foco para aplicação em futuros programas. Destacou também o período no ciclo de inovação chamado de Vale da Morte, que requer forte apoio de financiamento para garantir o futuro desenvolvimento tecnológico.

Um dos destaques da apresentação foi a abordagem da *open innovation* e seu papel no cenário da inovação no mundo, identificando que o Brasil tem evoluído muito nesta área, tendo atingido um patamar de destaque no cenário nacional em alguns setores específicos, como o da aviação. Exemplos desta evolução apontam para o adensamento da cadeia produtiva em áreas específicas de alto valor agregado, ampliação da competitividade das empresas âncoras destas cadeias produtivas (como é o caso da Embraer na cadeia da aviação) e a vanguarda tecnológica em algumas áreas de conhecimento e empresarial. Da mesma forma, a emergência do P&D em rede foi destacada como uma das características da inovação, como é claro na área de aviação em que a Embraer atua.

Ao concluir, apresentou um conjunto de propostas para a IV CNCTI: uso do poder de compra do governo, apoio do governo no desenvolvimento de *clusters* tecnológicos, visão de longo prazo e projetos específicos e induzidos em redes de desenvolvimento coordenadas em segmentos da indústria.

A SIEMENS destacou a associação demasiada da inovação com o “fetiche” da inovação de alta tecnologia, do tipo disruptiva, enquanto a indústria brasileira é mais focada na inovação reversa ou incremental, pois a nossa sociedade não compra a alta tecnologia e a inovação pelo seu alto valor. Outro aspecto destacado foi de que a mídia não comunica adequadamente a inovação, que está muito associada à C&T e deveria ser comunicada de forma transversal na sociedade e no governo, em todos os ministérios e não somente no de C&T.

Neste sentido, segundo a Siemens, a inovação pressupõe uma estratégia por parte das empresas e do governo e apresenta uma visão otimista da área de P&D no Brasil, em especial na atração de investimentos de P&D de multinacionais. O fundamental é a empresa parar para pensar estrategicamente na área de inovação.

2. Principais questionamentos e debates

Os debates nas três sessões de trabalho contaram com a participação de diversos representantes de empresas (Brasken, Biolab, Cristalia, Brastemp, etc.), entidades da área empresarial (Federações de Indústrias de diversos Estados, Anpei, Abifina, Sebrae, Fiesp, etc.), bem como de associações acadêmicas (Anprotec e Foprop), Secretarias de Estado (Agricultura, Desenvolvimento, etc.) e movimentos organizados empresariais (MEI).

- As intervenções nas sessões de debates foram muito ricas em ideias e propostas, envolvendo os seguintes temas e propostas:

- Inverter a presença de doutores e pesquisadores entre a indústria e a academia, tendo como modelo os Estados Unidos, onde a maior parte dos doutores está nas indústrias;
- Adotar uma postura mais pragmática e focada nos problemas nacionais por parte da academia, que está muito focada na produção de ciência (artigos científicos) e pouco nas demandas da sociedade e das empresas nacionais;
- Quebrar o discurso e partir para a prática, em uma abordagem mais *learning by doing* e menos teórica;
- Dar mais atenção e apoio ao surgimento e crescimento de ambientes de inovação, tipo parques científicos e tecnológicos, que criem ambientes propícios à interação universidade-empresa-governo;
- Ampliar a mobilização da sociedade e do governo para o tema da inovação;
- Focar a gestão da inovação, ou seja, mais profissionalismo na gestão da inovação, nas empresas e no governo;
- Maior preparo das empresas para conhecer e captar recursos públicos para suporte à inovação, tanto em termos de estrutura organizacional como pessoal qualificado;
- exigências para apoio das agências de fomento na área de inovação, que reduzem o conceito de risco ao mínimo;
- Rever ações como a Lei da Inovação e do Bem, que beneficia mais quem não investe, bem como as dificuldades como as múltiplas (e diferentes) interpretações sobre estas legislações, o que gera uma instabilidade jurídica indesejada no sistema;
- Resolver o problema da descontinuidade da liberação dos recursos nos projetos de P&D, o que inviabiliza a regularidade necessária no fluxo de desenvolvimento de processos/ produtos inovadores;
- Criar um novo desafio para o meio empresarial, assim como foi a criação do PBQP no Brasil, escalonando ações sistêmicas que simplifiquem o acesso e customizem as ações aos diversos públicos-alvo (porte de empresas);
- Resolver os problemas da enorme burocracia e garantias para obter financiamentos na área de inovação;
- Desenvolver abordagens de gestão que permitam a eficácia na complexidade e diversidade de um país continental como o Brasil;
- Utilizar novas formas de comunicação, tendo por base novas mídias digitais, com foco central na Internet;

- Alinhar os setores e órgãos de fiscalização do governo (Agências de fomento, TCU, CGU, etc.), que atuam de forma desalinhada entre si e sem uma visão convergente com as novas políticas da área de inovação, o que muitas vezes inviabiliza o processo de inovação, seja nas empresas, seja nas Universidades ou centros de pesquisa;
- Desenvolver novos mecanismos que lidem adequadamente com novas abordagens na área, como a *Open Innovation* e as Redes de Cooperação;
- Estruturar em uma agenda de trabalho única que articule os diferentes mecanismos do Sistema Nacional de Inovação;
- Rever completamente a estrutura tributária do país, que desestimula o investimento de um modo geral e da inovação em particular, considerando que atual a estrutura tributária é complexa e onerosa, gerando um custo de transação elevado e com enorme instabilidade jurídica. É necessário um regime tributário que contemple a questão da inovação;
- Universidades e centros de pesquisa devem se abrir para o relacionamento com as empresas, o que requer uma grande mudança cultural no seio das universidades, ainda muito centradas nas suas próprias agendas, normalmente dissociadas das demandas da sociedade;
- Ampliar o horizonte de planejamento na área de inovação de dez para 30 anos, em função da visão estratégica de longo prazo e das mudanças culturais e estruturais necessárias, que não serão atingidas em período menor de tempo (dez anos);
- A IV CNCTI deve propiciar um ambiente plural onde os diferentes atores do sistema possam se encontrar e trocar percepções e demandas;
- O foco central quando se fala em inovação deve ser a educação, que está por trás do sucesso dos países desenvolvidos e em desenvolvimento mais destacados nesta área (Coreia do Sul, Estados Unidos, Alemanha, etc.);
- Rever a questão do investimento privado em inovação em função da elevadíssima carga tributária existente, o que inviabiliza mais recursos investidos para qualquer fim;
- Promover a inserção das entidades de classe do setor produtivo no processo de interação das pequenas e médias empresas na interação universidade-empresa-governo;
- Lançar publicações voltadas para as empresas de todos os portes (revistas, cartilhas) que apresentem as oportunidades e formas de uso de recursos disponíveis para a inovação;
- Adotar uma visão mais sistêmica do ponto de vista das empresas, com diferentes interlocutores para os diversos portes de empresas (grande, médio e pequeno porte), envolvendo a CNI, Federações de Indústria e entidades como o Sebrae;
- Implementar uma política de inovação e estudo que perpassasse diversos governos, em função do tempo requerido para apresentar os resultados esperados;

- Definir com mais clareza qual é o papel dos institutos de pesquisa no processo de interação entre a academia e as empresas;
- Vencer o desafio da escalabilidade, avançando no envolvimento das agências nacionais, regionais e municipais, ou seja, criar um verdadeiro Sistema Nacional de Inovação articulado em seus diversos níveis, desenvolvendo e incorporando modelos de gestão da inovação;
- As entidades empresariais devem colocar a agenda da inovação como tema central, gerando pressão para os governos e universidades atuarem de forma articulada de acordo com agenda empresarial nacional;
- Reforçar a inovação como componente de gestão das empresas, em todas as suas áreas de atuação e setores de gestão e não somente na área de P&D;
- Desenvolver mecanismos específicos para os *clusters* e cadeias de valor em áreas estratégicas para a indústria nacional;
- Desenvolver modelos como o do ITA e seu papel no surgimento da Embraer e da UFSC e o surgimento de empresas como a Enbraco, com processos reconhecidos de transferência de conhecimento entre o meio acadêmico e empresarial com resultados positivos para o país;
- Aprofundar o conceito de risco e seu papel no processo de inovação e financiamento no país.

As diversas contribuições apresentadas foram indicadas pelos participantes e debatidas durante o evento, representando áreas de convergência para os debates e propostas a serem analisadas durante a IV CNCTI.

3. Síntese das recomendações

Ao longo do dia de trabalho realizado na sede da CNI em São Paulo, foi possível discutir e analisar com boa profundidade os temas centrais, na visão da indústria nacional, sobre o papel da inovação na agenda empresarial. Neste contexto, importantes empresas e entidades da indústria nacional estiveram representadas no evento, bem como entidades relevantes da academia nacional na área de ciência, tecnologia e inovação. O conjunto das palestras e os debates apresentaram diversas propostas e linhas de ação a serem seguidas, conforme apresentado neste artigo nas seções 1 e 2.

- a. Em busca de uma síntese que pudesse destacar os temas centrais debatidos, na sequência apresentamos os sete pontos de reflexão que poderiam sintetizar a riqueza dos debates e contribuições desta importante jornada preparatória da IV CNCTI:
- b. Necessidade de desenvolvermos uma análise estratégica, com uma visão sistêmica, de um novo Sistema Nacional de Inovação, que articule os diversos atores públicos e privados envolvidos na área de inovação de nosso país;
- c. Existe um consenso de que a educação é a base para o processo de mudança, que deve incorporar a inovação como o driver do processo de desenvolvimento econômico, social e cultural de nosso país;
 - Os principais gargalos para a implantação desta agenda de inovação no Brasil envolvem principalmente os seguintes aspectos:
 - Mudança cultural nas três esferas de articulação: governo, empresa e universidades;
 - Financiamentos para a área de inovação são caros e escassos para o porte do país;
 - Uso do poder de compra pelo governo para o desenvolvimento de áreas estratégicas para o país;
 - Redução da enorme burocracia existente nos setores públicos e acadêmicos nacionais;
 - Necessidade de um marco legal mais estável e alinhado com as demandas da sociedade na área de inovação, de modo a reduzir as atuais instabilidades jurídicas;
 - Projetos e programas nacionais mais estáveis e contínuos para garantir a continuidade necessária nos projetos inovadores;
 - Revisão das garantias e do conceito de risco nos financiamentos na área de inovação.
- d. Entendimento da inovação como uma estratégia nas empresas e nos demais atores envolvidos;
- e. Criação de ambientes (ecossistemas) de inovação que permitam a articulação das empresas, das universidades e do governo, atuando como clusters e redes, em escala nacional e internacional (em especial os parques científicos e tecnológicos e incubadoras de EBT);
- f. Reforma institucional que modernize os mecanismos e instituições envolvidas no Sistema Nacional de Inovação;
- g. Adoção de uma visão de longo prazo, da ordem de 30 anos, que permita ao país desenvolver políticas públicas nacionais, que perpassem governos e busquem situar o Brasil como um dos países protagonistas mundiais do século XXI.

Relatório da sessão “Investimento e inovação”

Jorge Luis Nicolas Audy¹

A Sessão Plenária 2, inserida no Eixo II da IV Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia, abordou a temática da Inovação na Sociedade e nas Empresas. A abordagem proposta foi no sentido de que a inovação é favorecida por avanços científicos e pela qualificação dos profissionais envolvidos no processo, bem como pelas atividades de risco, seja na função de pesquisa científica e tecnológica, seja na atividade empresarial decorrente de novos conhecimentos gerados. Os desafios envolvem o uso eficiente e eficaz dos recursos disponíveis e não podem ser confundidos com as barreiras ao processo de inovação e de geração de riqueza na sociedade a partir dos resultados das pesquisas científicas e tecnológicas. Neste contexto, se explorou a relação entre a produção de conhecimento e as perspectivas de aplicação empresarial. Diversos aspectos foram destacados, entre as questões legais, envolvendo legislação e marco legal, e a necessidade de uma visão mais sistêmica e estratégica da inovação, tanto nas empresas, como nas universidades e nos diversos níveis de governo. Foram analisadas e debatidas também tendências mundiais de diversificação das modalidades de inovação.

Foram abordados os aspectos referentes a inovação como chave para uma economia competitiva, próspera e sustentável, bem como a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) integrada à política industrial das empresas como fator de aumento da capacidade competitiva. A sessão plenária 2 contou com a coordenação do Prof. Luciano Coutinho (BNDES) e contou com a participação dos palestrantes Adilson Primo (Siemens), Carlos Pacheco (Unicamp) e Carlos Tadeu Fraga (Petrobras) e Jorge Audy (PUCRS). Ao longo da sessão, o Sr. João Carlos Ferraz (BNDES) substituiu o Prof. Luciano Coutinho na coordenação da plenária.

¹ Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e Coordenador do TECNOPUC da PUC-RS.

1. Síntese das apresentações

Inicialmente, o relator da sessão, Prof. Jorge Audy (PUCRS), apresentou uma síntese do resultado das sessões plenárias preparatórias da IV CNCTI nas áreas de inovação e financiamento, com contribuições apresentadas pela CNI (Conferência Nacional das Indústrias), Federações de Indústrias regionais, Secretarias de Estado de Agricultura e Desenvolvimento, Sebrae, Abifina, Anpei (Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Empresas Inovadoras), Foprop (Fórum de Pró-Reitores de Pesquisa e Pós-Graduação de Empresas Inovadoras), Fortec (Fórum Nacional de Gestores de Inovação) e diversas empresas, tais como Petrobras, Embraer, Siemens, Cristália, Biolab, Brasken e Brastemp.

- a. Na sequência, foram apresentados os sete pontos de reflexão que sintetizam a riqueza dos debates e contribuições das jornadas preparatória da IV CNCTI na área de inovação e financiamento:
- b. Necessidade de desenvolver uma análise estratégica, com uma visão sistêmica, de um novo Sistema Nacional de Inovação, que articule os diversos atores públicos e privados envolvidos na área de inovação de nosso país;
- c. Existe um consenso de que a educação é a base para o processo de mudança, que deve incorporar a inovação como o driver do processo de desenvolvimento econômico, social e cultural de nosso país;
 - Os principais gargalos para a implantação desta agenda de inovação no Brasil envolvem principalmente os seguintes aspectos:
 - Mudança cultural nas três esferas de articulação: governo, empresa e universidades;
 - Os financiamentos para a área de inovação são caros e escassos para o porte do país;
 - Uso do poder de compra pelo governo para o desenvolvimento de áreas estratégicas para o país;
 - Redução da enorme burocracia existente nos setores públicos e acadêmicos nacionais;
 - Necessidade de um marco legal mais estável e alinhado com as demandas da sociedade na área de inovação, de modo a reduzir as atuais instabilidades jurídicas;
 - Projetos e programas nacionais mais estáveis e contínuos para garantir a continuidade necessária nos projetos inovadores;
 - Revisão das garantias e do conceito de risco nos financiamentos na área de inovação.
- d. Entender a inovação como uma estratégia nas empresas e nos demais atores envolvidos;

- e. Criação de ambientes (ecossistemas) de inovação, que permitam a articulação das empresas, das universidades e do governo, atuando como clusters e redes, em escala nacional e internacional (em especial os parques científicos e tecnológicos e incubadoras de EBT);
- f. Reforma institucional que modernize os mecanismos e instituições envolvidas no Sistema Nacional de Inovação;
- g. Adoção de uma visão de longo prazo, da ordem de 30 anos, que permita ao país desenvolver políticas públicas nacionais, que perpassem governos e busquem situar o Brasil como um dos países protagonistas mundiais do século XXI.

O coordenador substituto da sessão, Sr. João Carlos Ferraz (BNDES), apresentou sua percepção sobre o tema, destacando que o país está em um momento muito importante, no limiar de um crescimento de economia robusto, liderado por fortes investimentos nas áreas de infraestrutura e energia. Esta perspectiva de crescimento gera o desafio e a necessidade de expansão sistemática dos investimentos em inovação, como resultado de uma convergência dos interesses do cidadão (em busca de mais renda), das empresas (em busca de mais mercado e lucro) e do país (em busca de mais desenvolvimento). Destacou também a importância da CT&I em um mundo mais hostil do ponto de vista econômico, onde os prejuízos são socializados. Esta realidade requer maior ação e articulação entre os atores do setor privado, da academia e dos governos. Diversas iniciativas foram citadas, como as do MEI (Movimento Empresarial para a Inovação) e do BNDES, com foco no fortalecimento de parcerias institucionais visando o desenvolvimento e geração de novos empregos. Ao final destacou que o maior desafio é transformar em ação as políticas definidas para a área de inovação no país.

O Sr. Adilson Primo (Siemens) destacou os muitos avanços nos últimos anos na área de inovação, porém salientou que ainda existem muitos desafios a serem superados. Ao apresentar a visão da sua empresa, ressaltou que a grande vantagem competitiva da Siemens é exatamente o poder de inovação em escala global. Hoje existe consenso sobre a relevância da agenda nacional de inovação, tanto nos setores públicos como privados, envolvendo a importância da inovação para a indústria nas próximas décadas, para o perfil desejado de inserção internacional do Brasil e como forma de tornar sustentável o crescimento do país. Chamou a atenção para maior protagonismo na área de inovação, por parte do setor privado, com apoio do governo, tendo como foco da política de inovação o mercado e as empresas.

Um dos aspectos centrais para a ampliação da atividade inovadora no país é a questão do financiamento como fator indutor da inovação, tendo a pesquisa e o desenvolvimento como base para produtos de alto valor agregado. Isto requer a ampliação dos atuais 1% de investimento em inovação para mais de 2% ou 3% do PIB, em padrões de países líderes mundiais. Dados inter-

nacionais mostram que quanto maior percentual de investimento do PIB em inovação, maior a taxa de inovação da economia. Políticas públicas como PDP e PACTI vão gerar um salto nos investimentos privados em inovação no país, além de outros aspectos positivos do sistema nacional de inovação: 13ª posição na produção científica mundial, diversidade do parque industrial, heterogeneidade da atividade econômica, disponibilidade de energia e recursos naturais, agronegócios e estabilidade política e econômica.

Apesar dos avanços identificados, temos diversos desafios nas áreas de políticas de inovação e regulação, capital intelectual e ambiente econômico e empresarial. Nossa posição em *rankings* internacionais de inovação é muito ruim (em patentes depositadas, por exemplo), bem como nosso investimento em CT&I é baixo (da ordem de 1%) e temos baixos resultados nas exportações de produtos de alta tecnologia. Neste sentido, temos diversos aspectos em que precisamos melhorar. Neste contexto, a inovação deve ser tratada como uma estratégia do país, envolvendo as empresas, a academia e o governo. Finalmente, destacou o importante papel que pode ser desempenhado pelas empresas multinacionais, em especial nas áreas de pesquisa e desenvolvimento, que estão sendo distribuídas em diversas regiões do mundo. Devemos definir políticas específicas para atrair mais operações de P&D de grandes empresas multinacionais, que estão direcionando seus investimentos para os países da região do BRIC.

O Prof. Carlos Pacheco (Unicamp) abordou os aspectos que envolvem a inovação no contexto das empresas, que vão além da questão da cultura, não sendo este o único desafio a ser superado. No início de sua apresentação, abordou as excelentes perspectivas do Brasil no longo prazo, em especial citando os investimentos nas áreas do pré-sal, ambiental e *comodities*. Ao analisar os desafios de internacionalizar as ações, abrindo maiores mercados no exterior, identificou diversos aspectos na microeconomia (capacidade de inovação) e macroeconomia (capacidade de competição internacional) que não contribuem para o desenvolvimento brasileiro. O foco na inovação é fator de crescimento por meio do aumento de produtividade e competitividade.

Destacou que as agendas públicas (focada em P&D) e privadas (focada na inovação empresarial) não são iguais e requerem estratégias bem definidas e devem ser alinhadas constantemente. Neste sentido, reforça que inovação não é só uma questão de mudança cultural, envolvendo também outros aspectos como: gerenciamento de risco, ênfase na produtividade e competitividade empresarial, qualidade da gestão, desenvolvimento de novos modelos de negócios, etc. Além disto, temos um ambiente econômico adverso, com problemas como carga tributária e juros elevados, falta de profissionais nas áreas de engenharias e ciências, insegurança jurídica, burocracia excessiva, etc.

Ao apresentar a inovação como um fenômeno econômico (de mercado), o ambiente econômico assume um papel determinante. Neste sentido, a política de inovação deve ser parte de

uma robusta política econômica e industrial que busque mudar nossa estrutura industrial e os mecanismos de apoio e fomento à inovação, com maior protagonismo privado. As questões envolvendo gestão de risco, financiamento, recursos humanos, infraestrutura, capital de risco e cooperações público-privadas são centrais nesta nova agenda econômica.

Ao concluir sua apresentação, destacou os aspectos mais relevantes para a agenda da inovação, com maior protagonismo privado e ações voltadas para a massificação da inovação nas empresas, criação de plataformas setoriais de inovação, internacionalização e competição global, urgência para a educação profissional, formação de engenheiros e marcos regulatórios que estimulem a inovação, dentre outras ações.

O Sr. Carlos Tadeu Fraga (Petrobras) apresentou a estrutura de P&D da Petrobras, que é um dos cinco maiores orçamentos de pesquisa e desenvolvimento na área de energia no mundo, tendo o Cenpes como o centro do maior centro de pesquisa aplicadas na área de energia no Hemisfério Sul. Foi ressaltado que o crescimento da área de P&D da Petrobras é fruto do marco regulatório nacional de petróleo e gás. A inovação é orientada para os resultados empresariais, sendo a estratégia tecnológica decorrente da estratégia empresarial. Neste contexto, a competência tecnológica leva ao sucesso empresarial, citando como exemplo a captação de petróleo em ambientes hostis (águas profundas).

Na sequência, apresentou as quatro ideias chaves para a inovação empresarial na Petrobras: (a) integrar a inteligência interna à externa (inovação aberta, nova gestão da inovação), (b) inovar para inovar (redes temáticas, parcerias institucionais com ICT, IES e participação em empresas de base tecnológica), (c) inovação é um esforço global (atração de operações de P&D na área de petróleo para o país, engenharia como parte essencial da capacidade de inovação), e (d) política de CT&I orientada para resultados (inovação em gestão pública e políticas públicas focadas nos resultados e não nos meios).

Ao concluir sua apresentação, destacou os quatro pontos de especial atenção na área de inovação da empresa: os recursos humanos, o espírito empreendedor, a gestão dos controles e a integração universidade-empresa. Sua mensagem final destacou a articulação como a palavra-chave, no contexto da integração governo, empresa e instituições de C&T.

2. Considerações finais

Ao final da sessão plenária, a relatoria apresentou uma síntese das palestras, destacando alguns elementos convergentes nos diversos pronunciamentos realizados:

- Necessidade de tratar a inovação como estratégia, tanto nas empresas como na academia e no governo;
- Visão sistêmica do processo deve ser implementada, com a criação de um Sistema Nacional de Inovação articulando as diversas ações dos atores envolvidos;
- Espera-se maior protagonismo privado, em especial das empresas, no processo de inovação e nas discussões relativas às políticas públicas para a área;
- Investimentos e fatores econômicos como fator decisivo do processo de inovação;
- Importância da formação de profissionais qualificados, em especial nas áreas de engenharias e ciências;
- Governo deve atuar como formulador das políticas, indutor em áreas estratégicas e exercer com mais clareza o seu poder de compra em áreas estratégicas e na elaboração de marco legal e regulatório adequado;
- Universidades devem ser parceiras do processo de inovação, desde as fases de desenvolvimento das ideias (criatividade), pesquisa e desenvolvimento, criação de ambientes de inovação (como parques científicos e tecnológicos).

Todos concordam que a articulação e o alinhamento entre os atores da sociedade envolvidos é fator crítico de sucesso da inovação e existem avanços em diversas frentes, assim como enormes desafios a serem superados no futuro, conforme apontados neste documento.

Ciência, tecnologia e inovação e os trabalhadores

Clemente Ganz Lúcio¹, Paulo Jager²

1. Introdução

O Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (Dieese) é um órgão unitário do Movimento Sindical Brasileiro. Fundado em 1995, é mantido e dirigido pelas entidades de representação sindical do país e tem como funções precípuas, nos termos estabelecidos em seu estatuto, a “realização de estudos, pesquisas e atividades de educação, produção e difusão de conhecimento e informação sobre o trabalho em um contexto multidisciplinar, tendo como instrumento de análise o método científico, a serviço dos interesses da classe trabalhadora, sem prejuízo da diversidade das posições e enfoques sindicais”.

Orientado por esta perspectiva, vem, ao longo dos anos e por força das circunstâncias impostas pela conjuntura – introdução da automação, reestruturação produtiva, desemprego tecnológico –, lidando com a temática da inovação tecnológica, em especial buscando produzir conhecimento acerca dos impactos sobre as condições de vida e trabalho da população, sempre na perspectiva dos interesses dos trabalhadores.

1 Sociólogo, Diretor Técnico do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese), membro do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social (CDES) e do Conselho de Administração do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

2 Economista, Supervisor Técnico do Escritório Regional do Rio de Janeiro do Dieese.

Já no início dos anos 1980, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), entre outras instituições, o Departamento participou da discussão dos impactos sociais da automação que à época, se iniciava. Posteriormente, no início da década de 1990, em conjunto com várias outras instituições, integrou o Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (ECIB). Ainda na segunda metade daquela década, juntamente com o Centro de Estudos Sindicais da Universidade de Campinas (Cesit/Unicamp) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o Dieese participou de outra grande empreitada, motivada pelos impactos da reestruturação produtiva, desenvolvendo um projeto sobre emprego e desenvolvimento tecnológico. Neste mesmo período, em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Ministério do Trabalho e Emprego (TEM), o Dieese desenvolve um programa de capacitação de dirigentes e assessores sindicais (PCDA) também sobre o tema reestruturação produtiva, bem como participa do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP) e do Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria (PACTI).

No início dos anos 2000, num contexto de elevados níveis de desemprego e de maior acesso dos trabalhadores organizados aos fóruns de discussão e deliberação sobre a utilização de recursos provenientes de fundos públicos no financiamento a atividades empresariais, o Dieese, em nova parceria com a Finep, realizou um estudo, visando mensurar o impacto sobre o emprego e a renda do financiamento à inovação.

Ademais, ao longo das últimas décadas, o Dieese desenvolveu uma rica experiência – ainda que localizada espacial e setorialmente e não expressiva do ponto de vista quantitativo – na assessoria a processos negociais relativos à introdução de inovações tecnológicas e a seus impactos na vida dos trabalhadores.

Baseado neste acúmulo e em sua finalidade institucional, que coloca as relações de trabalho como um dos objetos centrais de sua atuação, é que o Dieese vem dar sua contribuição à IV Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – IV CNCTI, na discussão do tema *CT&I, Democratização e Cidadania*.

O presente texto é composto, além desta introdução, por uma seção seguinte, em que se aponta a oportunidade que a atual conjuntura coloca para a discussão de um outro modelo de desenvolvimento; uma terceira seção, onde se discute a relação entre inovação, firma inovadora e desenvolvimento; pela quarta e mais relevante seção, onde se indica a forma como o movimento sindical encara o avanço tecnológico e são apontadas algumas preocupações quanto ao padrão de relações de trabalho no Brasil e em que medida esse padrão pode ser um obstáculo ao desenvolvimento; e, por fim, uma quinta seção, onde são tecidas algumas considerações finais e são elaboradas algumas recomendações.

2. Um momento propício à discussão

Na perspectiva de uma maior participação da sociedade brasileira na definição das diretrizes a serem adotadas e no controle da implementação das medidas de estímulo ao avanço da CT&I no país, pode-se afirmar que se vive um momento histórico relativamente favorável.

As últimas três décadas presenciaram um importante conjunto de mudanças em nosso país. As lutas pela redemocratização, iniciadas com a resistência à ditadura, resultaram não apenas no processo de recriação da institucionalidade democrática no país, mas na sua reestruturação e ampliação, inclusive com o desenho de uma nova configuração da estrutura sindical brasileira e a consolidação das centrais sindicais. Dois outros fatos marcantes foram a elaboração e promulgação da nova Constituição Brasileira, entre 1987 e 1988, e a ocorrência das primeiras eleições diretas para presidente no país pós-ditadura, em 1989.

Ao longo dos últimos 25 anos, viu-se um aprofundamento da democracia, com a enorme ampliação dos mecanismos de participação popular organizada nos espaços institucionais, não apenas com a representação parlamentar, mas também com mecanismos de participação direta, como comissões, conselhos e conferências, onde a sociedade organizada brasileira pode tentar influenciar das mais variadas formas.

Deve ser apontado que, no bojo desse processo, foram criadas enormes expectativas por parte da população brasileira de que os problemas do seu cotidiano, entre os quais os econômicos e, em particular, renda e emprego, pudessem ter alguma melhoria. Desse modo, não deixou de ser frustrante que, durante um bom tempo, concomitante ao processo de remodelação e sedimentação da democracia, o país atravessasse também um largo período de estagnação econômica, que perdurou por quase toda a década de 1990 e início dos anos 2000.

Por isso, a mudança do desempenho econômico a partir de 2004 – com o reaparecimento de índices mais robustos de crescimento econômico, ainda que inferiores aos verificados há não tanto tempo no país (cerca de 7%, em média, entre os anos 1930 e 1970), ou como aqueles registrados no período pré-crise de 2008 em alguns países da Ásia e da América Latina – e a perspectiva de que esse crescimento econômico possa não apenas ter sustentabilidade, mas também evoluir para percentuais maiores, representa uma nova onda de esperança para a população do país, particularmente para os trabalhadores.

Mais recentemente, percebe-se o ressurgir de certo pragmatismo derivado da crise financeira internacional, que jogou por terra as mais arraigadas convicções liberais até então prevalecentes e permitiu a retomada da discussão (que já vinha acontecendo nos anos recentes), e da

própria atuação crescente do Estado nacional como instrumento do desenvolvimento, regulando e intervindo diretamente.

Essa possibilidade, freada por muito tempo pela aplastante hegemonia do pensamento liberal, é fundamental agora que o país está no momento da discussão sobre um novo projeto de desenvolvimento. É o primeiro momento, desde a segunda metade dos anos 1950, que combina institucionalidade democrática, crescimento econômico e uma visão de mundo prevalecente não contrária à intervenção mais ativa do Estado nos rumos do desenvolvimento.

Nessa nova situação que vai se estruturando, de democracia institucionalizada, retomada do crescimento econômico e um ativo papel público na orientação e como instrumento de desenvolvimento, amplia-se a importância dos espaços institucionais de consulta e discussão – e de outros canais não institucionalizados – pelos quais o movimento social organizado pode não só pressionar por suas reivindicações, mas também disputar o próprio sentido geral do desenvolvimento que se quer alcançar.

Esse processo de pressão e negociação é fundamental para a estruturação de “acordos sociais” no país, entendidos como uma sedimentação desse jogo de pressões e contrapressões, institucionalizadas ou não, a respeito do sentido e da qualidade do desenvolvimento nacional. Assim, a IV CNCTI pode ser entendida e saudada como mais um espaço de concertação de políticas públicas e de discussão sobre os rumos do desenvolvimento do país nesses novos marcos.

3. Inovação e desenvolvimento

Nesta seção, apresenta-se esquematicamente o entendimento sobre o papel motor das inovações tecnológicas numa economia de mercado, em que a firma é o agente central do processo, bem como a respeito de seu significado para os trabalhadores envolvidos nos processos de produção e dos fatores que podem condicionar o avanço tecnológico e a partilha dos benefícios que o mesmo pode trazer. Trata-se, portanto, de um olhar direcionado a uma das dimensões da temática da CT&I, sem a pretensão de uma análise totalizante.

O progresso tecnológico está na base do processo de desenvolvimento das sociedades modernas, constituindo-se a tecnologia de um conjunto organizado de conhecimentos e informações, obtido por meio do avanço nas ciências, nas invenções e experimentações e utilizado na produção de bens e serviços. “Na sociedade capitalista, tecnologia caracteriza-se por ser um tipo específico de conhecimento com propriedades que o tornam apto a, uma vez aplicado ao capital, imprimir determinado ritmo à sua valorização” (CATTANI, 1997: 250). As escolhas que envolvem a definição de

percursos tecnológicos provocam efeitos na organização do trabalho e da empresa, na estrutura profissional e do emprego, no consumo, nos hábitos culturais, no meio ambiente, etc.

Os estudos sobre o impacto das inovações tecnológicas, em geral, procuram centrar sua atenção no ritmo e direção da difusão, uma vez que a inovação só produz “impactos econômicos abrangentes quando se difunde amplamente entre empresas, setores e regiões” (TIGRE, 2006:71). O início do processo, entretanto, origina-se num esforço de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizado pela firma. O mesmo pode levar a uma invenção. Por sua vez, a invenção pode, a depender de sua viabilidade econômica, ser introduzida como uma inovação. Assim, entre a tomada de decisão por empreender um esforço de P&D, a introdução de uma inovação, e sua difusão, há um longo caminho a ser percorrido.

Acompanhando o desenvolvimento das economias capitalistas, a concorrência entre as firmas se dá, cada vez mais, por meio de um processo contínuo de inovações tecnológicas. As empresas se utilizam da introdução de inovações, a fim de criar um diferencial competitivo em relação às demais ou, no caso das firmas imitadoras, para reduzir as diferenças em relação à(s) firma(s) que está(ão) à frente neste processo.

A firma pioneira obtém, temporariamente, uma relação entre preço e custo mais vantajosa que suas concorrentes. A situação obtida com a inovação, seja por meio de um novo produto, seja por meio de um novo processo de produção, assegura à firma lucros extraordinários pelo período em que a concorrência não logra eliminá-la. Nesse sentido, o prêmio obtido com a inovação é um “monopólio temporário”. Deste modo, o processo de concorrência se dá pelo surgimento e pela superação permanente de situações monopolísticas, colocando a inovação no cerne do processo de disputa intercapitalista.

A decisão de inovar é orientada pela busca de ganhos de produtividade, o que impacta o processo produtivo específico e tende a torná-lo mais eficiente. Em termos gerais, isso significa poder produzir num nível mais elevado de produto por unidade dos fatores empregados.

Deve-se levar em conta, ainda, que os efeitos da inovação sobre a produtividade do trabalho e, por conseguinte, sobre o emprego, se diferenciam e são condicionadas por uma série de fatores. Os impactos da inovação sobre o trabalho – além dos aspectos relativos à eficiência técnica, potencialmente associada à nova tecnologia empregada – envolvem, também, aspectos de natureza política, cultural e institucional que afetam as condições de utilização da força de trabalho.

Os impactos sobre os ganhos de produtividade, em primeiro lugar, podem se diferenciar segundo o tipo de inovação (produto, processo, etc.) e quanto à extensão da mudança, desde as incrementais até o estabelecimento de novo paradigma tecnoeconômico (TIGRE, 2006: 74).

Além disso, os impactos das inovações sobre a firma e, conseqüentemente, sobre o emprego são condicionados (mediados) pelo setor de atividade (a natureza do produto/processo de produção), pelas características da empresa (localização, tamanho, posição na cadeia produtiva, forma de organização do trabalho, cultura de RH, etc.), pela institucionalidade vigente e pelo grau de organização dos trabalhadores.

Quanto a estes dois últimos grupos de fatores condicionantes, vale mencionar a posição dos trabalhadores no “chão de fábrica”, a atuação sindical e normas coletivas de trabalho, a regulamentação profissional, a regulação estatal e as fontes de financiamento ao investimento/inovação.

Ressalte-se, do que foi dito até agora, que, sob a perspectiva da análise empreendida neste texto, qual seja, um foco na conexão entre relações de trabalho e CT&I, atribui-se à firma o papel de agente no processo de introdução das inovações, motivada fundamentalmente pela concorrência/valorização do capital empregado. Na ótica do empresário inovador, portanto, a apropriação dos ganhos obtidos, se possível for, deve ser plena.

Potencialmente, os ganhos de produtividade obtidos numa firma podem ser apropriados por três diferentes vias que, em geral, se observam de forma simultânea, com maior ou menor intensidade: aumento dos retornos do capital, melhoria nas condições de trabalho e/ou redução de preços das mercadorias produzidas pela firma, isto é, melhoria para os consumidores.

No caso dos trabalhadores envolvidos no processo de produção, caso sejam bem-sucedidos na disputa pelos ganhos de produtividade, tal apropriação pode se dar por meio de uma melhora em seus níveis de remuneração ou por uma melhora em termos de tempo e/ou ritmo de trabalho. Assim, pode-se afirmar que as variações no emprego também são condicionadas pela forma como os ganhos de produtividade serão apropriados. As possibilidades, não excluídas entre si, são da ocorrência de redução relativa do emprego e/ou redução da jornada e/ou redução da intensidade do trabalho.

Em resumo, a firma realiza um esforço de inovação, no caso de P&D, ou introduz uma inovação a partir de um conjunto de critérios que orientam estas escolhas. A adoção da inovação pode gerar um aumento da eficiência técnica na produção de bens e serviços existentes ou um novo produto (novo valor de uso). Em ambos os casos, o resultado geral perseguido é a valorização do capital pela obtenção de ganhos de produtividade.

Entretanto, o impacto na firma será condicionado por um conjunto de fatores, dentre os quais se destacam as características da empresa, o setor de atividade, o grau de resistência dos trabalhadores à introdução da inovação e, em última instância, a regulação social sobre o uso do conhecimento científico e tecnológico.

É nestes termos que se pode promover o compartilhamento dos benefícios (e eliminar ou reduzir os malefícios) que a inovação introduzida no âmbito da firma pode gerar. Em geral, nos países que lograram atingir elevados graus de desenvolvimento econômico e social, atuaram e ainda atuam decisivamente, entre outros fatores, o esforço de CT&I, de um lado, e a regulação social da distribuição dos benefícios gerados, de outro.

De fato, veja-se na Tabela 1 o gasto com P&D como proporção do PIB em alguns países selecionados da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e no Brasil. Percebe-se que, sob este aspecto, há uma distância considerável a ser percorrida, mas não se pode desconsiderar que, além dos investimentos em CT&I, é igualmente importante estabelecer e fazer prevalecer um sentido geral para o esforço inovador nacional que ultrapasse o impulso inicial da apropriação privada e contribua para outro tipo de desenvolvimento, que seja não só duradouro economicamente, mas ambientalmente sustentável e, do ponto de vista social, primordialmente orientado para a promoção da inclusão e da equidade.

Tabela 1. Gasto com P&D como proporção do PIB – Países selecionados – 2005

País	%
Suécia	3,60
Finlândia	3,49
Japão	3,32
Coréia do Sul	2,98
Estados Unidos	2,62
Alemanha	2,49
Dinamarca	2,46
França	2,10
Canadá	2,05
Brasil	1,30

Fonte: OCDE; IPEA.

4. A posição do movimento sindical

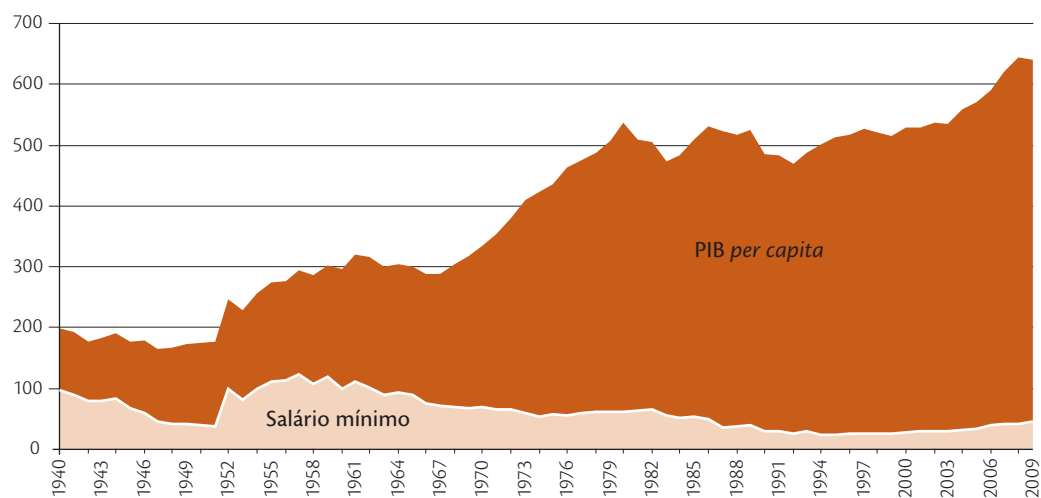
A posição geral das entidades sindicais brasileiras sobre a necessidade e oportunidade de o país avançar do ponto de vista científico e tecnológico é a de apoiar firmemente as iniciativas que

apontam para esta direção. Tal posicionamento se dá em função dos benefícios que tais avanços podem trazer para as condições de vida da população – no caso da introdução de inovações que deem respostas ao enfrentamento de problemas crônicos que a afligem, como doenças, poluição, baixa mobilidade nos centros urbanos, dentre outros, elevando sua qualidade de vida – ou em função das possibilidades de elevação da riqueza, propiciadas também pela introdução das inovações.

Como indicado na seção anterior, há uma clara conexão entre CT&I e a obtenção de ganhos de produtividade que, por sua vez, estabelecem as bases para uma elevação do nível de riqueza no país. Mas esta possibilidade que se abre por intermédio do avanço científico, tecnológico e da capacidade inovativa, que pode levar a contínuos ganhos de produtividade, não necessariamente implica maior nível de bem-estar social, que dependerá, como também mencionado, dos elementos condicionantes de tal processo.

Ao longo do século passado, especificamente das décadas de 30 a 70, o país obteve vigorosos ganhos de produtividade e viu sua economia crescer a taxas médias anuais superiores a 7%, sem, contudo, promover a elevação do padrão de vida de sua população neste mesmo compasso. O Gráfico 1, que compara a evolução do PIB *per capita* com a evolução do valor real do salário mínimo, é uma boa indicação do descompasso entre estas duas dimensões. Em tal período, viu-se, inequivocamente, que é possível, infelizmente, combinar a elevação da produtividade com a exclusão social e a concentração da renda.

Gráfico 1. PIB *Per Capita* e do salário mínimo real – Brasil – 1940 = 100

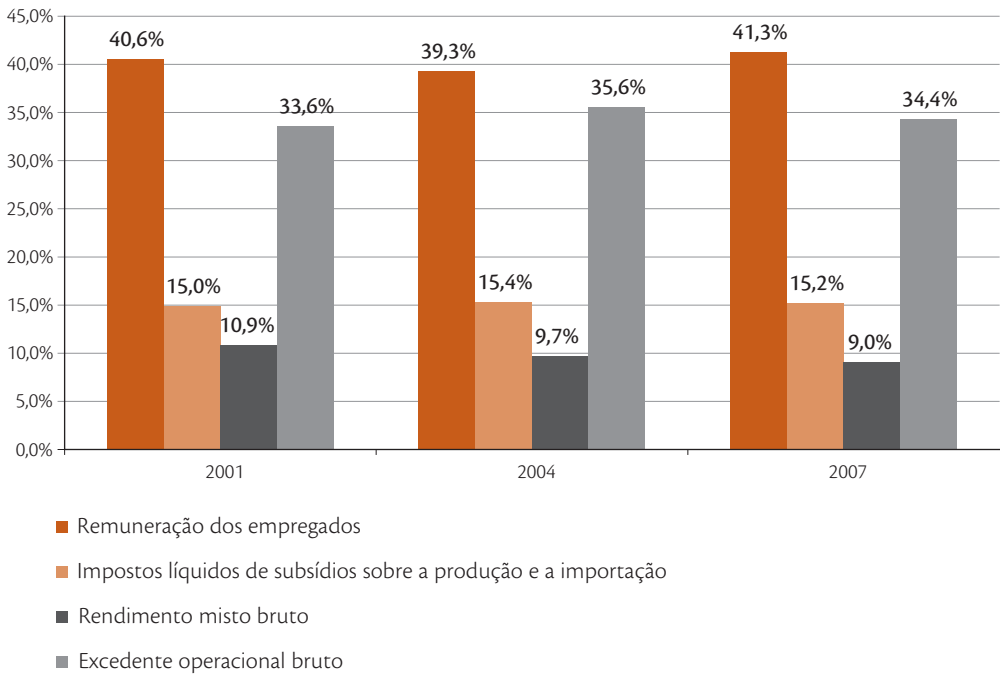


Fonte: IBGE

Elaboração: DIEESE

Outro indicador de que a maioria da população, composta pelos trabalhadores, pouco participou e ainda pouco participa dos frutos da elevação da produtividade é a proporção da renda nacional da qual eles se apropriam. De fato, na distribuição funcional da renda primária do país, conforme se observa no Gráfico 2, vê-se que a parcela relativa à remuneração dos empregados, embora seja a maior, está longe de se aproximar dos níveis encontrados em países com um perfil distributivo mais adequado, uma vez que os trabalhadores constituem a esmagadora maioria daqueles envolvidos na geração da renda nacional.

Gráfico 2. Distribuição funcional da renda – Brasil – 2001 a 2007



Fonte: IBGE, Contas Nacionais 2001 a 2007.

Elaboração: DIEESE

Assim, é preciso avançar em CT&I, mas sob certas condições. Já na Agenda dos Trabalhadores pelo Desenvolvimento, um documento publicado em 2007, as centrais sindicais brasileiras reconheciam a importância do financiamento público à inovação tecnológica para o desenvolvimento econômico e social, mas desde que fossem observados “requisitos de preservação do

trabalho e emprego, da saúde e do meio ambiente e prever mecanismos de fiscalização e controle social por parte da sociedade civil” (CENTRAIS SINDICAIS, 2007: 37). Adicionalmente, a agenda defendia a necessidade de se “estabelecer espaços tripartites de negociação sobre mudanças tecnológicas e organizacionais nos processos produtivos” (CENTRAIS SINDICAIS, 2007: 39-40), também visando preservar o emprego, a saúde e o meio ambiente.

Deve-se ressaltar, portanto, que o progresso técnico não conduz, automaticamente, ao desenvolvimento econômico e social. Este ponto de chegada pode ser alcançado, mas dependerá profundamente da trajetória que se percorrerá. E esta, por sua vez, tem a ver com as escolhas que serão feitas, escolhas estas que deveriam ser pautadas pelas possibilidades de difusão dos potenciais efeitos benéficos dos esforços de CT&I. Assim, as opções deveriam ter em conta a difusão dos benefícios (e possíveis impactos negativos) segundo sua distribuição geográfica; sua distribuição entre capital e trabalho; sua distribuição entre os diversos tipos de empresas (segundo o tamanho, o setor etc.); sua distribuição entre os setores produtivos e a sociedade (meio ambiente, qualidade de vida da população); sua distribuição entre nacionais e não nacionais, entre outros aspectos.

Um contraexemplo, talvez um exemplo do que não deveria ser feito, é a estruturação dos pacotes tecnológicos que desde os anos 1960 foram se consolidando nos projetos do agronegócio no Brasil. Esses “pacotes”, em geral comprados de fora e que ampliam substancialmente a dependência dos produtores no Brasil em relação a fertilizantes, defensivos, sementes e maquinaria desenvolvida fora do país, indicam que o crescimento de um setor econômico pode se dar com a ampliação da dependência, repassando para o exterior não apenas parte relevante da renda gerada no setor, mas também os melhores e mais qualificados empregos, que são aqueles que se relacionam diretamente com maiores níveis de educação profissional e com desenvolvimento tecnológico. E isto em uma situação em que a disponibilidade de terra fértil, recursos e força de trabalho poderia levar à estruturação de uma produção agrícola fortemente baseada na agricultura familiar e calcada em um desenvolvimento tecnológico nacional que desse ao país autonomia e sustentabilidade ambiental ao mesmo tempo.

Contudo, mais que discutir o ponto de chegada de políticas públicas de promoção da CT&I, pretende-se, neste texto, chamar a atenção para algumas limitações a este processo, isto é, para nosso atual ponto de partida, que nos constrange e do qual deveríamos pretender nos desvencilhar de forma a trilhar a trajetória positiva anteriormente vislumbrada.

Há vários obstáculos a esta caminhada. Por exemplo, o próprio quadro atual da CT&I no país, como desenhado pela Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), na sua edição de 2005, última disponível, mostra o estágio inicial em que nos encontramos. No biênio 2004-2005, apenas 1/3 das firmas pesquisadas introduziram inovações tecnológicas, sendo a principal atividade ino-

vativa a aquisição de máquinas e equipamentos. Os dispêndios com treinamento associados à inovação corresponderam a uma parcela mínima da receita líquida total (2%) e, do ponto de vista espacial, houve uma clara concentração nas regiões Sudeste e Sul. Segundo o *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada* (IPEA), como proporção do PIB, nossos dispêndios com P&D corresponderam, em 2005, a apenas 1,3%, pouco mais da metade da proporção média observada nos países da OCDE, no mesmo anoⁱⁱ.

Quanto às questões mais diretamente relacionadas ao mundo do trabalho, há vários problemas para a implementação de uma estratégia bem-sucedida de incremento a CT&I, tais como a elevada informalidade e a alta proporção de empregos em micro e pequenas empresasⁱⁱⁱ. São sérios os entraves quando se pretende alcançar o desenvolvimento sustentável e com inclusão social. Entretanto, cabe destacar dois outros problemas, tão relevantes quanto os anteriores, que dizem respeito à negociação do uso da força de trabalho e à qualidade das relações de trabalho tipicamente existentes no Brasil.

5. A negociação das condições de trabalho no Brasil

O primeiro aspecto a se evidenciar é que não existe, no Brasil, uma tradição em negociação coletiva do uso da força de trabalho. Há exceções, ilustres, mas que, em geral, confirmam a regra enunciada. Pode-se buscar uma série de explicações para tal fato, desde as relacionadas à formação histórica do país, marcada pelo autoritarismo, até aquelas relacionadas mais diretamente às características do mercado de trabalho brasileiro.

Já se mencionou que a elevada informalidade e o tamanho reduzido de uma parte importante das firmas, muitas vezes não organizadas, são fatores que dificultam quando não impedem o estabelecimento de processos negociais, seja de aspectos gerais da relação de trabalho, seja das questões relativas ao processo de trabalho, em particular. Além disso, a convivência ao longo de décadas com o desemprego e com um processo quase ininterrupto de alta inflação teve como efeito o fato de a negociação coletiva ter se concentrado primordialmente na distribuição do produto social^{iv}, mesmo no caso dos trabalhadores formais com representação sindical.

De fato, nas últimas décadas, a população brasileira ficou marcada pelo descontrole inflacionário e todo o esforço dos trabalhadores e de suas entidades representativas foi no sentido de obstar uma redistribuição regressiva da renda, decorrente da alta contínua do custo de vida.

Nos anos recentes, este quadro se alterou, mas pouco se avançou na obtenção de ganhos reais que ao menos acompanhassem o aumento da renda nacional *per capita* (uma medida geral de ganhos de produtividade da economia nacional)^v. Há uma grande dificuldade em se negociar

melhorias na remuneração decorrentes de ganhos de produtividade. A exceção fica por conta da evolução do salário mínimo nacional e seu impacto positivo nas primeiras faixas salariais, resultado de uma ação sindical que se viabilizou por meio da intervenção do estado, regulando o funcionamento do mercado de trabalho.

No que se refere à negociação de questões relacionadas ao processo de trabalho, sua intensidade e seu conteúdo, há muito pouca experiência de negociação. Especificamente sobre as inovações tecnológicas, os acordos coletivos pouco tratam desta questão. Num levantamento realizado no Sistema de Acompanhamento de Contratações Coletivas (SACC-Dieese), vê-se que as cláusulas acordadas sobre o tema dizem respeito a como lidar com seus efeitos e de forma muito pouco incisiva. São cláusulas que visam principalmente assegurar o treinamento dos trabalhadores atingidos diretamente, atenuar seu desemprego por meio de uma tentativa de realocação e garantir a comunicação prévia aos sindicatos e, em alguns casos, também aos trabalhadores^{vi}.

Em análise realizada por Cotanda (2008), a partir dos acordos coletivos e de entrevistas com dirigentes sindicais, foram identificados cinco temas principais nestas cláusulas: treinamento, reaproveitamento de mão de obra, comunicação referente a processos de inovação, comissões paritárias e preservação do emprego diante da introdução de inovações. Na sua maior parcela, estas cláusulas são genéricas, contingentes e defensivas, e surgem como reação dos trabalhadores a efeitos negativos dos processos de inovação^{vii}.

Além disso, a efetividade da aplicação destas cláusulas é questionada por esse autor. Dentre as razões aventadas estão desde a postura gerencial geralmente refratária à negociação dos processos de inovação, resultante de uma tradição autoritária e de desvalorização do trabalho, até as dificuldades internas às próprias organizações sindicais para priorizar e realizar a negociação deste tema.

Porém, além do impacto no emprego, questões relacionadas aos impactos na saúde e segurança do trabalhador – como acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, insalubridade e periculosidade – ou ao ritmo de trabalho subjacente à nova tecnologia a ser adotada, entre outras, não são, em geral, objeto de negociação. As mudanças são adotadas e introduzidas unilateralmente pelas firmas, em geral, à revelia das entidades de representação e, até, dos próprios trabalhadores diretamente envolvidos no processo de produção.

É certo que as entidades sindicais de trabalhadores, na sua maioria, não estão completamente preparadas para discutir profundamente questões relacionadas à introdução de novas tecnologias. Tal negociação requer uma capacitação que não é trivial. É preciso, portanto, promover o investimento nesta direção, de sorte a habilitá-las a realizar a negociação de uma cada vez mais frequente e intensa alteração nos processos produtivos que está em curso a partir da adoção de

novas tecnologias. Obviamente, esta necessidade se coloca na perspectiva de se vir a trilhar um caminho diferente do que vem sendo trilhado até então.

Mas, há um pré-requisito essencial para se imaginar este processo avançando. Na linha da promoção do diálogo social, é preciso, por parte dos empregadores e de suas representações, o reconhecimento do direito que o trabalhador tem de poder influenciar na tomada de decisão que envolve a introdução de inovações, pois estas não lhe são indiferentes e vão, certamente, afetá-lo. Ademais, é preciso reconhecer a legitimidade do ator social *sindicato* para negociar questões relativas à velocidade da introdução das inovações, a seus impactos sobre os trabalhadores, à requalificação profissional dos trabalhadores eventualmente liberados, à partilha dos ganhos que tais inovações podem gerar e, por que não, à própria inovação.

Não se deve menosprezar a capacidade dos trabalhadores das fábricas, dos escritórios e do campo de analisar criticamente a introdução de inovações e contribuir para o seu aperfeiçoamento. Os trabalhadores são agentes privilegiados no processo de trabalho. Não podem ser ignorados na escolha tecnológica que, por sua vez, não deve ser entendida como uma escolha meramente técnica.

Esta menção faz emergir outra forte restrição à negociação da introdução de inovações tecnológicas, qual seja a quase inexistência de organização dos trabalhadores em seu local de trabalho. Este é um forte obstáculo a uma trajetória de desenvolvimento baseado no avanço científico e tecnológico que seja inclusiva e sustentável e, nesse aspecto, há muito que fazer.

Não se pode, ainda, desconsiderar o fato significativo de que, em se tratando de política pública voltada à área de CT&I, os fundos públicos dos trabalhadores são a principal fonte de financiamento às agências governamentais que atuam financiando atividades inovativas e de ciência e tecnologia no país. Embora esta não constitua a maior parcela do esforço de P&D nacional, uma vez que os recursos de origem privada são a parte mais expressiva, há uma iniciativa em curso de aumentar este apoio público às atividades inovativas das empresas bem como às atividades de promoção da ciência e tecnologia, por meio da destinação de volumes crescentes de recursos orçamentários, da constituição de fundos específicos e da atuação ampliada de agências, como Finep e BNDES, além dos ministérios mais diretamente envolvidos como o MCT e o MEC.

6. As relações de trabalho padrão no Brasil são hostis a um esforço de CT&I que promova o desenvolvimento

Outro grande conjunto de desafios, ponto de partida para se pensar estratégias de longo prazo de desenvolvimento, assenta-se na fragilidade das relações de trabalho em geral presentes no mercado de trabalho do país.

Quando se pensa em investimento em alta tecnologia e introdução de inovações, comumente faz-se referência à possível existência de um gargalo estrutural na força de trabalho brasileira que é sua baixa formação escolar e profissional (qualificação, técnica, e tecnológica). Esta afirmação tem sido recorrente no debate público e alguns chegam a mencionar a ocorrência de um “apagão”, um ponto de estrangulamento que poderia, em muito pouco tempo, impedir a continuidade do ciclo recente de crescimento observado na economia brasileira.

De fato, os dados sobre formação escolar e formação e educação profissional não são positivos e revelam a necessidade de um grande esforço nacional de médio e longo prazo para a alteração desta situação. Por exemplo, especificamente sobre a formação profissional, segundo o suplemento da PNAD 2007, da população acima de 18 anos, apenas 3,3% (4,3 milhões de pessoas) frequentavam algum curso profissionalizante, sendo que 77% de qualificação profissional (dos quais, quase a metade na área de informática), 21%, técnicos de nível médio e 2%, de graduação tecnológica^{viii}. Nos três casos, predominavam os cursos oferecidos por instituições de ensino privadas.

Também aqui não deve haver dúvidas quanto à posição do movimento sindical brasileiro em favor de uma educação universal e de qualidade, como um direito de todos, e em favor de uma educação profissional, também acessível, de qualidade e contínua, ambas fundamentais para a promoção do desenvolvimento econômico e social. Mas cabe indagar se é razoável atribuir à falta de pessoal qualificado os baixos níveis de produtividade observados em parte relevante dos postos de trabalho no Brasil. Isto é, pode-se considerar que por ser baixa a formação escolar e profissional dos trabalhadores brasileiros é que são baixos os níveis de produtividade alcançados? A restrição se assentaria, então, no âmbito da oferta de trabalho e, no limite, isso justificaria os baixos salários atualmente pagos?

Ou seria o contrário? Por se pagar um salário tão baixo é que os postos de trabalho seriam, no geral, tão ruins? Os dados sobre a remuneração do trabalho e custo da força de trabalho no Brasil são ilustrativos neste sentido. Veja-se, como exemplo, uma comparação do custo do trabalho entre o Brasil e alguns outros países selecionados (Tabela 2).

Tabela 2. Custo horário da mão de obra manufatureira – países selecionados – 2007

Países	US\$
Alemanha	37,66
Reino Unido	29,73
França	28,57
Estados Unidos	24,59
Espanha	20,98
Japão	19,75
Coréia	16,02
Singapura	8,35
Taiwan	6,58
Brasil	5,96
México	2,92

Fonte: U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 2009.
Elaboração: DIEESE

Outra evidência importante da baixa qualidade dos postos de trabalho ofertados é a sua duração característica. Via de regra, os vínculos de emprego duram muito pouco, mesmo no mercado formal de trabalho. Segundo os dados da RAIS 2008, 50% dos empregos tinham até dois anos de duração e 79% dos demitidos tinham até dois anos de casa quando ocorreu a rescisão do contrato (Tabela 3).

Tabela 3. Empregos e desligamentos no mercado formal segundo a duração – Brasil – 2008

Faixa de tempo no emprego (em meses)	Empregos em 31 de dezembro de 2008		Desligamentos ocorridos em 2008	
	%	% Acumulada	%	% Acumulada
Até 2,9	10	10	30	30
3,0 a 5,9	10	19	14	45
6,0 a 11,9	14	34	20	65
12,0 a 23,9	16	50	15	79
24,0 a 35,9	10	59	7	86
36,0 a 59,9	11	70	6	93
60,0 a 119,9	13	83	4	97
120 ou mais	17	100	2	99
Ignorado	0	100	1	100
Total	100		100	

Fonte: MTE. RAIS 2008.

Assim, embora o investimento em formação escolar e técnica seja fundamental para dotar a oferta de força de trabalho de condições para ocupar postos que requeiram maior nível de formação, não resolve, por si só, o problema dos baixos níveis de produtividade. Por mais qualificado que seja o trabalhador, a produtividade a ser alcançada estará sempre circunscrita pelo potencial produtivo do próprio posto de trabalho. Isto é, a demanda por força de trabalho qualificada deve ser compatível com esta oferta que se pretende maior.

Atualmente, o perfil geral das ocupações aponta numa outra direção. Predominam ocupações que requerem um baixo nível de investimento empresarial, de tecnologia de ponta e de qualificação profissional. Técnicos de nível médio e profissionais das ciências e das artes correspondem a 1/5 das ocupações. De um total de 592 famílias ocupacionais, segundo a RAIS 2008, em apenas 22 encontra-se a metade dos empregos, com destaque para escriturários, trabalhadores no comércio, na manutenção e conservação de edifícios, porteiros e vigias, ajudantes de obras civis, perfazendo 26,3% do total.

Tabela 4. Ocupações mais frequentes no mercado formal de trabalho – Brasil – 2008

Ocupações	%	% Acumulada
Escriturários em geral	10,4	10,4
Operadores do comércio em lojas e mercados	7,1	17,5
Trabalhadores nos serviços de manutenção de edificações	3,1	20,6
Trab nos serviços de manutenção e conservação de edifícios	2,2	22,7
Porteiros e vigias	2,0	24,7
Ajudantes de obras civis	1,9	26,7
Alimentadores de linhas de produção	1,9	28,6
Professores de nível médio no ensino fundamental	1,9	30,5
Motoristas de veículos de cargas em geral	1,8	32,2
Garçons, barmen, copeiros e sommeliers	1,7	33,9
Professores de nível superior do ensino fundamental	1,7	35,6
Técnicos e auxiliares de enfermagem	1,7	37,2
Vigilantes e guardas de segurança	1,6	38,9
Caixas e bilheteiros (exceto caixa de banco)	1,5	40,4
Receptionistas	1,4	41,8
Cozinheiros	1,3	43,1
Trabalhadores de cargas e descargas de mercadorias	1,3	44,4
Dirigentes do serviço público	1,2	45,6
Professores do ensino médio	1,1	46,7
Motoristas de veículos de pequeno e médio porte	1,1	47,8
Almoxarifes e armazenistas	1,1	48,9
Trabalhadores agropecuários em geral	1,0	49,9
Supervisores administrativos	1,0	50,8

Fonte: MTE. RAIS 2008

É nestes postos de trabalho que se vê o maior nível de rotatividade. E isto não parece ser um obstáculo ao desempenho das firmas, pois parte importante da movimentação decorre de demissões e admissões que elas promovem. A liberdade institucional com que se contrata e se demite, o excesso de oferta de força de trabalho e a predominância dos postos de trabalho de baixa qualidade, inclusive com baixo conteúdo tecnológico, viabilizam este padrão de relações de trabalho.

A instabilidade é, portanto, a base da relação, o que dificulta, em muito, a qualificação específica obtida no próprio local de trabalho bem como não estimula iniciativas no sentido de mais formação geral e específica de parte do próprio trabalhador, uma vez que não há perspectivas de retorno para o esforço financeiro e de tempo que esta formação requer.

É certo que uma elevação do grau de escolaridade e da formação técnica/tecnológica dos trabalhadores é algo a ser perseguido e pode vir a se constituir num obstáculo futuro caso não seja enfrentado. Mas cabe perguntar se os postos de trabalho continuarão com seu padrão atual ou serão alterados. Isto é, a demanda por trabalho continuará concentrada em postos de baixa qualidade (elevada rotatividade, pagando baixos salários, não oferecendo perspectivas de ascensão profissional e de desenvolvimento de uma carreira, entre outras características)?

7. Considerações finais e algumas recomendações

A qualidade de vida e o bem-estar geral são objetivos de uma estratégia consistente de desenvolvimento, o que exige a construção de uma relação virtuosa entre crescimento econômico e distribuição de renda e riqueza. Nesse sentido, há ainda no Brasil um déficit a ser superado, no qual uma economia que caminha para ser a 5ª potência mundial convive com iniquidades geradas por um sistema de extrema concentração de renda e riqueza. Nos últimos anos, o país experimentou uma mudança nesse quadro em um ambiente de crescimento econômico. Sabe-se que há muito que se fazer para que as desigualdades sejam superadas e que o crescimento continuado se faz necessário para gerar um ambiente favorável às mudanças desse quadro. Ao mesmo tempo, o crescimento deve ser promovido com sustentabilidade ambiental.

A inovação é determinante para impulsionar a mudança de patamar da qualidade do sistema produtivo de bens e serviços, adensando as cadeias de valor, promovendo o incremento da produtividade e dos salários. Essa diretriz deve simultaneamente fortalecer o mercado interno e apoiar a presença no mercado externo. São recomendações que destacamos para apoiar esses objetivos:

- Investir na ampliação e no aperfeiçoamento do sistema nacional de inovação;
- O sistema nacional de inovação deve favorecer o desenvolvimento das vocações econômicas nacionais, adensando as cadeias produtivas a elas associadas e com forte participação de empresas nacionais;
- A diversidade da estrutura produtiva e a diferenciação em termos de patamar tecnológico devem orientar o sistema de inovação a incentivar que a estrutura produtiva nacional se aproxime das fronteiras tecnológicas;
- A difusão tecnológica deve ser priorizada, em especial para aquelas empresas que ainda estão distantes das práticas já vigentes em termos de tecnologia;
- Especial atenção deve ser dada aos micro e pequenos empreendedores, seja da cidade ou do campo, promovendo uma política voltada para a inovação e difusão tecnológica nesse meio produtivo;
- A inovação deve apoiar de forma consistente o incremento da produtividade e a repartição dos ganhos advindos, incrementando os salários e fortalecendo o mercado interno, favorecendo uma estratégia global de distribuição de renda e combate às desigualdades;
- Para favorecer uma estratégia distributiva global, o sistema de inovação deve dar atenção especial à estrutura produtiva associadas aos bens salário, que pelo incremento da produtividade deve ampliar a oferta e reduzir preços;
- O sistema de inovação depende, diretamente, da qualificação dos trabalhadores para que se realize na estrutura produtiva. Além da qualidade da educação desde a infância, é necessário ampliar a oferta e cuidar da qualidade da educação técnica e tecnológica;
- O sistema de inovação deve orientar-se para a geração de muitos postos de trabalho com qualidade. Qualidade incorpora, aqui, as dimensões das condições de trabalho, dos atributos do posto de trabalho, da jornada de trabalho, do sistema de promoção e proteção social associado, entre outros;
- A inovação deve orientar-se pela humanização do homem/mulher que trabalha, diferentemente da concepção dominante que trata o/a homem/mulher que trabalha como fator ou recurso da produção;
- A inovação deve associar-se a uma concepção de proteção ao trabalhado em termos de saúde e segurança;
- A promoção da inovação, tantas vezes esperadas por libertar o homem do trabalho penoso e insalubre – o corte da cana-de-açúcar, por exemplo – deve ser realizada em um espaço de diálogo social capaz de coordenar as mudanças com a nova inserção ocupacional;

- A negociação das inovações nas empresas deve ser realizada no espaço do diálogo social, por meio de entidades representativas organizadas desde os locais de trabalho.

Essas diretrizes consideram essencial que o trabalho e os trabalhadores estejam no centro das concepções que estruturarão as políticas, programas e projetos de um necessário plano nacional para o sistema de inovação do país. A inovação deve ser sócia da equidade e juntas atuarem na promoção do desenvolvimento socioeconômico com sustentabilidade ambiental.

Referências

- CATTANI, Antonio David (org.). Dicionário Crítico: Trabalho e Tecnologia. Petrópolis: Vozes; Porto Alegre: Ed. Universidade, 1997.
- COTANDA, Fernando Coutinho. Os sindicatos brasileiros em face das inovações tecnológicas e organizacionais. Dados, Rio de Janeiro, v. 51, n. 3, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0011-52582008000300003&lng=en&nrm=iso>.
- CENTRAIS SINDICAIS. Agenda dos Trabalhadores pelo Desenvolvimento. São Paulo, 2007.
- DIEESE. Balanço das greves em 2008. Estudos e Pesquisas, n.45, julho 2009.
- _____. Balanço das negociações dos reajustes salariais em 2009. Estudos e Pesquisas, n.49, março 2010.
- _____. Estudo sobre padronização de modelos de estimativas e aferição de geração de emprego e renda em projetos de pesquisa e desenvolvimento. Mimeo. 2008.
- _____. MTE - Estudo sobre Qualificação Profissional a partir das bases de dados PNAD e PED. Relatório elaborado no âmbito do Convênio MTE/SPPE/CODEFAT N.º 003/2007 e Termos Aditivos. Relatório preliminar, 2010.
- DE NEGRI, João Alberto & LEMOS, Mauro Borges. Avaliação das Políticas de Incentivo à P&D e Inovação Tecnológica no Brasil. IPEA. Nota Técnica, n.2, julho 2009.
- IBGE. Aspectos Complementares da Educação de Jovens e Adultos e Educação Profissional. PNAD 2007, Rio de Janeiro, 2009.
- TIGRE, Paulo Bastos. Gestão de Inovação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

Bases de dados utilizadas

- DIEESE. SACC, 1993 a 2009.
- IBGE. PNAD, 2007.
- _____. Contas Nacionais, 2001 a 2007.
- MTE. RAIS, 2008.

-
- i Publicada em 2007 pelas centrais sindicais brasileiras como um dos produtos da Jornada pelo Desenvolvimento com Distribuição de Renda e Valorização do Trabalho, traz uma série de propostas de diretrizes, de políticas e de ações visando à promoção do desenvolvimento econômico e social.
 - ii IPEA, 2009.
 - iii Micro e pequenas empresas geram muitos postos novos de trabalho a cada ano, mas também destroem em quantidade significativa. Ademais, modo geral, tais organizações são as que encontram as maiores dificuldades para terem acesso e introduzirem inovações tecnológicas, em razão de uma série de fatores, tais como, acesso a linhas de financiamento, pessoal qualificado, capacidade de suportar os riscos envolvidos, entre outros. Além disso, parte expressiva destas empresas é baseada em negócios informais.
 - iv Na verdade, as cláusulas sobre reajustes salariais, benefícios (salários indiretos), participação nos lucros, têm sido as mais relevantes nos processos negociais. O estudo sobre greves publicado pelo Dieese em 2009, por exemplo, aponta que a principal reivindicação constante nas pautas dos grevistas era o reajuste salarial, representando 47% do total das greves analisadas (DIEESE, 2009).
 - v Apesar de 80% das categorias em 2009 terem conseguido reajustes acima do INPC – IBGE, é cada vez mais significativa a proporção de acordos e convenções coletivas que preveem percentual de reajuste próximo ao percentual apurado para cada uma das datas-base. Cerca 38% dos acordos tiveram reajustes de 0,01% a 1% acima do INPC, segundo dados do Balanço das Negociações dos Reajustes Salariais em 2009.
 - vi Em outros países, mesmo no que diz respeito à proteção ao emprego, como previsto na legislação, demissões decorrentes de introdução de inovações são objeto de negociação entre as partes. Na França, por exemplo, há previsão legal para que qualquer demissão por causas econômicas (dentre as quais a introdução de inovações) que atinja mais de dois trabalhadores envolva a representação dos trabalhadores, seja circunstanciada em documentos, e possa ser questionada e até revertida.
 - vii Durante a fase mais intensa do chamado “processo de reestruturação” produtiva implementado no Brasil nos anos que se seguiram à abertura econômica, viu-se um crescimento importante deste tipo de cláusula seja nas pautas de reivindicações, seja nos próprios acordos firmados, neste caso, em menor magnitude.
 - viii DIEESE, 2010b.

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

Ambientes econômicos propícios à inovação

A inovação no brasil: uma contribuição para o seu desenvolvimento

Pedro Wongschowski¹

1. Apresentação

Uma conferência como esta é um espaço para discussão de problemas e um passo para a construção de soluções. As convergências que devem surgir deste diálogo não podem ser alcançadas com visões baseadas em antagonismos. Se o caminho da inovação é bom para as empresas e para o desenvolvimento brasileiro, e todos nós pensamos que sim, é necessário perseverar na nossa estratégia de criação do ambiente saudável, de aperfeiçoamento dos instrumentos, de apoio e facilitação do seu uso e de mobilização de contingentes empresariais mais amplos para o movimento em prol da inovação.

2. Breve diagnóstico sobre a situação brasileira

O Brasil dispõe de um conjunto de instrumentos de promoção da inovação bastante abrangente. Depois dos fundos setoriais, vieram a Lei de Inovação, a Lei do Bem e a subvenção econômica, instrumentos modernos que preencheram lacunas importantes do sistema.

Quer isso dizer que o sistema de incentivos à inovação está completo e é adequado? Existe uma distância importante entre a existência de instrumentos e a adequação do sistema. Essa distância, que nem sempre estamos todos preparados para reconhecer, tem levado algumas pessoas a procurarem no empresariado algum tipo de viés que o tornaria refratário à inovação e avesso ao desen-

¹ Diretor Presidente Grupo Ultra

volvimento tecnológico. Afinal, se o sistema de incentivos à inovação existe, se ele é (por hipótese) abrangente, se os recursos disponíveis são de monta e se apesar disso a inovação está muito aquém do que é desejável, então só pode existir um problema, e ele necessariamente estaria do lado dos tomadores de decisão empresariais. Na opinião de alguns analistas (e infelizmente, também de algumas poucas autoridades públicas), este é um problema do empresariado. Felizmente, nos meios empresariais, no setor público e na academia existem muitas pessoas com outros discernimentos; e elas sabem que existem múltiplos elementos envolvidos neste problema, e que as respostas simples para os problemas complexos são, quase sempre, respostas erradas.

O problema é mais complexo, e esta leitura simplificadora (e simplista) exclui o essencial. Sobre-tudo, é necessário considerar que esse argumento, ao jogar a responsabilidade exclusiva sobre os ombros dos empresários, não apenas não esclarece como não contribui positivamente para o debate e para a solução.

As empresas brasileiras são organizações estruturadas (e bem estruturadas). Elas aprenderam – a duras penas – a viver em um ambiente instável. Durante muitos anos, elas sofreram com crises sucessivas e perspectivas sombrias; e resistiram, e sobreviveram, e prepararam-se para novos desafios. O único que delas não pode dizer é que não apresentam *resiliência*. Só desenvolveram essa capacidade precisamente por terem sido capazes de estruturar-se e viver nesse ambiente bastante inóspito e às vezes hostil. Isso coloca um primeiro problema: o do aprendizado do novo ambiente.

Nos anos 1980 e 1990, havia em muitos setores e muitas empresas brasileiras defasagens mais ou menos importantes de eficiência e de produtividade. Essas defasagens ditaram a direção e a intensidade dos esforços das empresas para sobreviverem na crise e na instabilidade, e depois na abertura. O espaço para aumentar a eficiência por essa via reduziu-se e em muitos casos esgotou-se. Doravante, o aumento de produtividade das empresas brasileiras terá que ser construído por caminhos novos, por esforços não meramente incrementais, em uma palavra, por meio de inovação. A partir de agora, será a inovação o fator determinante principal dos futuros aumentos de produtividade.

O desafio competitivo das empresas também passa hoje pela sua internacionalização. Há muitos segmentos em que a escala do mercado brasileiro coloca dificuldades para que as empresas possam competir de modo mais efetivo e com perspectivas futuras. A sua internacionalização está colocada na agenda. Trata-se de aproveitar oportunidades, sim, mas trata-se, sobretudo, de assegurar as condições necessárias para o desenvolvimento competitivo em bases sólidas. Esse desenvolvimento depende de escala e apoia-se em inovação. É preciso lastrear a internacionalização em inovação; e as trajetórias inovadoras podem fortalecer-se e ganhar mais dinamismo se elas estiverem apoiadas numa base de atuação mais ampla, numa maior diversidade de merca-

dos, numa carteira de clientes com demandas qualificadas e variadas. Inovação e internacionalização podem e devem caminhar juntas e reforçar-se mutuamente.

O ambiente das empresas brasileiras tem muitas dimensões relevantes. Existe o ambiente da inovação, com os seus instrumentos novos, e ao lado dele existem, no ambiente institucional igualmente importante, a política macroeconômica (com os juros, o câmbio e a tributação) e a infraestrutura (como os portos e as estradas, os custos de energia e os custos institucionais – incluindo os jurídicos). Estas dimensões não são isoladas, têm relações entre si, e as empresas precisam lidar com todas elas.

Na ausência de um quadro estável, a decisão racional de um empresário que tem compromissos com a sua empresa, com os seus funcionários e com os seus acionistas é evitar riscos que ele considera excessivos. Quanto maior é a instabilidade, maiores são os estímulos a uma postura mais cautelosa e voltada para horizontes mais próximos. É da natureza da função empresarial defender a sua empresa de riscos que sejam considerados inadequados; e esses riscos aumentam com o prazo e aumentam de maneira exponencial com o ambiente instável.

É ilusório esperar do empresário um comportamento que olhe o quadro de modo diferente. Empresas respondem a incentivos. Nenhuma empresa inova para ganhar prêmios, ou para dar satisfação à sociedade ou aos governos. Empresas inovam porque pensam, ou porque acreditam, que esse caminho lhes trará resultados. Trata-se de um investimento, mas também de uma aposta: o empresário acredita que poderá colher frutos desse investimento, mas eles não estão assegurados de antemão.

Esses resultados podem ser novos clientes e uma fatia de mercado maior; podem ser maior eficiência e custos reduzidos; podem ser qualidade e reputação. Há muitas razões para inovar, mas todas elas constituem vantagens (efetivas, antecipadas ou apenas presumidas) para a empresa.

O problema que está hoje colocado em debate é sobre o sistema de incentivos para a inovação. Esse sistema é adequado? É suficiente? As empresas brasileiras são organizações que já mostraram capacidade de resposta. Responderam, por exemplo, aos incentivos das exportações, a partir dos anos 1980, ou da qualidade, já nos anos 1990. Por que razão não responderiam também aos incentivos do sistema de inovação? E sistema de inovação deve ser entendido no seu conjunto, incluindo os elementos do ambiente imediato e do ambiente mais geral. Mas a transição de um ambiente de instabilidade e foco no curto prazo a outro de maior estabilidade, em que o foco pode deslocar-se para o longo prazo, leva algum tempo. E exige aprendizado. E capacitação. E investimentos. As empresas estão fazendo este movimento, mas ele não é instantâneo, evidentemente.

Começamos por apresentar alguns problemas do ambiente mais geral. Mas existem problemas a serem resolvidos também no ambiente do sistema de inovação. É inegável que tem havido avanços muito importantes. Desde o advento dos fundos setoriais, em meados dos anos 1990, o sistema nacional de inovação do Brasil apresentou grandes avanços. Os recursos dos fundos foram ampliados e estão agora *descontingenciados*, existe um plano nacional de CT&I, a política apresenta elementos de continuidade – todos esses são elementos positivos e devem ser elogiados. Mas daí a não haver problemas ou termos um sistema de incentivos poderoso e com desempenho vai uma grande distância.

Vamos começar pelo problema tributário e dos seus incentivos. A Lei do Bem representa um grande avanço; e o ministro Furlan pode orgulhar-se de ter levado essa luta a bom termo. Mas será mesmo que os benefícios fiscais da Lei do Bem são adequados ao conjunto das empresas que deles precisam? Os benefícios podem ser usufruídos apenas por empresas que fazem apuração real do IRPJ – e isso deixa de fora mais de 95% das empresas existentes no Brasil. É necessário, é urgente equacionar esse gargalo, pois ele exclui do incentivo mais automático e mais fácil de utilizar nada menos do que a esmagadora maioria das empresas.

Por outro lado, a subvenção econômica parece estar beneficiando com grande volume de recursos um número de empresas, mas deixando de fora uma proporção muito maior. A política de inovação pode e deve escolher candidatos promissores, que possam ser veículo importante da transformação industrial e da promoção de novas tecnologias. Isso envolve julgamento *a priori* sobre casos que possam, *a posteriori*, destacar-se por seu potencial. Esse julgamento tem necessariamente elementos objetivos e subjetivos. O problema aqui não reside nesta escolha, ele envolve o tipo de resposta que os “preteridos” recebem, que nem sempre permite aprendizado ou suscita reconsideração – no mesmo exercício ou em exercícios futuros. Uma boa parte dos projetos preteridos (ou não contemplados) poderia beneficiar-se das opiniões e argumentos que fundamentaram a decisão e com isso ganhar elementos para prosseguir e encorpar o movimento da inovação. A negativa peremptória e não fundamentada de maneira clara introduz elementos que passam a ser vistos como arbitrários, fragilizam as regras e elevam sem necessidade o nível de incerteza.

Tomemos mais em detalhe este ponto: o sistema de regras vigente eleva para além do necessário o elemento de incerteza. Ele cria incertezas onde deveria haver confiança. Tome-se o caso dos projetos do setor elétrico. A empresa faz um projeto, executa o projeto, implementa o projeto – e ao final a ANEEL dir-lhe-á se o projeto pode ser, ou não, validado. Se for validado, a empresa poderá abater o respectivo montante do seu gasto compulsório em PD&I; se não for, ela lançará as despesas no balanço como despesas ordinárias e terá um saldo devedor corrigido na sua conta investimento compulsório em PD&I. Um investimento de PD&I relativamente compulsório é transformado, por uma institucionalidade “desconfiada” (e consequentemente “punitiva”), em elemento de insegurança para as empresas.

Ainda no ambiente do sistema brasileiro de inovação, é preciso reconhecer que os passos dados para a redefinição do ambiente institucional foram importantes, mas são manifestamente insuficientes. Tomemos dois elementos:

Propriedade intelectual: A PI é um dos alicerces do sistema de inovação. Existe inovação que passa ao largo da proteção jurídica, mas as empresas inovadoras recorrem de maneira regular aos instrumentos da proteção por patentes (e direitos assemelhados). Esta fragilidade brasileira ainda não foi devidamente equacionada. Temos, sim, uma lei, temos também uma instituição encarregada de prover o recurso da PI às empresas e aos indivíduos, mas o sistema ainda não desenvolveu agilidade nem os aparatos complementares que asseguram o seu funcionamento. Para que as empresas se sintam protegidas nos seus investimentos, elas precisam que o processo seja mais ágil e que o eventual recurso à justiça seja julgado em tempos razoáveis e segundo critérios de conhecimento. Há muito que fazer neste caminho.

3. Relações entre as instituições de pesquisa e as empresas

Apesar de ter sido aprovada há mais de cinco anos, a lei (de Inovação) permanece – em muitos aspectos – letra morta. Em quantas universidades ou instituições de C&T pesquisadores se beneficiaram do disposto no capítulo referente ao afastamento para atividades de inovação empresariais? Quem já notou uma melhora substancial nas relações formais e contratuais entre as ICT e as empresas? Há muito para ser feito neste campo, sem dúvida.

Este problema de natureza jurídica e institucional está ao lado de outro, de natureza diferente, mas envolvendo as mesmas instituições. Nas universidades e nas ICT, é muito comum que as empresas enfrentem uma dificuldade relacionada com as diferenças de apreciação que existem dos dois lados do ambiente cooperativo que se quer desenvolver. Para as empresas, os conhecimentos que são buscados na cooperação fazem parte de um problema geralmente muito mais amplo, de natureza científica, tecnológica, industrial e econômica. O objeto da cooperação é um elemento, ao lado de outros. A falta de tradição no estabelecimento de cooperação provoca por vezes um erro de apreciação da contribuição do conhecimento que está sendo desenvolvido ao processo todo: ele é uma parte da cadeia de conhecimento; e ela (sim, a cadeia de conhecimento) demanda uma série de investimentos para vir a ter (talvez) valor econômico efetivo. É comum, sobretudo no relacionamento com universidades ou pesquisadores menos experientes, que eles projetem a sua participação nos ganhos como se esses dois passos adicionais não existissem. Faz parte das tarefas do nosso aprendizado, das empresas e das instituições, construir progressivamente as balizas e os parâmetros desses relacionamentos.

4. Principais desafios para o Brasil nesse campo

O principal desafio para que o movimento da indústria e da economia brasileira em direção à inovação se consolide, com vigor e amplitude, está ligado à construção de um ambiente de competição crescentemente saudável. Vamos definir claramente o que é um ambiente de competição saudável: é aquele onde a construção de vantagens competitivas passa pelos esforços das empresas em busca de eficiência, de agilidade, de qualidade, de inovação; e prescinde de artifícios espúrios como as vantagens da guerra fiscal ou do acesso a um câmbio vantajoso.

A isto costuma chamar-se level playing field. A level playing field is a concept about fairness, not that each player has an equal chance to succeed, but that they all play by the same set of rules. A metaphorical playing field is said to be level if no external interference affects the ability of the players to compete fairly.

É este o ambiente que permite tornar a inovação um caminho muito mais promissor do que outros. Regras claras e duradouras, estabilidade macroeconômica e institucional ajudam enormemente a construir este ambiente. Uma vez que a competição entre empresas que não podem recorrer a armas espúrias esteja consagrado como o campo prioritário (quicá único) de competição, é para lá que serão dirigidos os esforços das empresas, que poderão contar com um ambiente menos hostil e mais favorável, seja no imediato, do sistema de incentivos, seja no macroeconômico (juros, câmbio, fiscalidade) e no estrutural (gargalos, custos). A existência de caminhos alternativos, a possibilidade de conquistar ganhos por caminhos mais fáceis, por exceções às regras ou práticas das zonas cinzentas, mina de modo irreparável o ambiente competitivo e fragiliza a opção das empresas em direção à inovação.

É necessário que o sistema seja aperfeiçoado e nós indicamos aqui alguns possíveis aperfeiçoamentos. Mas é preciso também ter a sabedoria de dar tempo ao tempo, esperar que as empresas vão criando as condições internas para lidarem de maneira mais vigorosa e mais consistente com este novo ambiente. Nós esperamos que o façam crescentemente, e nós esperamos que contem, nesse esforço, com o apoio de análises realistas e políticas cada vez mais eficazes. O aperfeiçoamento institucional é, para os governos e a sociedade, como a eficiência operacional é para as empresas: uma tarefa permanente.

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

Indutores de investimento para inovação

Mecanismos de apoio à inovação no Brasil: uma breve nota crítica

José Eduardo Cassiolato¹

Firms should be barely receptive to subsidies directed at R&D alone, any more than people buying cars would respond to a reasonable subsidy on the tyres.²

O Brasil tem implementado uma política de inovação crescentemente complexa nos últimos anos. Importantes avanços têm sido observados no sentido de proporcionar a infraestrutura necessária em qualidade e quantidade suficientes. Porém do ponto de vista dos instrumentos especificamente direcionados a estimular a inovação, pode-se argumentar que eles poderiam ser mais bem equacionados.

De uma maneira geral, três formas têm sido utilizadas pelo governo brasileiro para apoiar e estimular o setor privado a aumentar seu nível e qualidade de investimentos em inovação³: incentivos fiscais para subsidiar o custo da P&D, financiamento a taxas preferenciais à inovação e apoio financeiros a arranjos híbridos direcionados a estimular a colaboração voltada à inovação. Estes últimos têm chegado a subsidiar a totalidade dos recursos previstos (os programas de subvenção) e de fato se referem a projetos envolvendo uma empresa isoladamente em articulação com alguma instituição de ensino e pesquisa. Apesar de contemplarem a palavra “inovação” na definição de seus programas, os instrumentos, de fato, se dirigem às etapas iniciais do processo inovativo, em especial às atividades de P&D.

1 Pesquisador da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

2 Governo da Austrália *Science and Innovation Report*, The Productivity Commission, Camberra, 2007, p. 27.

3 O uso do poder de compra como mecanismo indutor de desenvolvimento tecnológico e de inovações foi também utilizado com sucesso nos anos 1970 e 1980. Descartado nas duas últimas décadas, tal estratégia aparentemente tem voltado a ser, corretamente, incluída na agenda recente de políticas voltadas à inovação.

Não obstante a constituição de um arcabouço amplo de apoio à inovação, em linhas gerais, a estratégia governamental na qual estas três formas se inserem, repete as proposições difundidas pelas agências internacionais nos últimos quinze anos. Outros países, em desenvolvimento, emergentes e do leste europeu também são influenciados pelas proposições de tais agências. Elas seguem implicitamente as diretrizes que fazem parte da conhecida estratégia de Lisboa implementada pela União Europeia a partir de 2000, que visavam permitir aos países a ela associados uma transição virtuosa à economia do conhecimento. O conhecido fracasso desta estratégia tem levado os países europeus à sua revisão, mas, de fato, as limitações do seu componente tecnológico e de inovação têm sido pouco debatidas.

Porém, diversas outras economias – inclusive os principais países europeus – têm implementado políticas de inovação muito mais complexas do que aquelas que têm inspirado a experiência brasileira do último decênio. Quais são os limites da política brasileira, quais são os principais componentes da experiência internacional mais exitosa e que propostas poderiam ser equacionadas são os objetivos deste breve texto.

Uma primeira constatação a ser destacada refere-se exatamente ao fato de que os principais mecanismos e incentivos acima apontados, apesar de se referirem à inovação, representam de fato estímulo à realização de projetos de P&D. O apoio financeiro a projetos colaborativos, inclusive e particularmente a subvenção econômica se materializa por meio de projetos de inovação que de fato são projetos de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos em áreas de fronteira. O mesmo pode-se dizer dos financiamentos à inovação⁴, por parte de BNDES e Finep.

Há pelo menos dois grandes problemas aqui. Em primeiro lugar, a dificuldade dos órgãos de fomento de identificar projetos de inovação é, por um lado, vinculada ao fato de que eles, em essência, não existem de forma isolada. Como sugerido por Schumpeter no início do século XX, a atividade voltada à inovação por parte das empresas é vinculada e subsidiária aos seus projetos de investimento. Assim, não existem projetos de inovação isolados por parte de empresas, nascentes ou consolidadas, mas sim estratégias produtivas associadas a planos de investimento que sempre contemplam atividades inovativas, incrementais ou radicais.

Ao tentar isolar o fenômeno da inovação de seu plano mais geral e estratégico, a política de inovação não consegue se dissociar do importante, porém limitado apoio de fato à P&D. Estas últimas atividades de alto risco e custo são, porém, uma parcela pequena do risco e custo total associado ao desenvolvimento de inovações introduzidas na economia e na sociedade.

4 Com algumas poucas importantes exceções como o Programa de Apoio à Engenharia do BNDES, que todavia se restringem a poucos setores econômicos como a indústria automobilística..

Não é surpresa, portanto, a constatação de que “as empresas são tão receptivas aos subsídios dirigidos apenas à P&D quanto as pessoas que desejam comprar um automóvel seriam receptivas a um subsídio razoável à aquisição de pneus”, acima mencionada. A afirmação contida num relatório do governo australiano sobre a política daquele país, relativamente comparável à nossa, se baseia em dois importantes pontos. Em primeiro lugar, em termos de custos: a participação do custo com P&D sobre o custo total das atividades voltadas à inovação varia entre 10% e, no máximo, 50%, tendo em vista a complexidade tecnológica⁵. Em segundo lugar, mesmo quando há sucesso técnico no desenvolvimento de um produto em nível de P&D, isso não fornece nenhuma garantia quanto a seu sucesso nem técnico, dado os problemas de *scale up* e de produção em escala, nem econômico, do ponto de vista de sua transformação em uma inovação de fato. Neste último caso, o problema encontra-se nas dificuldades encontradas na participação de mercado em estruturas concorrenciais caracterizadas por diferentes graus de barreiras à entrada e de exercício de poder econômico por parte das empresas incumbentes. Não é por acaso que muitos sucessos tecnológicos por parte de empresas nascentes encontram barreiras intransponíveis para participar dos diferentes mercados. Confrontadas com estruturas de mercado marcadas por assimetrias de poder e na falta de políticas que reconheçam tais assimetrias, só resta a tais empresas serem adquiridas pelas incumbentes, o que na grande maioria dos casos leva a um abandono das inovações originalmente planejadas.

No caso específico do Brasil no período recente, o efeito líquido dos mecanismos de política de inovação implementados tem de uma maneira geral, sido:

- a. Com relação a grandes empresas: baixa utilização dos instrumentos disponíveis que, quando utilizados, na maioria dos casos, servem apenas para baixar o custo de projetos que as empresas têm em carteira; no máximo uma pequena adicionalidade e algum tipo de transbordamento tende a ocorrer, mas sem que sejam observados efeitos dinâmicos significativos. Neste caso, a atividade do BNDES de apoio à consolidação e internacionalização de grandes grupos nacionais tem um efeito muito mais significativo nas estratégias de P&D e inovação.
- b. Com relação a pequenas empresas: um investimento público extremamente importante e elevado em termos do montante de recursos alocados cujo efeito líquido é extremamente modesto, limitando-se ao preenchimento de alguns nichos de mercado, sendo incapaz de gerar empresas transformadoras, capazes de ocupar parcela significativa dos mercados. As poucas exceções ao longo dos últimos 30 anos restringem-se a algumas empresas de *software*, algumas já adquiridas pelo capital estrangeiro e a única empresa de porte em bio-

5 Ali-Yrkkö, J. 2005, 'Impact of Public R&D Financing on Private R&D, Does Financial Constraint Matter?', European Network of Economic Policy Research Institutes, Working Paper no. 30, February.

tecnologia foi também adquirida por empresa estrangeira, o que representou o término de qualquer possibilidade de se obter posicionamento significativo de mercado.

- c. Com relação a médias empresas: este é um problema geral da estrutura produtiva brasileira, tendo em vista a forma como foram encaminhadas as reformas dos anos 1990. Com a exceção da cadeia produtiva de petróleo (tendo em vista a política da Petrobras), o Brasil apresenta “buracos” na estrutura produtiva no sentido de que importantes elos das cadeias simplesmente desapareceram, o que traz problemas significativos para os processos de inovação que na sua totalidade se caracterizam pelo seu caráter sistêmico.

Além dos problemas acima apontados, os principais mecanismos de apoio financeiros a projetos cooperativos à inovação (que são, de fato, como sugerido neste texto, projetos de P&D) apresentam as equivocadas características de, por um lado, centrarem o foco na cooperação entre uma empresa e uma organização de pesquisa e por outro de estimular um número muito grande de propostas independentes entre si e que competem entre si. Estas características resultam num número excessivamente elevado de propostas, o que é sempre visto com indicador de sucesso.

A experiência internacional exitosa aponta para uma cautela com relação a se utilizarem tais indicadores como *proxy* para uma avaliação positiva. Tome-se, por exemplo, o caso da Índia, que, se utilizando de outra nomenclatura, tem um programa voltado a estimular a inovação sistêmica. Naquele país, o programa direcionado à subvenção econômica à inovação apresenta duas marcantes diferenças com o congêneres brasileiro. Inicialmente, o apoio é dividido em duas fases. Numa primeira fase, o projeto de P&D é apoiado por meio de subsídio direto. Em caso de sucesso nesta primeira fase, um projeto subsequente de inovação é objeto de apoio; neste segundo momento, o apoio é do tipo compartilhamento de riscos. Mas a segunda diferença é mais fundamental: o apoio é direcionado a conjuntos de empresas que atuam em diferentes etapas da cadeia produtiva e com diferentes capacitações associadas a conjuntos de organizações de P&D também com diferentes capacitações. O objeto de apoio são problemas tecnológicos da indústria que necessitem ser equacionados mediante colaborações de sistemas de inovação. O resultado líquido é que o número de ações atendidas nos últimos anos no caso da Índia é muito menor (não excedendo meia centena nos últimos 5 anos), envolve um montante de recursos por projeto muito maior e apresenta uma eficácia também muito maior – por ser mais focada – do que a que se pode esperar no caso brasileiro.

Essa característica de apoio envolvendo um número maior de atores (os participantes dos sistemas de inovação) em projetos voltados a resolver questões tecnológicas específicas e de interesse da indústria e da sociedade é muito mais prevalente do que sugere a leitura dos manuais de política de inovação de organismos internacionais que ainda adotam implicitamente o modelo linear da inovação. Os EUA têm historicamente utilizado esta estratégia não apenas no comple-

xo industrial-militar, mas em áreas como semicondutores (Sematech nos anos 1980) e, mais recentemente, nas tecnologias limpas, objeto de ação do governo Obama (o carro elétrico é um exemplo). O governo sueco, no início dos anos 1990, coordenou uma ação deste tipo com toda a cadeia produtiva de papel e celulose. O objetivo era proporcionar uma maior competitividade à sua indústria, até então especializada na produção de *commodities* e que percebia a sua posição ameaçada por países como o Brasil e a Tailândia, que haviam realizado, com sucesso, investimentos voltados a melhorar a eficiência dos segmentos a montante da cadeia.

Como implicitamente se baseiam numa perspectiva linear da inovação e enfatizam sobremaneira o apoio fiscal e financeiro a P&D, os mecanismos de política brasileiro de estímulo à inovação deixam de lado importantes aspectos do processo inovativo, como aqueles voltados a estimular o aprendizado nas empresas e na sociedade em geral.

Aumentar a eficácia dos instrumentos e mecanismos de política voltados a estimular a inovação representa um desafio significativo para a política brasileira de inovação. Em primeiro lugar, deve-se reconhecer que somos muito mais inovadores do que imaginamos e muito menos do que necessitamos, tendo em vista os problemas com que se defronta a economia e a sociedade brasileiras na transição que se avizinha em direção a novos modelos de produção e desenvolvimento sustentáveis. O paradigma da sustentabilidade necessita de uma estratégia explícita de inovação.

Na mesma direção, deve-se reconhecer que a política de inovação tem sido balizada excessivamente por indicadores reconhecidamente ruins do processo inovativo, como citações científicas e quantidade de patentes. A baixa propensão a patenteamento, sempre lembrada como indicador de nossa reduzida inovatividade, é apenas reflexo de uma estrutura produtiva que não conta com atores econômicos de peso naquelas atividades em que este tipo de propriedade industrial joga algum papel nas lutas concorrenciais. Por outro lado, existe uma série de atividades e arranjos produtivos locais com alto grau de inovatividade que se apresentam, todavia, invisíveis nas estatísticas tradicionais de CT&I.

Além deste importante desafio relacionado à necessidade de melhorarmos, os “óculos” através dos quais entendemos a nossa realidade e definimos as nossas políticas, devemos, de fato, incorporar a constatação de mais de quarenta anos de que a “inovação é muito mais do que P&D” e incluir no centro da política elementos voltados ao treinamento e aprendizado e a diminuir os déficits de capacitações. Mais ainda, e de forma correlata, é fundamental que a perspectiva sistêmica da inovação deixe de ser um elemento de retórica e passe a constituir-se no formato principal de definição e implementação de políticas. Em vez de se restringir a propostas de vinculações entre uma empresa e um grupo de investigadores de organizações de ensino e pesquisa, as formas voltadas a estimular a inovatividade na economia deveriam se centrar na ênfase aos proces-

sos cooperativos e interativos dos diferentes agentes ao longo das cadeias produtivas e demais atores sociais que coletivamente conformam sistemas de inovação e arranjos produtivos locais.

Por fim, outro desafio relacionado aos mecanismos e instrumentos da política de inovação, deveriam ser concebidos e implementados a partir do reconhecimento de que sua efetividade é associada à constatação de que os projetos de inovação são parte de estratégias mais amplas de investimento por parte das empresas. A partir desta constatação, o apoio (inclusive e particularmente o financiamento) a projetos de inovação (P&D de fato), que é de baixa eficácia e por isto marginalmente demandado pelas empresas, deveria ser substituído por um apoio (inclusive financiamento) a projetos de investimento em que estratégias quanto à inovação são explicitadas.

A partir destas considerações, podem-se alinhar alguns elementos associados a recomendações para a política de CT&I direcionadas a estimular a inovação para os próximos anos. Inicialmente, do ponto de vista estrutural, a política deveria ser capaz de escolher tecnologias/inovações críticas e então coordenar a organização de sistemas de inovação e arranjos produtivos por meio de parcerias público-privadas. Isto é o que fazem os principais países com os quais nos defrontamos na arena econômica e política global. No Brasil, apenas em um número limitado de vezes, fomos capazes de realizar tal esforço no passado, como, por exemplo, no desenvolvimento das tecnologias de exploração de petróleo em águas profundas. Neste caso, em que a Petrobras cumpriu este papel de coordenador, desenvolvemos tecnologia e inovações que nos colocam na fronteira mundial. O problema agora é relacionado a uma série de vantagens que o Brasil apresenta no quadro atual e que apontam na direção de três temas relacionados: a sustentabilidade social e ambiental, a incorporação de segmentos da população menos favorecidos na economia e a crescente importância do consumo exatamente de países como China, Índia e Brasil, que têm tido sucesso na inclusão econômica e social destes segmentos. O Brasil apresenta, ainda, uma série de atividades – daquelas ligadas aos complexos aeronáutico e de saúde até as que se concentram na produção e especialização em *commodities* – em que o aumento da agregação de valor no país e a busca por maior inovatividade necessitam de estratégias deste tipo.

Na mesma direção, particularmente onde o tecido produtivo brasileiro não tem sido capaz de gerar atores produtivos de porte significativo, a política deveria se preocupar em criar de fato sistemas e empresas capazes de promover e liderar transformações na estrutura produtiva. Este é o caso das telecomunicações da Finlândia, que se estruturou no final dos anos 1980 por meio de uma escolha política, com a Nokia funcionando como o elo principal de um sistema de inovação que engloba empresas ao longo da cadeia produtiva (em *hardware* e *software*) e instituições de ensino e pesquisa (como a Universidade de Tampere). A China tem seguido o mesmo modelo, guardadas as diferenças de regime político, na constituição em curto período de empresas globais em equipamentos de telecomunicações.

Finalmente, ainda no plano mais estrutural, dever-se-ia incluir na agenda um papel mais ativo das instituições regulatórias. As mudanças institucionais dos anos 1990 que introduziram as agências regulatórias não contemplaram o que pode ser considerado como o aspecto mais nobre de suas atividades: o de estímulo e indução de comportamentos inovativos por parte das empresas. Apesar de ser absolutamente claro que a agenda sob a qual esta mudança institucional ocorreu foi capturada por sua dimensão financeira, não deixa de ser paradoxal que tanto a experiência internacional quanto a prévia experiência brasileira houvessem demonstrado o papel virtuoso que a regulação pode ter com relação à inovatividade. No nosso caso, pode-se lembrar que, ao longo dos anos 1970 e 1980, o Banco Central utilizou o seu poder regulatório para forçar os principais bancos brasileiros (em processo de conglomeração naquele período) a introduzir uma série de inovações. Esta ação regulatória resultou num processo de automação bancária dos mais modernos em escala mundial e na constituição de um sistema de produção e inovação com características únicas e locais e que contemplam grandes empresas, como a Itaútec.

A agenda de políticas deveria também ser capaz de introduzir mudanças tópicas na política atual. De forma não exaustiva, deve-se, em primeiro lugar, reconhecer que a existência de muitos instrumentos que muitas vezes concorrem entre si deveria ser reavaliada. A política deveria ser mais refinada, combinando diferentes instrumentos (por exemplo, financiamento e subvenção). Em segundo lugar, ser capaz de reconhecer as limitações e ineficiências da subvenção econômica (que de fato se centra na P&D) a centenas de empresas e transformá-las em uma subvenção a arranjos produtivos e inovativos em um número muito mais restrito de áreas e tecnologias críticas. A exemplo do sistema indiano de dois tempos, o apoio a conjuntos e consórcios de firmas e instituições garantiria um maior foco da política e permitiria um maior acompanhamento e avaliação.

Inovação tecnológica e indústria aeronáutica

Emilio K. Matsuo¹

A inovação é um elemento central para a consecução de diferenciais competitivos na indústria aeronáutica (SHERRY, SARSFIELD, 2002). E, dentre os diversos tipos de inovação, a inovação baseada na introdução de novas tecnologias tem historicamente se mostrado aquela com maior potencial de geração de competitividade, resultando em mudanças na própria estrutura da indústria (PHILLIPS, 1971; PHILLIPS, 1966).

Portanto, é essencial para as empresas que competem na indústria aeronáutica gerarem continuamente novas tecnologias e se apropriarem dos benefícios destas novas tecnologias por meio da incorporação em produtos inovadores, que vão garantir a competitividade e perpetuação da empresa.

Entretanto, existem diversas externalidades ligadas à capacidade de inovação tecnológica na indústria aeronáutica (BALAGUER *et al*, 2008). Dentre estas externalidades estão a forte regulamentação da indústria, os impactos ambientais das operações aeronáuticas, o grande transbordamento tecnológico, o impacto econômico positivo e a importância estratégica da indústria para as nações.

A dinâmica colocada por estas externalidades levou à construção de uma indústria *sui generis*, com características muito especiais no que tange a inovação tecnológica. Hoje, as características centrais da indústria aeronáutica são:

- Poucas empresas como *prime contractors*, com baixa verticalização;

¹ Vice-Presidente Executivo de Desenvolvimento Tecnológico e Projetos Avançados da Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A (Embraer).

- Mercado altamente regulamentado;
- Intensiva em conhecimento; e
- Ciclos de maturação da tecnologia muito longos.

Em consequência destas características, o processo de pesquisa & desenvolvimento (P&D) na indústria aeronáutica acabou por adquirir um funcionamento distinto daquele observado na maioria das outras indústrias, mesmo nas de alta tecnologia (BALAGUER, 2005).

Na indústria aeronáutica, antes que as atividades de P&D competitivo (desenvolvimento de produto) sejam realizadas, é necessário desenvolver as tecnologias, de maneira a assegurar um nível de maturidade adequado, minimizando os riscos dos projetos de produto. Isto implica um ciclo de desenvolvimento tecnológico longo e dispendioso (Figura 1), em que é fundamental o envolvimento das empresas que vão industrializar a inovação tecnológica, especialmente por causa da forte influência do *learning by doing* (ROSENBERG, 2006).

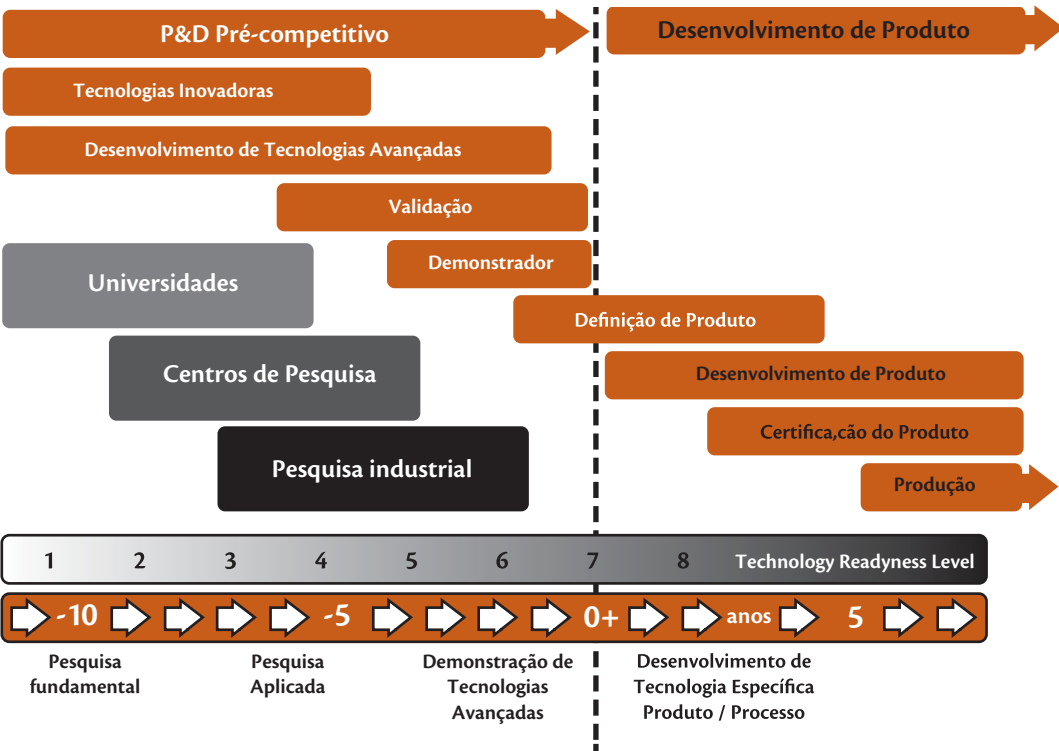


Figura 1. Ciclo de P&D na indústria aeronáutica (adaptado de VON BOSE, 2002 e KELLEY-WICKE-MEYER, 2003)

Do ponto de vista de capacidade de financiamento, este modelo de P&D implica a existência de um momento crítico no ciclo de inovação tecnológica no que tange ao interesse em financiar o desenvolvimento (Figura 2).

1. Políticas públicas de fomento à P&D aeronáutica no Brasil e no mundo

Dadas as características anteriormente descritas, pode-se observar a forte influência das políticas públicas na P&D da indústria, com políticas nacionais de apoio à indústria que transcendem os suportes esporádicos e genéricos (i.e. política industrial vertical, sob a ótica de política de estado) (MOWERY, 1985; MOWERY, ROSENBERG, 2006; FREEMAN, SOET, 1997; BALAGUER *et al*, 2008).

Estas políticas governamentais para a indústria aeronáutica observadas em países europeus, nos EUA e no Canadá, “têm sido em parte responsável por esses históricos de inovação e aumento de produtividade” (MOWERY, ROSENBERG, 2006, p. 246). Quando comparado com o resto da economia, fica clara a forte participação governamental na P&D aeronáutica norte-americana. Historicamente, considerando apenas o setor aeronáutico, o valor do suporte governamental para a P&D é de cerca de 85% dos gastos totais (MOWERY, 1985). É ainda importante destacar que a maior parte deste suporte é dado diretamente para que a indústria execute a P&D. Esta forte presença do estado na P&D, principalmente na fase pré-competitiva, é vital na questão da escala da P&D, de suma importância para eficiência econômica da atividade (NELSON, WINTER, 2006, p. 550)

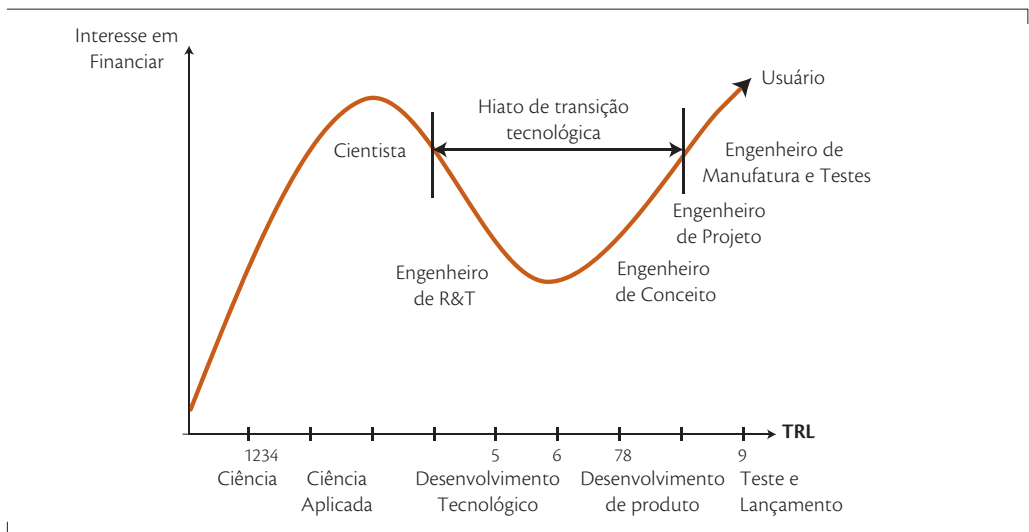


Figura 2: Hiato de transição tecnológica (adaptado de Boeing)

No Brasil, apesar de a indústria existente, com suas vantagens comparativas, ser resultado de uma decisão de estado há mais de cinquenta anos, não há atualmente nenhuma política dedicada ao setor. Apenas recentemente, o governo colocou a indústria aeronáutica como uma das prioridades na política de desenvolvimento produtivo, indicando a importância desta indústria para o crescimento economicamente sustentável do país, mas sem um caráter vertical.

O setor aeronáutico é um setor de alta intensidade tecnológica – o único que apresenta saldo comercial positivo e um dos que o Brasil tem maior quantidade de vantagens comparativas instaladas, inclusive contanto com uma empresa âncora de grande porte e relevância internacional. Esta situação coloca o Brasil em uma posição privilegiada frente à grande maioria das nações, mesmo as mais desenvolvidas.

Dada a intensidade em conhecimento e capital típica da indústria aeronáutica, a Embraer é um dos principais contribuintes para o nível de P&D privada no Brasil. Isto se reflete na alta intensidade tecnológica da Embraer, comparativamente ao agregado nacional (Figura 3). Investir em P&D no setor aeronáutico implica, portanto, um potencial muito grande de produzir resultados positivos para aumentar o nível de investimento privado em P&D.

2. Inovação tecnológica e o potencial de crescimento da indústria no Brasil

A indústria aeronáutica apresenta um caráter estruturalmente aberto, devido à baixa verticalização do setor. Isto significa que os fabricantes de aeronaves atuam mais fortemente como grandes integradores, com um segundo nível, em que se encontram as grandes empresas multinacionais que participam do processo de codesign e agregam valor tecnológico, e um terceiro nível, em que se encontram os fornecedores, que entregam componentes e serviços (Figura 4).

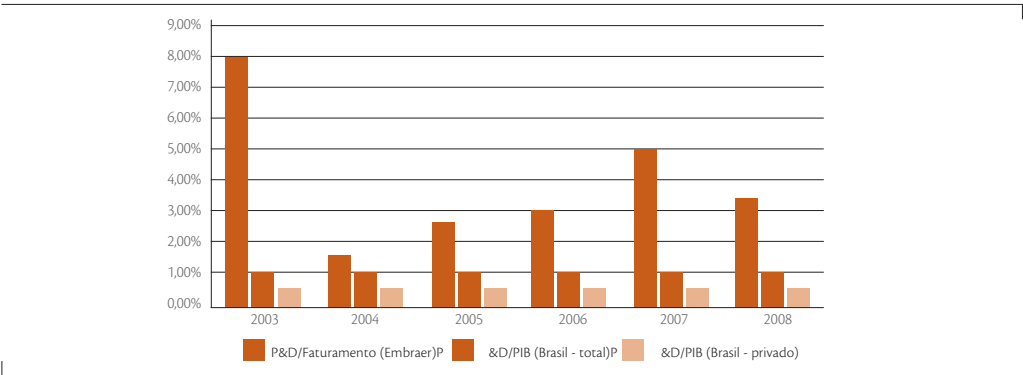


Figura 3. Intensidade tecnológica da indústria aeronáutica (dados: Embraer e MCT)

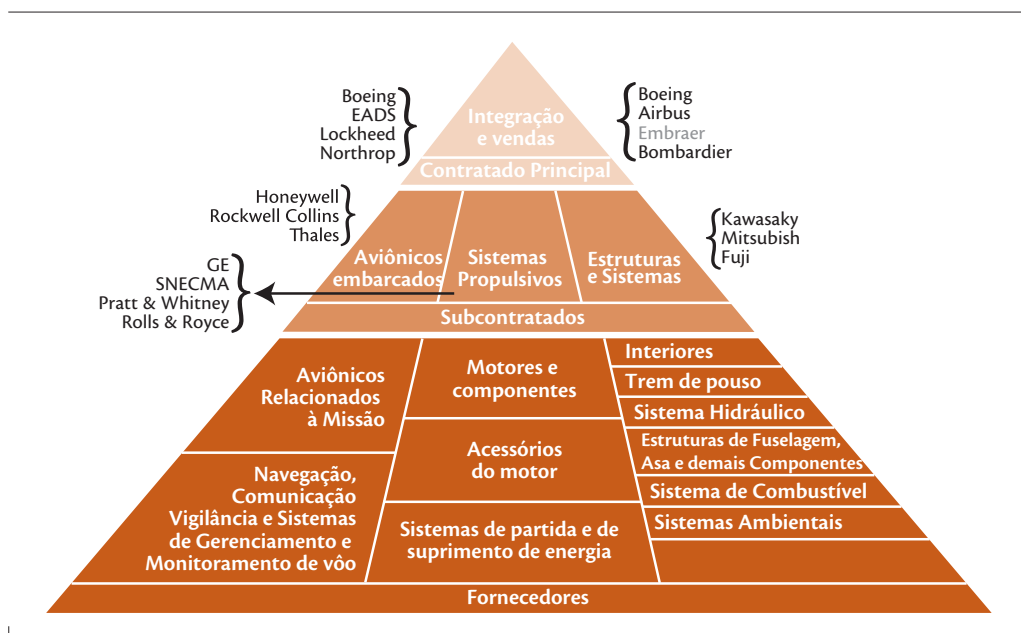


Figura 4. Estrutura da cadeia produtiva na indústria aeronáutica (adaptado de PINELLI et al., 1997)

Dada esta estrutura, e devido à alta intensidade da tecnologia, a inovação acaba ocorrendo em todos os níveis. Um exemplo recente são os motores, que estão anunciando ganhos expressivos em consumo com as tecnologias que os fabricantes pretendem disponibilizar no final da próxima década.

Um aspecto importante é que, em função da especificidade e do alto investimento necessário, uma empresa só consegue sobreviver se ela atuar globalmente, qualquer que seja o nível da cadeia em que ela atue, salvo raras exceções. Outro aspecto importante é que o nível de investimento é muito alto para atingir-se a maturidade de aplicação das tecnologias, em função do alto custo dos demonstradores.

Além disso, para um bom leque das tecnologias usadas no avião, o investimento em ciência acaba não sendo o foco do fabricante de aeronave, pois ocorre em um ponto distante da cadeia. Isto implica a necessidade de colaboração cada vez maior entre os diferentes níveis da cadeia produtiva para garantir que haja inovação de forma adequada.

Portanto, de maneira a garantir que estas empresas fornecedoras façam parte, de maneira competitiva, da cadeia de suprimentos da indústria, deve-se construir as bases para que estas empresas nacionais sejam inovadoras. Isto, inclusive, visa garantir que estas empresas sejam fornecedores na cadeia global, não ficando ligadas unicamente à Embraer.

A baixa intensidade atual da cadeia produtiva no Brasil pode ser observada pelo nível de emprego em relação à empresa âncora (Tabela 1).

É justamente este ponto que demonstra o potencial de crescimento do setor. Se estas empresas que compõem o setor nacional conseguirem atingir patamares internacionais de inovação e competitividade, há um enorme potencial de criação de novos empregos de alto nível.

Tabela 1. Perfil dos empregos na indústria aeronáutica; 2008 (dados AIAB)

País	Brasil	EUA	Canadá	Europa
Empresa âncora	Embraer	Boeing	Bombardier	Airbus
Total de empregos na indústria aeronáutica nacional	27.000	657.000	80.000	640.000
Empregos na empresa âncora	21.500	160.000	32.000	52.000
% dos empregos totais localizados na empresa âncora	80%	24%	40%	8%

Isto implica que pode haver um incremento no nível de investimentos privados em P&D, pois uma vez inseridas competitivamente na cadeia global, estas empresas construirão esforços permanentes de capacitação tecnológica e inovação.

Este panorama coloca um desafio chave para a indústria aeronáutica nacional, que é buscar o adensamento da cadeia nacional pela via da inovação.

3. Proposta de um novo modelo de fomento

3.1. Panorama atual

Uma análise da atual estratégia de suporte público à inovação tecnológica na indústria aeronáutica brasileira, e especialmente segundo o modelo de fomento que compõe a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), pode-se divisar claramente três pilares:

- Competitividade da empresa âncora;
- Vanguarda tecnológica e
- Adensamento da cadeia.

Cada pilar conta com uma gama de políticas voltadas especificamente para suas finalidades (e.g. estabelecimento de infraestrutura para atingir vanguarda tecnológica, ou mecanismos de renúncia fiscal para suportar o desenvolvimento de produtos e financiamento para vendas que garantem a competitividade da empresa âncora). Há ainda uma visão mais sistêmica da política que compõe uma série de instrumentos atuando nas intersecções dos pilares, compondo um plano de políticas mais eficiente e eficaz (Figura 5).

A PDP, bem como diversas iniciativas dos governos estaduais e federal, congrega e estabelece mecanismos importantes para estas áreas de intersecção (apesar de haver ainda diversos pontos de melhoria, principalmente no que concerne à operacionalização). Dentre os mecanismos de destaque que já existem, podemos destacar:

- Intersecção “Adensamento de Cadeia-Competitividade da Empresa Âncora”: questão de assimetria tributária resolvida parcialmente por via da Emenda nº 42 da MP470; recursos para empréstimos da Finep e do BNDES/Pró-Aeronáutica (desenvolvimento de produto e apoio industrial); e centros de formação de recursos humanos (Faculdade de Tecnologia (FATEC), do governo do estado de SP - de São José dos Campos).
- Intersecção “Competitividade da Empresa Âncora-Vanguarda Tecnológica”: CT-Aero; recursos de subvenção da Finep e recursos da Fapesp.
- Intersecção “Adensamento de Cadeia-Vanguarda Tecnológica”: BNDESPar (participação acionária em empresas de base tecnológica).

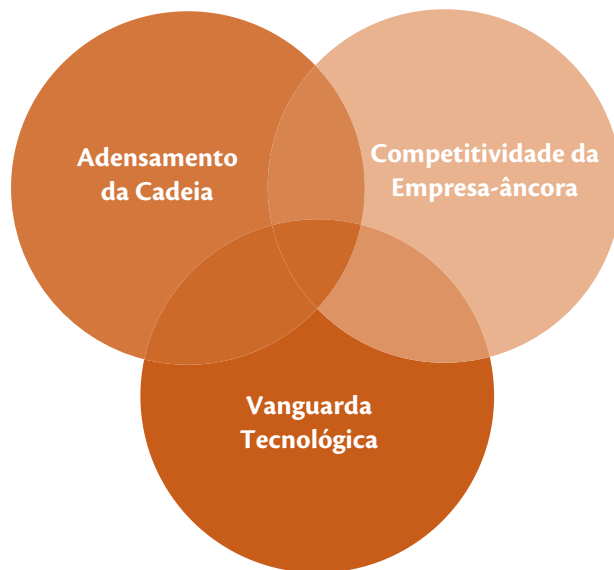


Figura 5: Panorama das PDP e os pilares de desenvolvimento da indústria aeronáutica

4. O hiato crítico

Quando se analisam as políticas públicas atualmente disponíveis no Brasil de acordo com o referencial dos pilares acima exposto, fica evidente que há um hiato notável justamente no ponto de intersecção dos três pilares. Hoje, este ponto, que é o de maior sinergia dos objetivos da política pública, está descoberto em termos de instrumentos de política.

O instrumento típico para atuar nesta interseção central é a Encomenda de Plataformas Demonstradoras de Tecnologias. Este instrumento utiliza o poder de compra do Estado para fomentar diretamente o aprendizado tecnológico das empresas que compõem o *cluster* aeronáutico nacional. Este instrumento apresenta alguns benefícios significativos frente a outras abordagens:

- Trabalha com uma agenda tecnológica comum para o setor;
- Usa uma abordagem tecnológica integrada;
- Envolve o *cluster* no processo de P&D pré-competitiva;
- Leva em conta a complexidade sistêmica;
- Acelera o amadurecimento e aprendizado;
- Aumenta a competitividade do *cluster* como um todo.

Esta abordagem permite que os governos complementem a lógica mais tradicional de fomentar o lado da oferta de inovação, por meio de instrumento que vise a uma mudança dos custos relativos da P&D, e.g. renúncia fiscal e subvenção (OECD, 2002, p. 7). Desta maneira, com uma lógica de fomento ao lado da oferta de inovações, direcionada por meio da inovação, pode-se atingir uma desejável situação de equilíbrio entre os racionais de política pública de fomento (MOWERY, ROSENBERG, 2006).

Uma análise do panorama de políticas de incentivo à inovação tecnológica aeronáutica nos países concorrentes do Brasil evidencia que este tipo de instrumento é utilizado em larga escala, especialmente por apresentar o melhor retorno em termos de competitividade para a indústria nacional. Exemplos destes instrumentos ao redor do mundo são:

- *Clean Sky* (Europa): é um dos casos mais exemplares deste instrumento. Trata-se de um conjunto de encomendas, contratadas pelo governo às empresas âncoras de cada segmento do setor localizadas na Europa, para desenvolver protótipos em escala real de produtos, incorporando tecnologias avançadas. Para a execução do projeto, orçado em €1.6 bilhão, estão envolvidas 54 empresas (destas, 20 são PME), 15 institutos de pesquisa e 17 universidades. Os objetivos do projeto são derivados da visão de longo prazo da indústria, construída e executada mediante uma governança compartilhada.

- *Open rotor propulsion airframe aeroacoustics experiment* (EUA): outro caso interessante, em que a NASA contratou a Boeing (empresa âncora) para desenvolver um protótipo com foco na nova geração de motores aeronáuticos, tida como um dos elementos tecnológicos centrais para o futuro da aviação. No contrato de US\$ 60 milhões, estão envolvidas, além da Boeing, como líder do projeto, grandes empresas, como a Lockheed-Martin e a Northrop Grumman, e médias empresas como, Analytic Services and Materials.
- *Future Major Platforms* (Canadá): a associação das indústrias aeroespaciais canadenses está pleiteando para o governo, com aparente sucesso, a consolidação de um instrumento praticamente igual ao *Clean Sky* europeu. Neste instrumento, com base na visão futura elaborada pelo setor, o governo encomendaria a um consórcio de empresas, lideradas pela Bombardier, a construção de um protótipo incorporando novas tecnologias.

5. O modelo proposto

Para garantir a manutenção das vantagens comparativas nacionais e fomentar o adensamento da cadeia aeronáutica com um viés de inovação tecnológica, o Brasil deveria implementar um instrumento de encomenda semelhante ao descrito acima.

Este instrumento de Encomenda de Projetos de Plataformas Demonstradoras de Tecnologias tem como características principais:

- Projeto de construção de um protótipo que incorpore diversas tecnologias ainda em fase de desenvolvimento;
- Base nos desafios propostos por uma agenda de longo prazo comum ao setor e dadas as vantagens comparativas instaladas;
- Envolvimento – e desenvolvimento – do *cluster*: empresa âncora; PME já instaladas; novas PME de base tecnológica; empresas de outras indústrias com competências complementares; e ICT; e
- Utilização de um mecanismo (compras governamentais) já previsto na Lei da Inovação.

Com esta iniciativa, deve-se formar o núcleo de uma política industrial de Estado para o setor, fomentando as condições para a competitividade futura de todo o *cluster* e potencializando-se os benefícios para a indústria nacional.

Além disso, o uso deste tipo de instrumento é um caminho na direção de um racional de política *mission-oriented*, que é amplamente utilizado nas políticas de P&D das economias desenvolvidas, mas ainda pouco representativo no Brasil (MOWERY, 2009). Esta orientação de política,

complementar à abordagem tradicional de falhas de mercado, representa um canal importante para o Estado estimular a consecução de metas estratégicas nacionais.

6. Conclusão

A indústria aeronáutica é um privilégio de poucas nações e resultado de grandes investimentos de longo prazo. Entretanto, a manutenção das vantagens comparativas depende de um contínuo processo de aprendizado tecnológico por parte das empresas que constituem a indústria e, assim, do desenvolvimento de inovações tecnológicas.

O desenvolvimento de inovações tecnológicas na indústria aeronáutica segue uma lógica que torna a mobilização de investimento privado para este fim insuficiente. Para suplantar isso, os países têm criado uma série de instrumentos, com base em uma política de Estado, para fomentar a P&D e a inovação nesta indústria.

Um dos instrumentos que tem se verificado como mais eficiente e eficaz é a encomenda de projetos de Plataformas Demonstradoras de Tecnologias. Verifica-se a larga utilização deste instrumento nos principais países que possuem empresas aeronáuticas.

É fundamental para o Brasil implementar um instrumento desta natureza. Somente desta maneira será possível assegurar a competitividade da indústria nacional, adensar a cadeia produtiva e gerar o transbordamento tecnológico e econômico típicos desta indústria e de basilar importância para o país.

Referências

BALAGUER, Denis L. et al. "R&D Public Policies for the Aeronautical Industry: an empirical comparative analysis between Brazil, USA and Europe." *Proceedings of the International Schumpeter Society Conference*, 2008.

BALAGUER, Denis Lima. *E o futuro, de que é feito afinal? Acerca de uma hipótese sobre a natureza do futuro e de uma proposta para prospectiva tecnológica*. 2005. 106 f. Tese de mestrado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

FREEMAN, Chris; SOET, Luc. *The Economics of Industrial Innovation*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1997. 470 p.

KELLEY-WICKEMEYER, Bob. *Technology Readiness & Transition* (2003). Disponível em: <www.coe.faa.gov/images/proceedings/bkelley-wickemeyer_TechTransfer.pdf>. Acessado em 27 de setembro de 2004.

MOWERY, David. "Federal Funding of Research and Development in Transportation: the case of aviation". In: SEM. *Papers Commissioned for a Workshop on the Federal Role in Research and Development*. Washington, DC: NAP, 1985. p 301-345.

MOWERY, David C. "What does economic theory tells us about mission-oriented R&D?" in: FORAY, Dominique (Ed.). *The New Economics of Technology Policy*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2009. p. 131-147

MOWERY, David; ROSENBERG, Nathan. "Mudança Técnica na Indústria de Aeronaves Comerciais, 1925-1975". In: ROSENBERG, Nathan. *Por Dentro da Caixa Preta*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006. p. 245-266

NELSON, Richard R.; WINTER, Nelson G. *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006. 631 p.

OECD. *Frascati Manual: proposed standard practice for surveys on research and experimental development*. Paris: OECD, 2002. 254 p.

PHILLIPS, Almarin *Technology and Market Structure: a study of the aircraft industry*. Lexington, Massachusetts: Health Lexington Books; Santa Monica, California: Rand Corp., 1971. 233 p.

PHILLIPS, Almarin. "Patents, Potential Competition, and Technical Progress." *American Economic Review*, May 1966. p. 304

PINELLI, Thomas E., et al. *Knowledge Diffusion in the U.S. Aerospace Industry: managing knowledge for competitive advantage*. Greenwich, CT: Ablex Publishing Corporation, 1997, 1052 p.

ROSENBERG, Nathan. *Por Dentro da Caixa Preta*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006. p. 245-266

SHERRY, Lance; SARSFIELD, Liam. *Redirecting R&D in the Commercial Aircraft Supply Chain*. Rand Issue Paper, Mimeo, 2002.

VON BOSE, Herbert. *Aerospace Research in the European Union (2002)*. Disponível em:<http://www.forfas.ie/events/eufp/fp6_eu_aerospace_research_Herbert%20Von%20Bose%20final.pdf>. Acessado em 23 de setembro de 2004.

Relatório da sessão “Indutores de investimento para inovação”

Júlio Cesar Ramundo¹

O objetivo da mesa foi discutir os indutores de investimentos em inovação no Brasil. A primeira apresentação coube a Emilio Matsuo, vice-presidente executivo de tecnologia da Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A (Embraer).

Matsuo defendeu o papel central da inovação na indústria aeronáutica: a inovação não é apenas um diferencial de competitividade, ela é uma característica chave, presente em qualquer firma de destaque na indústria. Na maior parte dos casos, uma empresa nesse ramo não conseguirá dar continuidade às suas atividades se não desenvolver, continuamente, novos produtos e introduzir novas tecnologias.

Uma das dificuldades encontradas por essa indústria é a chamada etapa de P&D pré-competitiva, em que a atratividade para investimentos é baixa. Há um hiato entre a fase de pesquisa básica, com elevado conteúdo científico, e o desenvolvimento do produto. Ou seja, o hiato se dá na fase de desenvolvimento tecnológico, em uma etapa em que, por um lado, a pesquisa não é mais puramente acadêmica e financiada pelo Estado, e por outro, as incertezas quanto ao mercado e aplicabilidade das descobertas ainda são grandes para atrair investimentos privados.

A indústria aeronáutica é considerada estratégica em todo o mundo, havendo políticas públicas nos principais países para fortalecer o setor nacional. No Brasil, ela está incluída na Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP). O objetivo declarado, no caso da indústria aeronáutica, é conquistar mercados e fortalecer a posição industrial brasileira. A Embraer tem conseguido se desenvolver e se manter na vanguarda tecnológica, aplicando 5% da sua receita líquida em P&D

¹ Superintendente da Área Industrial do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

e em processos inovativos. Matsuo lembrou ser esse o único setor de alta intensidade tecnológica cujo saldo na balança comercial brasileira é positivo.

O setor aeronáutico brasileiro é pouco verticalizado, com uma ampla quantidade de fornecedores. A cadeia de suprimentos é composta por empresas grandes e também inovadoras. Para a Embraer inovar, é essencial que ela trabalhe conjuntamente com seus fornecedores e que as novas tecnologias estejam presentes ao longo de toda a cadeia. No Brasil, a Embraer emprega 21.500 pessoas, enquanto a cadeia toda possui 27.000 pessoas. Como referência para o país, há os Estados Unidos, cuja empresa aeronáutica nacional (Boeing) emprega diretamente 160.000 pessoas e indiretamente, ao longo de toda a cadeia, 657.000 pessoas.

Emilio Matsuo afirmou que a atuação da Embraer está fundada em três pilares: adensamento da cadeia, vanguarda tecnológica e competitividade da empresa âncora. O intuito é que os pilares estejam interligados e que seja desenvolvida uma plataforma com várias tecnologias e agentes integrados, um *cluster* conexo. Mas no Brasil há um hiato nessa intersecção, não há políticas/instrumentos que suportem essa integração por meio de uma agenda comum de inovação.

Nos Estados Unidos, empresas concorrentes trabalham juntas pelo desenvolvimento de tecnologia. No Brasil, a Embraer pretende ter uma forma de atuação semelhante, envolvendo diferentes empresas, fornecedores e pesquisadores/universidades no processo inovativo. Dentro dessa tentativa de integração, faz-se necessário que novas empresas, de pequeno e médio porte, se insiram na cadeia. Uma importante forma de induzir tal integração, superando o hiato existente e fomentando o setor aeronáutico, é por meio da encomenda de projetos de plataformas demonstradoras de tecnologia. Há casos europeus e americanos em que esse tipo de projeto foi bem-sucedido.

Matsuo finalizou o seu discurso, afirmando que a Embraer já é uma empresa reconhecida mundialmente, mas que ainda são muitas as possibilidades de melhoria, principalmente se a compararmos com outras firmas estrangeiras da indústria aeronáutica. A competitividade, inovação e integração dos diferentes elos da cadeia são fundamentais para que a empresa continue obtendo êxito em suas atividades.

O segundo palestrante foi o Brigadeiro Gilberto Rigobello, diretor de relações internacionais da Vale Soluções em Energia S.A (VSE). Trata-se de uma empresa criada em dezembro de 2007 com 52% de capital da Vale, 45% do BNDES e 3% da Sygma Tecnologia.

A meta da VSE é se tornar uma empresa mundial, que ofereça serviços de energia sustentáveis, competitivos e eficientes. A exemplo da Embraer, ela não pretende ser uma empresa verticalizada. A preferência tem sido firmar parcerias com fornecedores e com universidades. Como exem-

plo, citou que, atualmente, a VSE trabalha junto ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) para criar um programa de pós-graduação em desenho e constituição de turbinas, pois há uma carência de recursos humanos capacitados no Brasil com essa formação.

Entre os produtos que serão oferecidos pela VSE constam: motores movidos a etanol, motores movidos a gás, motores híbridos das duas modalidades anteriores, gaseificadores, turbinas a gás, etc. Para tanto, maquinários ainda estão sendo instalados e um centro tecnológico se encontra em construção em São José dos Campos (SP).

Um dos projetos da VSE tem como objetivo gerar inclusão social na Amazônia por meio da universalização do uso de energia elétrica sustentável. Nesse programa, o diesel será substituído pelo etanol e todo o bagaço e demais restos da cana serão transformados em gás para a produção e distribuição de energia na região, contribuindo para a maior sustentabilidade do ciclo do etanol.

O Brigadeiro Rigobello finalizou a sua apresentação, afirmando que o Brasil desenvolveu grande expertise na produção de cana-de-açúcar e que, por isso, deve induzir o cultivo e a utilização dessa *commodity* em outros países. Uma ideia seria transferir uma parte da produção e tecnologia brasileiras para a África e também para a Ásia.

O relator da mesa, superintendente da área industrial do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) destacou a importância do papel do banco no financiamento dos projetos de inovação das duas empresas que se apresentaram (Embraer e VSE), ressaltando ser muito mais um viés de seleção do que algo representativo do cenário industrial brasileiro.

Desde o desenvolvimento para a fabricação do modelo de avião ERJ 145, nos primeiros anos após a privatização, que a Embraer tem o BNDES como parceiro. Apesar de todo o sucesso e crescimento da Embraer, em mais de quinze anos não se observou a formação de uma cadeia de fornecedores nacionais competitivos e inovadores em caráter sistemático. Trata-se de um desafio, pois essa é uma cadeia ainda fragmentada em um setor extremamente exigente e competitivo.

A VSE é uma parceira mais recente do BNDES, que tem grande expectativa quanto ao futuro da empresa, haja vista a relevante participação do banco em seu capital. O Brasil desfruta atualmente de posição de grande destaque internacional na cadeia do etanol. Entretanto, seu posicionamento, no que diz respeito à liderança tecnológica, poderá ser desafiado nos próximos anos. Os países centrais vêm aplicando significativos montantes de recursos em pesquisas no etanol de segunda geração, por exemplo. Não está claro se o sistema nacional de inovação e, mais importante, se as empresas dessa indústria têm aplicado esforços sistemáticos na linha de nova geração tecnológica de biocombustíveis e de toda a gama de produtos potencialmente derivados

da cultura da cana. Há fragilidades em vários elos dessa cadeia e o caso da VSE, infelizmente, não parece ser representativo da indústria nacional de bens de capital, por exemplo.

Nesse sentido, os casos de VSE e Embraer demonstram ser exceções na indústria nacional e a atuação do BNDES reflete esse quadro. A atuação tradicional do banco sempre esteve centrada na criação e na expansão da capacidade produtiva, em várias situações com absorção de novas tecnologias. Se é verdade que há mais de quarenta anos o Banco atuou no desenvolvimento tecnológico por meio de um fundo específico, posteriormente transferido para a Finep, é preciso também reconhecer que até recentemente o tema inovação não fazia parte da agenda central da instituição.

De fato, salvo nas atividades de capital de risco, o apoio na forma de financiamento a projetos de cunho inovador reinaugurou-se no banco no esteio de setores ou indústrias tipicamente criativas, como foi o caso dos programas especificamente desenhados para o *software* e a farmacêutica. Posteriormente, várias características desses programas foram levadas a outras linhas do BNDES, de forma que o banco hoje conta com todo um arsenal de instrumentos e linhas para o financiamento à inovação. De posição marginal, circunscrita a indústrias que se confundem com o tema, a inovação passou a figurar como item central na agenda estratégica do BNDES. Trata-se de processo não desprezível para uma instituição que construiu grande parte de sua história no financiamento do investimento tangível.

O BNDES tem empenhado esforços em disseminar para todo o seu corpo funcional a importância da inovação na agenda do desenvolvimento e para o sucesso das empresas em mercados competitivos. Atualmente, já existem instrumentos de renda fixa, renda variável, participação acionária, programas como o Funtec (não reembolsável) e o Criatec (empresas de capital semente) e linhas do Cartão BNDES que são específicas para empresas com projetos de inovação.

Apesar de toda a centralidade que o tema possa vir a desfrutar em uma agência de fomento do porte do BNDES, deve ser ressaltado que a mera existência de mecanismos de financiamento não garante, como muitos podem acreditar, a ampliação de iniciativas de inovação nas empresas brasileiras. Esse é precisamente o ponto mais importante a ser ressaltado: linhas de financiamento por si só não garantem a indução à inovação. Cabe fundamentalmente às empresas a tarefa de incluir a inovação como item central de suas estratégias competitivas, algo que infelizmente não tem sido observado, com raras exceções, no padrão do desenvolvimento brasileiro.

O coordenador da mesa e professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), José Eduardo Cassiolato, foi o último integrante a se pronunciar. Ele recordou que indutores, palavra presente no título da palestra, são formas de motivar mudanças nas estratégias empresariais. Há atualmente no Brasil muitos instrumentos para incentivar a inovação: poder de compra do Estado, incentivos fiscais, taxas de juros reduzidas e arranjos híbridos que estimulem a relação entre

entidades, como empresa e academia, são exemplos de instrumentos que poderiam induzir a inovação. No entanto, esses instrumentos atingem as empresas de forma diferenciada, têm auxiliado, mas não têm conseguido fazê-las modificar suas estratégias.

Há casos bem-sucedidos em pequenas empresas que trabalham em nichos. Mas os incentivos não têm sido suficientes para constituir novos setores, o Brasil ainda carece de elos dentro das diferentes cadeias. O processo inovativo é mais amplo e mais complexo do que a forma como é usualmente concebido.

De acordo com Cassiolato, o país tem alguns desafios pela frente. O professor afirmou que o Brasil é mais inovativo do que se imagina, mas muito menos do que é necessário. Apresentamos algumas boas estatísticas, no entanto os indicadores são ruins como um todo. Outro fato enfatizado é que apoios a projetos de P&D são importantes, mas inovação é um corolário de decisões de investimento que fazem parte de uma estratégia mais ampla. Inovação é um processo sistêmico, mais vasto do que P&D.

O professor reafirmou que existem atualmente no Brasil muitos instrumentos criados para induzir a inovação. Contudo, eles competem entre si. Isso deve ser modificado para que haja complementaridade entre esses instrumentos. Mais um ponto levantado por ele foi a necessidade de que as subvenções não sejam apenas para P&D. Elas devem incentivar arranjos produtivos de cooperação que tenham como resultado produtos que possam ser levados a mercado.

Outro desafio mencionado por Cassiolato é o de firmar parcerias público/privada visando à sustentabilidade. Há pequena integração entre os diferentes agentes que atuam com a inovação no Brasil. Esse é um fato que deve ser revertido se o país objetiva uma política de ciência, tecnologia e inovação consistente no longo prazo. Mais um ponto salientado pelo professor é a necessidade de que as inovações sejam pensadas no mercado interno. Para isso, deve-se investir em conhecimentos e capacitações locais. Também se deve cobrar que as empresas brasileiras se especializem, deixem de produzir apenas *commodities* e agreguem maior valor aos seus produtos.

Com o final da apresentação do coordenador, iniciou-se o debate. As perguntas foram feitas por escrito e deveriam ser encaminhadas à mesa, onde eram direcionadas aos respectivos palestrantes.

Ao questionamento de como a Embraer pretende acelerar a relação indústria/universidade dentro da sua cadeia, Matsuo citou alguns exemplos: o desenvolvimento de um robô de montagem estrutural com o ITA e a atuação conjunta com faculdades de São Paulo, Santa Catarina e Pernambuco no desenvolvimento de conforto de cabines do modelo 145. Quando lhe foi perguntado se a indústria aeronáutica brasileira deve desenvolver ou copiar novas tecnologias, ele respondeu que nessa indústria essa não era uma opção. Ou a Embraer desenvolve sua tecnologia,

ou deixará de existir, pois as outras empresas concorrentes patenteiam todas as inovações. Uma pergunta final dizia respeito às formas de proteger o conhecimento e tecnologias da empresa. Matsuo afirmou que o *know how* nessa indústria é simples, mas o *know why*, ou seja, o porquê da fabricação de determinado componente ou produto deve ser cuidadosamente protegido, pois nele é que se encontra o valor da empresa.

Rigobello também respondeu à questão sobre a cópia ou o desenvolvimento de tecnologia pela empresa. Afirmou que as tecnologias não devem ser importadas (ou transferidas) e sim desenvolvidas conjuntamente e de forma ativa pelas empresas sediadas no Brasil, mesmo com eventuais dificuldades. É por isso que a VSE tem buscado convênios e o trabalho junto a universidades. Citou, nesse sentido, o caso da turbina que vem sendo desenvolvida pela VSE. Trata-se de componente que a empresa vem tendo mais dificuldades em desenvolver, por conta da carência de recursos humanos brasileiros capacitados para isso.

Para o relator, foi dirigida uma pergunta acerca do papel do BNDES nos financiamentos em inovação para micro, pequenas e médias empresas. Ele afirmou que existe o Programa Criatec, que é um fundo de capital semente que objetiva a capitalização das micro e pequenas empresas inovadoras. O Prosoft, programa que apoia a indústria nacional de *software* e serviços de tecnologia da informação (TI), já atendeu a mais de 90 firmas brasileiras, sendo dois terços delas pequenas e médias empresas. O cartão BNDES, com uma nova linha para inovação, também contribui para o apoio financeiro do banco a empresas menores.

O relator também foi questionado sobre a participação do BNDES na área de defesa. Ele respondeu que o banco segue as diretrizes da PDP no âmbito de defesa. Defendeu que a maior dificuldade não é quanto à existência de linhas de financiamento. Instrumentos existem, no entanto construir uma base empresarial sólida é um grande desafio. As empresas relutam a entrar nesse setor diante da incerteza quanto à manutenção e perenidade das compras governamentais. Por fim, houve questionamento específico sobre o financiamento a parques tecnológicos. A resposta tratou da natureza de tais investimentos, que em muitos casos tornam-se empreendimentos imobiliários, com pouca vinculação a atividades realmente inovadoras. De todo modo, o BNDES tem apoiado centros de pesquisa e o próprio Criatec replica algo similar a um parque tecnológico, vez que está organizado em torno de universidades e de centros de geração de novas tecnologias.

Em suas considerações finais, José Eduardo Cassiolato enfatizou a necessidade de que arranjos produtivos sejam organizados, além de falar da importância de uma maior interação entre os diversos agentes e instrumentos inovativos. Também discorreu sobre a necessidade de se vincular apoios sociais a apoios a ciência, tecnologia e inovação. O professor finalizou, afirmando que financiamento, cooperação e participação empresarial são essenciais nessa empreitada em prol da inovação.

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

Demandas de mercado por CT&I

Competitividade por meio de alianças estratégicas

Guilherme Marco de Lima¹

A competitividade do Brasil no cenário internacional está fortemente ligada ao desenvolvimento tecnológico. O Brasil parece ter compreendido esta questão e vem tomando medidas importantes nos últimos anos para criar um ambiente propício à inovação e que terão reflexos positivos no médio e longo prazo.

Desde o fim dos anos de 1990, existem os fundos setoriais, que trouxeram estabilidade de recursos para o setor e incluíram a sociedade no processo de decisão. A última década foi marcada pelo estabelecimento de uma visão estratégica de longo prazo, destinação de recursos para estimular a inovação, além da criação de incentivos para contratação de pesquisadores e de atividades de pesquisa e desenvolvimento nas empresas.

As ações demonstram que o país caminha na direção correta, contudo somente a partir da aliança estratégica entre três atores principais, empresa, meio acadêmico e governo, será possível dar um salto de qualidade no processo de inovação. A atuação articulada e estruturada destes três agentes resultará no aumento da massa crítica capaz de impulsionar o setor ao unir as competências de gestão, de cooperação e de investimento.

O primeiro passo é mudar o foco da política de inovação, de projeto de fomento para programas de fomento. Uma empresa que siga este caminho não deve pensar em terceirizar seu setor de pesquisa e desenvolvimento ou atuar visando ao curto prazo. Cada ator do processo de inovação deve ocupar o papel que lhe cabe e neste caso a interação com universidades é muito mais frutífera quando foca na geração de conhecimento e de recursos humanos qualificados.

¹ Líder em Relações Institucionais em Pesquisa e Desenvolvimento da EMBRACO.

Trabalhar com a perspectiva de programa exige visão de longo prazo, compromisso com a geração do conhecimento. Para isso, a organização vai precisar do apoio do governo, e seus instrumentos de incentivo, e de universidades dispostas a fazer parcerias.

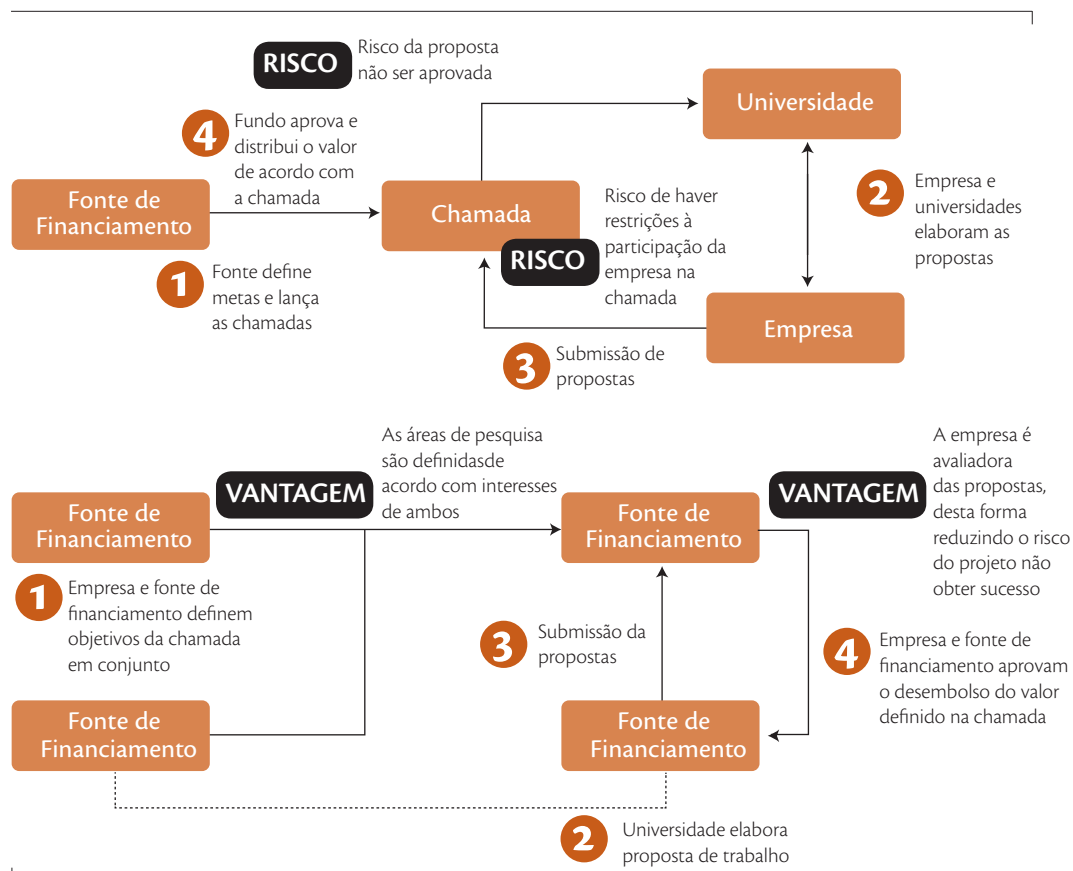
O diálogo entre empresas e universidades deve ser incentivado se queremos mudar nosso patamar de inovação no país. As parcerias aumentam as oportunidades de linhas de pesquisa nas instituições de ensino de acordo com as demandas atuais e tendências do mercado, contribuem para equipar seus laboratórios e oferecem novas perspectivas de pesquisa a seus estudantes, gerando talentos e abrindo portas para possibilidade de contratação em empresas para as quais desenvolveram pesquisas, desde a graduação ao doutorado.

Atualmente, as universidades mantêm os núcleos de inovação tecnológica (NIT), mas ainda é preciso aprofundar o diálogo, visando à formação de alunos diferenciados e à obtenção do suporte necessário para alavancar as pesquisas. O Brasil conta com uma carência de profissionais de engenharia. Este déficit pode ser constatado pelo número de vagas não preenchidas nas universidades brasileiras ou, por exemplo, quando constatamos que, de acordo com o estudo da OCDE, o Brasil formou em 2005 pouco mais de 10% dos alunos em áreas de ciência e engenharia; países desenvolvidos formam no mesmo ano, no mínimo, 50% mais profissionais nesta área. E a China formou aproximadamente quatro vezes mais naquele ano. A parceria envolvendo empresa, universidade e governo pode contribuir para incentivar o ingresso de jovens nos cursos de engenharia, aumentando a oferta de profissionais qualificados e que serão responsáveis por gerar a inovação futura em diferentes setores da economia.

No que diz respeito ao governo, o modelo de apoio não deve ser de fomento pontual a um determinado projeto, já que o principal ganho é intangível – pessoas. Já encontramos iniciativas com foco em programa de fomento e que merecem a análise por parte das empresas. O programa Inova Brasil, da Financiadora de Estudos e Projeto (Finep) é um exemplo. Ele oferece recursos reembolsáveis à organização e adicionalmente destina 10% do montante para a universidade parceira por cinco anos. A criação do instrumento aumenta a capacidade das empresas de gerar inovação, já que estimula a geração de conhecimento (recurso para universidades) com a gestão da inovação na empresa (recurso reembolsável). Para tornar o instrumento ainda mais impactante, é necessário adicionar ao mecanismo a subvenção econômica para as inovações radicais e/ou de grande risco tecnológico que surgirem na universidade parceira.

O estímulo não está restrito à esfera federal. Outra iniciativa que merece menção é a das Fundações de Amparo à Pesquisa dos estados (FAP). Dentre estas, destaque para Minas Gerais (Fapemig). As parcerias com as FAP, de forma inovadora, oferecem às empresas, também, a oportunidade de participar da definição das linhas de pesquisa que serão desenvolvidas pelas universidades. Este perfil propicia o alinhamento da demanda da empresa com o tempo dis-

ponível e com os recursos do fundo, tornando o processo mais assertivo e com visibilidade de cinco a sete anos e não de um ou dois anos, que é o período médio dos projetos de fomento a P&D convencionais.



O compromisso com a inovação pode gerar um importante diferencial competitivo não só para o país, mas para as empresas. Foi o que aconteceu com a Embraco – líder mundial no mercado de compressores para refrigeração – fundada em Joinville (SC), em 1971. Onze anos depois, a empresa firmou a primeira parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que se mantém ativa até hoje.

As pesquisas realizadas conjuntamente foram responsáveis pela geração de conhecimento que culminou com o lançamento do primeiro compressor de refrigeração com tecnologia 100% nacional.

A Embraco historicamente investe cerca de 3% da receita líquida no custeio de P&D e conta com 450 profissionais trabalhando com pesquisa e desenvolvimento no mundo. As ações seguem um

planejamento estratégico de tecnologia de longo prazo e com foco bem definido. A organização também mantém convênios com universidades e institutos de pesquisa em vários países. Cerca de 40% dos pesquisadores da companhia são egressos da parceria empresa-universidade.

Nos últimos anos, a Embraco tem avançado na utilização de políticas de fomento e o resultado mais visível encontra-se na UFSC. Desde 2006, a universidade abriga o POLO, conjunto de 15 laboratórios nas áreas de sistemas de refrigeração, compressores e termofísica, totalizando uma área de 2,5 mil m². O empreendimento foi um investimento conjunto da Embraco e Finep e apoio da Capes/CNPq e FEESC entregue à sociedade em benefício da tecnologia e da inovação e uma prova de que o tripé pode trazer resultados concretos e benéficos para todas as partes envolvidas.

O brasileiro é criativo por natureza. Com o apoio articulado de todos os agentes, poderá dar vazão ao seu talento e construir um país capaz de competir no mercado globalizado. Mas este compromisso não deve estar presente somente em grandes corporações e, sim, participar da concepção de todos os novos negócios, de modo que a inovação seja parte do perfil empreendedor brasileiro.

A internacionalização da inovação empresarial brasileira

Flavio Grynszpan¹

1. O panorama brasileiro

Quando tratamos de inovação empresarial, o Brasil está em uma encruzilhada:

1. É consenso que precisamos ter empresas inovadoras para competir nos mercados mundiais e que a liderança do processo de inovação é do setor empresarial;
2. O governo tem criado legislação favorável para o desenvolvimento de P&D nas empresas, proposto ações, oferecido incentivos fiscais, subvenções econômicas a projetos do setor privado, financiamentos subsidiados, participado no capital de empresas, promovido fusões e aquisições entre grupos nacionais;
3. O governo e o setor empresarial colocaram a inovação na sua agenda prioritária. A política industrial definiu como uma de suas metas o aumento do investimento em P&D do setor privado de 0,51% PIB para 0,65% do PIB.

Mas, até agora, o resultado tem sido muito limitado. Todos reconhecem que as empresas brasileiras investem ainda pouco em inovação.

Alguns argumentam que falta “cultura ou tradição” em inovação no empresariado brasileiro. Outros, que é ainda cedo para medirmos os resultados, pois os instrumentos são muito recentes

¹ Diretor do Departamento de Tecnologia do Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (Ciesp).

e a inovação é um processo de longo prazo. Há ainda outros que culpam o longo período de incertezas na economia, o que levou o nosso empresário a não querer correr os riscos da inovação. Há, também, os que pleiteiam mais incentivos.

Estudo recente realizado pela Fiesp, que envolveu 334 empresas de diferentes portes e setores, concluiu que o fator econômico (carga tributária, juros e câmbio) é o que mais atrapalha o investimento empresarial em inovação. Em seguida, estão os problemas decorrentes do tamanho e da capitalização das empresas (falta de recursos próprios, de pessoal para resolver a burocracia, de recursos para compra de máquinas e tecnologias).

Como este trabalho pretende mostrar, a inovação para as empresas não é um fim em si mesmo. A inovação é uma variável que influencia a sua competitividade. Como as empresas concorrem nos mercados com empresas de outros países e como estes competidores avançam continuamente, precisamos de soluções rápidas para que as nossas empresas consigam se manter competitivas. Se a empresa brasileira inovar menos que os seus competidores, estaremos perdendo competitividade e ficando para trás.

Recente estudo realizado pela Cepal (Folha de São Paulo, 06/04/2010 – página A3) mostra que estamos perdendo mercado em todo o mundo para os chineses (produtos de alta, média e baixa tecnologias), inclusive na América do Sul.

Este trabalho tem como tema a internacionalização da inovação brasileira. Isto nos permite fazer uma análise da nossa situação em relação à de nossos concorrentes mundiais, procurando levantar questões e apresentando algumas propostas para serem debatidas durante a 4ª CNCTI.

Vamos ver o que podemos aprender com nossos concorrentes e como avançar para melhorarmos a inserção de empresas inovadoras brasileiras no mercado internacional.

2. Definição de inovação

Na economia global, o grande desafio para os países é saber capitalizar os seus bens intelectuais e desenvolver tecnologias e negócios inovadores que:

- melhorem a qualidade de vida da população;
- criem competitividade internacional para suas empresas;
- gerem emprego e riqueza para seus cidadãos.

Para as empresas, a inovação cria uma vantagem comparativa, melhorando a sua competitividade e permitindo que elas concorram (com competidores de todo o mundo) para atender a uma oportunidade de mercado ou para criar um novo mercado.

Como veremos mais adiante, a Apple foi escolhida pela revista *Business Week* como a empresa mais inovadora do mundo. Isto se deu não só pelos seus produtos, que estão sempre no estado da arte tecnológica, como também por outras características inovadoras: um modelo de negócio inovador (que traz diversos empreendedores a desenvolver aplicativos para os aparelhos Apple, traz produtores musicais a comercializar suas músicas nas lojas da Apple), um modelo de contrato de distribuição inovador com as empresas de música. A Apple procura agora com o iPad estender este modelo inovador com as empresas de propaganda. Outras companhias, como a Google, são também reconhecidas pelos seus modelos de negócio inovadores. Queremos, com isso, mostrar que há diversos tipos de inovação: inovação em tecnologias, inovação em estratégia, inovação em modelos de negócio e outras. Inovação não é só criar novos produtos, ou desenvolver novos processos que otimizem a fabricação; é também reinventar negócios, criar novos mercados, atender a novas necessidades dos clientes.

Com a Internet, abriu-se também a possibilidade de globalizarmos as novas ideias. Há empresas especializadas em distribuir novas ideias desenvolvidas por cientistas e pesquisadores de todo o mundo. Deste modo, as empresas nem precisam desenvolver suas próprias ideias, elas podem inovar com as ideias dos outros. Por exemplo, a Procter & Gamble tem uma estratégia conhecida como *connect and develop*, por meio da qual a empresa desenvolve 50% de todos os seus produtos novos a partir de conhecimentos obtidos fora da empresa. Ela é o melhor exemplo de sucesso do que conhecemos como *open innovation*.

Neste trabalho, vamos nos concentrar em inovações tecnológicas das empresas, mas usaremos uma definição abrangente de inovação, que inclui três tipos distintos de atividades inovadoras:

- O primeiro tipo de inovação é aquela que resulta de uma criação tecnológica em uma perspectiva global, ou seja, o desenvolvimento de produtos, processos ou serviços com alto valor para o mercado mundial. Este tipo de inovação é, em geral, realizado por empresas de grande porte (algumas vezes por empresas médias que atuam em nichos de mercado), que precisam concorrer nos mercados local e internacional com grandes corporações multinacionais. Como exemplos, temos a Petrobras, a Embraer e as diversas empresas multinacionais dos setores dinâmicos da economia. Este tipo de inovação é fundamentalmente baseado em realização de pesquisa e desenvolvimento para a criação tecnológica. Assim, faz sentido o esforço governamental de fomentar tanto a implantação de laboratórios de P&D nestas empresas quanto a interação destas empresas com os laboratórios de P&D das universidades e nos institutos de pesquisa. O aumento do inves-

timento em P&D pela empresa deve resultar em um aumento da sua capacidade inovadora. Para proteger as suas descobertas dos seus concorrentes, as empresas se utilizam de patentes, que são registradas nos principais países onde competem. As patentes também servem como moeda de troca, mediante contratos de *cross licensing* quando duas empresas trocam o uso de suas patentes.

- O segundo tipo de inovação é aquele realizado por pequenas empresas criativas, cujo desenvolvimento se dá perto da fronteira tecnológica. Este é o caso das empresas de base tecnológica, nascidas a partir dos resultados de pesquisa de universidades e institutos e que chegam ao mercado por meio de incubadoras e parques tecnológicos. Estas empresas patenteiam suas descobertas por um outro motivo: querem aumentar o seu valor no mercado e as patentes ajudarão na negociação com o mercado de capitais, tanto o capital de risco quanto o capital acionário. Elas nascem das pesquisas e depois precisam ter acesso ao mercado de capitais para financiar seu desenvolvimento. A competição é muito intensa e um grande número destas pequenas empresas criativas vai desaparecer, especialmente aquelas que não conseguem capital para financiar o seu crescimento e a sua competitividade.
- O terceiro tipo de inovação é aquele que resulta em uma melhoria incremental de produtos, processos e serviços, baseada na adoção de tecnologias que estão disponíveis (no país ou no exterior) ou que adaptações de tecnologias existentes, para atender a uma nova demanda de cliente ou do mercado. Estas inovações estão longe da fronteira tecnológica mundial e, em geral, não são dependentes da criação de uma nova tecnologia. A inovação não ocorre pela realização de P&D para criação tecnológica. As empresas usam tecnologias importadas de parceiros internacionais ou absorvem tecnologia de empresas multinacionais ou de grandes empresas locais, caso estejam na mesma cadeia de negócios. Apesar da tendência de acharmos que o primeiro tipo de inovação é “mais nobre”, o papel da inovação deste último grupo tem um impacto mais abrangente, pois as respectivas empresas empregam um maior contingente de mão de obra e cobrem um maior espectro industrial. Estas empresas precisam também ser inovadoras para atender às demandas de seus clientes e para concorrer com competidores do exterior, que oferecem produtos e serviços de menor custo. Pela experiência de outros países, as empresas que realizam este tipo de inovação podem crescer e evoluir e até se tornar líderes mundiais nos seus setores. Foi o que aconteceu com as chinesas Huawei, BDY, Lenovo, ZTE, Haier. Elas nasceram usando tecnologias importadas, se internacionalizaram, cresceram mediante aquisições de outras empresas e absorção das tecnologias delas e, agora, atuam com tecnologias de ponta. Aprenderam a transformar os resultados de pesquisa em produtos criativos e, para absorver os conhecimentos dos países mais adiantados, criaram uma rede de laboratórios de P&D nas regiões de maior criatividade nos países desenvolvidos e fazem suas pesquisas em parceria com os laboratórios locais. Veja a estratégia do

grupo Haier em *Internationalization and Technology Catching Up of Emerging Multinationals: a case study of China's Haier Group* - Geert Duysters, Jojo Jacob, Charmianne Lemmons, Jintian Hu, United Nations University, 2008.

3. Uma análise mais detalhada das patentes brasileiras

A análise de patentes não é o único indicador que mostra a inovação das empresas e dos países, mas é uma importante informação, especialmente para compararmos países concorrentes. Sabe-se que o Brasil patenteia pouco, se comparado com outros países. Para entender melhor o que acontece, decidimos olhar com mais detalhes as informações de patentes concedidas pelo escritório de patentes dos Estados Unidos (o USPTO). Como os Estados Unidos representam o grande mercado no exterior, analisar as patentes no USPTO vai nos dar uma medida concreta do que acontece no mercado internacional. Estaremos usando dados de patentes concedidas até 24 de março de 2010, nossa data limite.

3.1. Número de patentes

Para referência, este é o número de patentes de empresas brasileiras no USPTO nos últimos cinco anos:

- Em 2010 (até 24/03) – 19 patentes
- Em 2009 – 71 patentes
- Em 2008 – 63 patentes
- Em 2007 – 61 patentes
- Em 2006 – 77 patentes

Como veremos adiante, este número é muito pequeno, se comparado com outros países com os quais concorremos. Também ruim é o fato de que estamos nos mantendo em um mesmo patamar, não estamos evoluindo. Enquanto isso, nossos concorrentes...

3.2. As empresas brasileiras que patenteiam

Olhando os dados de 2010 e de 2009, as 90 patentes brasileiras apresentam o seguinte quadro:

Utility Patents – 65 = 72% do total

Design Patents – 25 = 28% do total

Utility Patents:

- Petrobras – 10 patentes
- Embraer – 4 patentes
- Embraco, Whirlpool e Tyco Electronics – 3 patentes
- Cristália, Vale, Ericsson Telecom e Guacemmi Participações Societárias – 2 patentes
- 20 empresas com 1 patente, com destaque para:
 - Microbiológica, Boticário, Apsen Farmacêutica, Laboratório Catarinense, Prysmian Telecom, Souza Cruz, Arvinmentor do Brasil
 - Instituições Públicas – UFRJ (5), Fapesp, em parceria com universidades paulistas (5), Fiocruz (2) e Embrapa (1)

Design Patents:

- Whirlpool – 5
- Natura – 4
- Alpargatas – 3
- Embraer, Electrolux do Brasil, União Brasileira de Vidros, Brasilata – 2
- 5 empresas com uma patente, com destaque para Johnson&Johnson Industrial.

Algumas notas:

- Há empresas de capital estrangeiro que patenteiam pela subsidiária brasileira as suas descobertas feitas aqui: Tyco Electronics, Whirlpool, Ericsson Telecom, Prysmian, J&J, Souza Cruz, Arvinmentor.
- As *design patents* da Embraer e da Alpargatas foram decorrentes de pesquisas realizadas no estrangeiro e patenteadas pela matriz brasileira.

3.3. Patentes de brasileiros *versus* patentes de empresas brasileiras

Fomos verificar as patentes concedidas a pesquisadores/profissionais brasileiros e comparar com as patentes concedidas às empresas brasileiras. Isto foi o que encontramos:

	Patentes a	Patentes a
	Empresas	Pesquisadores
Em 2010 (até 24/03) –	19	58
Em 2009 –	71	206
Em 2008 –	63	176
Em 2007 –	61	152
Em 2006 –	77	197

Ou seja, há muito mais patentes nas quais trabalham brasileiros que patentes para as empresas brasileiras. Isto se dá por três causas:

- Patentes individuais (sem menção da empresa) ou inventores;
- Patentes de brasileiros que trabalham em equipe mista no exterior, principalmente;
- Patentes decorrentes de trabalhos feitos no Brasil em empresas estrangeiras, que são registradas pelas empresas nas respectivas matrizes.

Confirmando estas conclusões, ao longo do tempo o fenômeno se repete:

	Pat. Empresas / Pat. indivíduos
Em 2010 (até 24/03) –	32.8 %
Em 2009 –	34.5 %
Em 2008 –	35.8 %
Em 2007 –	40.0 %
Em 2006 –	39.1 %

O quadro mostra que há, pelo menos, três vezes mais brasileiros que realizam pesquisas que levam à inovação patenteável (trabalhando em multinacionais no país e no exterior), do que patentes brasileiras de empresas.

3.4. Empresas multinacionais que patenteiam nas suas matrizes as inovações onde participaram pesquisadores brasileiros

Olhando ainda somente os dados de patentes de brasileiros de 2010 e 2009, , identificamos as multinacionais que patentearam nas respectivas matrizes as pesquisas por pesquisadores brasileiros. Algumas patentes são resultado de pesquisas feitas por equipe mista, possivelmente no exterior, e outra parte foi feita no Brasil. Aqui vão alguns destaques:

Setor de TIC:

- NVIDIA – 10 patentes
- Freescale – 6 patentes
- IBM – 4 patentes
- Qualcomm, HP – 3 patentes
- Microsoft, Xerox, ATT, Rockwell Automation – 2 patentes
- Nokia, Intel, Sanmina-SCI, Telecom Italia, TIBCO SW, Accenture – 1 patente

Setor saúde:

- Human Genomics Sciences – 4 patentes
- Merck, Rohm and Haas, Arysta Lifesciences, Institute Pasteur, Cleveland Clinic – 1 patente

Setor químico:

- Imerys Pigments, Rhodia Fibres – 1 patente

Setor automobilístico:

- Ford – 2
- GM, Honda, Valeo Embrayages, Arvinmonitor -1 patente

Outros:

- Voith – 12 (!!!) patentes
- BJ Services(oil and gás) – 2 patentes
- 3M, Kraft Foods, Halliburton Energy, Cargill – 1 patente

3.5. Algumas conclusões

É preciso entender melhor os motivos do número tão reduzido de nossas patentes. De início, vemos que as multinacionais dos setores mais dinâmicos, os que mais patenteiam, estão registrando suas patentes pelas matrizes. Como não temos empresas brasileiras de porte nestes setores, pouco patenteamos nos setores controlados pelas empresas multinacionais.

Também temos poucas empresas brasileiras de grande porte atuando em outros setores de ponta. Petrobras e Embraer são exceções. As outras empresas multinacionais brasileiras têm reduzido número de patentes de invenção (algumas patentes de *design*) porque atuam em setores menos dinâmicos.

Mas é claro que não é só isso. Em alguns países, como Israel e Singapura, a maioria das patentes vem de pequenas empresas criativas e inovadoras. Em Israel, cerca de 75% das patentes são de pequenas empresas de alta tecnologia, *start-ups* que patenteiam para aumentar o seu valor na negociação com os capitais de risco. Aqui, são ainda raros estes casos. Para que estas empresas inovem e patenteiem, elas precisam ir ao mercado, concorrer por clientes e por nichos, bater de frente com os competidores internacionais. Precisamos estimular as pequenas empresas inovadoras a concorrer no mercado internacional, que é o mais demandante por inovações.

4. O papel das empresas multinacionais na inovação brasileira

1. O Brasil promoveu o desenvolvimento de importantes setores de nossa economia por meio da atração de investimentos diretos produtivos do exterior. Muitos setores considerados como de alta tecnologia estão neste caso: automobilístico, informática, telecomunicações, farmacêutico. As empresas multinacionais que aqui se instalaram fabricam produtos de ponta para abastecerem o mercado doméstico e até os mercados regionais. Entretanto, pelo seu porte e conhecimento, estas empresas de certa forma limitaram o aparecimento de empresas nacionais concorrentes. Diferente do que aconteceu na China, que também atraiu significativa parcela de investimento estrangeiro, mas, ao mesmo tempo, conseguiu gerar empresas líderes mundiais, o Brasil não conseguiu criar empresa nacional de porte capaz de competir com as grandes multinacionais. Com isto, estes setores, que têm um grande dinamismo tecnológico, ficaram nas mãos das subsidiárias das empresas globais. É claro que há exceções: a Positivo, fabricante de computadores, é líder no mercado brasileiro (mas tem reduzida expressão no mercado internacional), a Bematech, fabricante de equipamentos para automação comercial, a Totvs, que é líder no país em produtos de *software* para gestão, entre outras. Devemos ressaltar que há ações em andamento: o BNDES tem sido muito ativo, visando formar empresas brasileiras for-

tes capazes de concorrer com as gigantes internacionais. O banco promove fusões entre empresas brasileiras e participa com investimento em *equity* e financiamento. Notícias recentes dão conta de que há resultados positivos no setor petroquímico e um esforço para viabilizar uma grande indústria nacional do setor farmacêutico.

2. Como vimos na análise das patentes brasileiras, as empresas multinacionais instaladas no Brasil têm uma política central de patenteamento, seja para diminuir seus custos, seja como estratégia de propriedade intelectual. Mesmo as empresas que fazem P&D no país, não patenteiam aqui as suas descobertas. Incluem-se, aqui, as empresas que realizam P&D localmente com incentivos fiscais, como os da Lei de Informática e da Lei do Bem. Teoricamente, podem acontecer casos em que a empresa multinacional realiza uma descoberta no país, registra sua patente pela matriz, desenvolve a inovação no exterior e depois transfere a tecnologia de volta para a subsidiária brasileira. Temos, então, uma proposta de questão a ser discutida: Como aumentar a participação nacional nas inovações e nas patentes desenvolvidas pelas empresas globais que tem subsidiárias no país? A China, quando elaborou sua estratégia para promoção da inovação, em 2006, deu prioridade a garantir a propriedade intelectual nas mãos de empresas chinesas. Lá, há preferência nas compras governamentais para produtos cuja patente e marca estão nas mãos de empresas instaladas na China (locais ou subsidiárias de multinacionais).
3. A empresa multinacional é de importância fundamental para a política de inovação de qualquer país. Ela é um canal privilegiado no acesso às tecnologias mais modernas, às inovações mais criativas que foram desenvolvidas em todos os seus laboratórios espalhados pelo mundo. Entretanto a empresa multinacional não transfere diretamente a sua tecnologia para empresas nacionais. A transferência é sempre indireta, por meio de *spillovers* (espalhamentos), como mobilidade de pessoal qualificado, parcerias a montante e a jusante na cadeia produtiva, efeito demonstração (*learning by watching*), treinamento de funcionários de fornecedores, etc. Uma competição direta com empresas nacionais também traria efeitos positivos, mas isto pouco acontece no Brasil, porque não temos muitas competidoras nacionais. (*Multinational Corporations and Technology Transfers in Developing Countries: evidence from China – Zhongxiu Zhao and Kevin H. Zhang*). Temos, então, uma segunda questão a ser discutida: Como acelerar o processo de transferência de tecnologia das empresas globais para as empresas nacionais?

Como contribuição a esta discussão, gostaríamos de mencionar quatro pontos:

- Conforme menciona Sergio Leo, do jornal Valor Econômico, em recente artigo que descreveu um seminário sobre competitividade do Brasil, realizado no Ministério das Relações Exteriores, é importante que o governo negocie com as empresas multinacionais

acerca da sofisticação da sua produção industrial no país e (acrescentamos nós) sobre a transferência de sua tecnologia para o setor produtivo nacional. No seminário, foi destacado que precisamos evitar a situação que aconteceu com o México, que aceitou passivamente a estratégia das grandes multinacionais, o que deixou o país sem alternativas quando as empresas pararam de produzir lá, por conta da crise econômica. (Coluna de Sergio Leo, Valor Econômico, 08 de março de 2010).

- Um mecanismo que tem mostrado bons resultados no Brasil é o da transferência de conhecimentos para empresas nacionais via instituto de pesquisa inovador. O governo tem estimulado a parceria entre empresas globais e instituições de pesquisa. Quando o instituto também promove a criação de novas empresas de base tecnológica, utiliza os conhecimentos absorvidos das empresas globais. Um bom exemplo é o CESAR, que realiza projetos com empresas de telecomunicações fomentados pela Lei de Informática e que também tem sido fonte de criação de diversos *start-ups* inovadores.
- A experiência chinesa mostra que a transferência de tecnologia depende muito da capacidade de absorção pela empresa nacional. As empresas que têm uma boa base de P&D podem capturar com mais facilidade o *spillover* da empresa global.
- Israel, mediante programas coordenados pelo seu *Office of the Chief Scientist* estimula as multinacionais a participarem dos projetos prioritários junto com as empresas locais, visando à criação de uma tecnologia inovadora israelense. O governo oferece incentivos fiscais para estes projetos de parceria entre as empresas (*The Global Enterprise R&D Cooperation Framework*).

5. O panorama internacional

A revista *Business Week* realiza anualmente uma avaliação entre as empresas para escolher as mais inovadoras. Para fazer a análise, a revista, junto com a *Boston Consulting Group*, envia questionários para as 2.500 maiores empresas do mundo. A análise é complementada com dados financeiros relativos ao crescimento da receita, crescimento do lucro operacional e retorno acionário ocorrido nos últimos três anos (ver *Business Week*, April, 15, 2010) de cada empresa.

A Apple foi considerada a empresa mais inovadora de 2010, e o mesmo vem acontecendo nos últimos cinco anos. As outras dez mais inovadoras em 2010, na ordem, foram: Google (Estados Unidos), Microsoft (Estados Unidos), IBM (Estados Unidos), Toyota Motors (Japão), Amazon.com (Estados Unidos), LG Electronics (Coreia do Sul), BYD (China), GE (Estados Unidos) e Sony (Japão).

A grande novidade em 2010 foi o aparecimento, em grande número, dos países em desenvolvimento na lista das mais inovadoras. Até então, na lista das 50 mais inovadoras, somente a empresa chinesa Lenovo (# 46) havia aparecido em 2009. Este ano, a lista inclui entre as 50 mais inovadoras:

- Brasil – Petrobras - # 41
- China – BYD - # 8
 - Haier Electronics - # 27
 - Lenovo - # 29
 - China Mobile - # 44
- Índia – Tata Group - # 17
 - Reliance Industries - # 33
- Coreia do Sul – LG Electronics - # 7
 - Samsung Electronics - # 11
 - Hyundai Motor - # 22
- Taiwan – HTC - # 47

Este resultado mostra o dinamismo dos países emergentes, mas também coloca o Brasil em sobressaída pela rápida ascensão dos nossos concorrentes diretos, China (principalmente) e Índia, com quem disputamos o mercado internacional. A boa notícia é que a Petrobras é a única empresa latino-americana da lista.

Também a revista *The Economist* dá destaque às inovações dos países emergentes em um artigo publicado recentemente (*Special Report – Innovation in Emerging Markets – The Economist Online, Management and Business Education, April, 21, 2010*). O artigo destaca que os países emergentes estão se tornando um fértil campo para inovações, da mesma maneira que ocorreu no Japão no passado. Além de estarem conseguindo ultrapassar as empresas dos países desenvolvidos com inovações radicais em temas como *Mobile Money e Online Games*, as empresas dos países emergentes vão ter vantagens, no futuro, no desenvolvimento de inovações para atender aos bilhões de consumidores que estão entrando no mercado de consumo global. Como os países emergentes estão se enriquecendo com maior rapidez, haverá um explosivo número de novos consumidores entrando na classe média nos próximos anos. A experiência das empresas em países emergentes em atender as populações locais com inovações incrementais, com logística de distribuição inovadora ou com novos processos de produção vai abrir uma grande oportunidade para elas no mercado global.

Para o caso brasileiro, poderemos também aproveitar, por exemplo, a experiência que a Embrapa desenvolveu no Cerrado brasileiro e que pode ser adaptada à Savana africana, ou à comprovada liderança que a Fiocruz estabeleceu em doenças negligenciadas, que poderá se transformar em importante ativo para o desenvolvimento de vacinas e remédios dedicados ao tratamento desta população de novos consumidores.

6. Uma comparação internacional

1. Usando a mesma base de dados do USPTO, decidimos comparar a situação do Brasil com a dos países do BRIC, que vão ser seus principais concorrentes no mercado global. Também incluímos países como Israel, Irlanda e Singapura, que têm uma presença marcante na inovação internacional por meio das suas pequenas empresas de base tecnológica, assunto que também é prioridade da política industrial e tecnológica brasileira. A Coreia do Sul é listada apenas como referência, pois tem um modelo de desenvolvimento industrial muito diferente do nosso. Os dados são de patentes concedidas pelo USPTO entre 01/01/10 e 23/03/10.

	#patentes	#patentes	Relação
empresas	pesquisadores	Pat.pesq/Pat.emp.	
Brasil	19	58	3.1
Rússia	19	92	4.8
Índia	97	328	3.4
China	478	987	2.1
Israel	257	453	1.8
Irlanda	67	85	1.3
Singapura	184	151	0.8
Finlândia	295	277	0.9
Coreia do Sul	2.617	2.665	1.0

2. O quadro mostra como estamos atrasados com relação à maioria dos nossos concorrentes. Só a Rússia tem situação similar à nossa. Países pequenos como Israel e Singapura têm 14 e 10 vezes mais patentes do que nós. A Índia tem mais de cinco vezes e a China já chega a 26 vezes. A Coreia do Sul tem mais de 136 vezes o número de patentes que o Brasil.

3. Um problema adicional é o da velocidade. Nossos concorrentes estão em velocidade de cruzeiro e nós ainda estamos decolando.
4. Por este motivo, não podemos nos acomodar com explicações que culpam a falta de cultura dos empresários, que os instrumentos de fomento são recentes, que a inovação é um processo de longo prazo. Queremos soluções que tragam resultados no prazo mais curto possível!
5. Precisamos olhar a inovação brasileira não como um problema local. Como o objetivo final é concorrer no mercado, cada empresa precisa avaliar as suas inovações, comparando-as com inovações de empresas competidoras, e cada país precisa avaliar as suas inovações, comparando-as com os países concorrentes. A inovação é uma variável relativa.
6. A inovação é assunto estratégico para o país. Precisamos monitorar o que fazem os países concorrentes, para calibrar as nossas ações e identificar nossos pontos fortes e fracos, para identificar oportunidades de mercado onde temos vantagens comparativas.
7. O quadro também mostra um aspecto singular quanto à mobilidade dos pesquisadores. Os países que têm uma grande relação entre número de patentes para pesquisadores *versus* número de patentes de empresas são países que têm uma grande diáspora no exterior. Estes países aproveitam a experiência dos que trabalham no exterior para ajudar as suas empresas nacionais no acesso ao mercado internacional de bens e serviços. Esta deverá ser uma questão a ser considerada nas discussões.

7. O que podemos aprender com nossos concorrentes

Cada país tem a sua política de promoção da inovação, com muitos detalhes interessantes. Citamos, a seguir, apenas alguns, que mostram como os países avançaram em áreas nas quais o Brasil ainda patina.

1. A China será, sem dúvida, o país emergente que mais rapidamente alcançará a liderança em vários setores de tecnologia avançada. Sua estratégia de inovação está baseada em duas vertentes:
 - Fortalecimento de grandes empresas nacionais nos setores de maior intensidade tecnológica mediante sua internacionalização, crescimento por aquisições de parceiros estratégicos, absorção das tecnologias dos parceiros, diversificação do portfólio de produtos

e estabelecimento de laboratórios de P&D nos mercados mais desenvolvidos. Estes são alguns exemplos do que acontece:

- Huawei tem centros de P&D em Dallas, Estocolmo, Moscou, Bangalore e Basingstoke (UK);
- ZTE tem centros de P&D em Estocolmo e Bangalore;
- Galanz tem centro de P&D no Silicon Valley;
- Konka tem centro de P&D no Silicon Valley;
- Haier tem centros de P&D na Alemanha, Carolina do Sul, Boston e Índia;
- Kelon tem centro de P&D no Japão;
- Foton Motor tem centros de P&D no Japão, Alemanha e Taiwan.

Estabelecimento de uma política que favorece a inovação nacional independente. Citamos, a seguir, a declaração do Presidente da China, Hu Jintao, na ocasião do lançamento do programa:

“Independent innovative capability is the core of national competitiveness. A nation should underscore independent innovation provided it wants to succeed in development and benefiting the world. China should do more to advocate the spirit of independent innovation, improve its mechanism for such innovation and its capability for original innovation and innovation through integration or learning from imported technology” Hu Jintao, Presidente da RPC – 26 / 11/ 2005.

O programa de estímulo à inovação incentiva o desenvolvimento local pelo uso do poder de compras governamentais. Os produtos classificados como *indigenous innovation* recebem de 5% a 10% de preferência nas compras federais, estaduais e municipais. Estes produtos precisam ser inovadores e produzidos ou por empresa chinesa ou por empresa estrangeira que mantenha sua propriedade intelectual na China; as marcas precisam ser de propriedade de uma empresa chinesa e registrada na China; a qualidade é testada por uma autoridade governamental.

O governo estimula tanto a inovação original quanto a inovação resultante da absorção de tecnologias importadas. Assim, o governo mantém um equilíbrio entre a necessidade de ter empresas capazes de competir internacionalmente com tecnologias avançadas, na fronteira tecnológica e a necessidade de ter empresas competitivas capazes de absorver enormes contingentes de mão de obra, hoje calculada em 780 milhões de pessoas (*Promoting Enterprise Led Innovation in China* – Chunlin Zhang, Douglas Zhihua Zeng, William Peter Mako and James Seward, World Bank, 2009).

2. Em Singapura e Israel, a maioria das inovações é de pequenas empresas nacionais que se especializaram em nichos de mercado: Singapura em *design* de semicondutores e Israel

em biotecnologia e equipamentos médicos (em Israel, 75% das patentes são de empresas nascentes de base tecnológica). Como os mercados internos destes países são pequenos, as empresas nascentes ambicionam desde cedo participar do mercado internacional de bens e serviços e ter acesso aos principais mercados de capitais (capital de risco e de ações). As pequenas empresas sabem que precisam patentear suas inovações para aumentar o seu valor junto ao mercado. Esta visão de acesso ao mercado internacional faz de Israel o país que mais tem empresas listadas na Nasdaq (59 empresas), com exceção, é claro, dos Estados Unidos.

3. Precisamos acompanhar a política russa de nanotecnologia, que foi definida, pelo presidente Medvedev e pelo premier Putin, como a da maior prioridade para o país. O orçamento governamental russo para nanotecnologia, no período 2007-2009, foi de US\$ 11 bilhões, dos quais 40% foram para a organização chamada de RUSNANO, criada em 2007, para fazer da Rússia a líder mundial em nanotecnologia. A RUSNANO investe em empresas de nanotecnologia de todo o mundo. (*Russia's Dilemma: Natural Resources State or High Tech Player- Loren Graham, Committee on Global Science and Technology Strategies and their Effect on US National Security, National Academy of Sciences, January, 21, 2010*). Para comparação, segundo o ministro Sergio Rezende, todo o MCT executou, em 2009, cerca de US\$ 2,7 bilhões, excluía a folha de pagamentos (entrevista com o ministro, revista Engenhar, 2010).
4. Os países que têm muitos pesquisadores trabalhando no exterior, como todos os nossos concorrentes dos BRIC e mais Israel e Irlanda usaram os pesquisadores que estão no exterior para ajudar suas empresas nacionais no acesso aos mercados, por meio de aconselhamento e *mentoring*.

8. Temas e propostas para discussão

8.1. Temas para discussão

Ao longo do texto, estas questões foram realçadas para futura discussão:

1. Como aumentar a participação nacional nas inovações e nas patentes desenvolvidas pelas empresas globais que tem subsidiárias no país?
2. Como acelerar o processo de transferência de tecnologia das empresas globais para as empresas nacionais?

Há também outras questões que ficaram de fora:

3. Como apoiar a inovação incremental, tão importante para a maioria das PME que precisam competir com importações de baixo custo? Estas empresas não têm acesso aos principais incentivos fiscais e, de acordo com o estudo da Fiesp, também são as que mais se ressentem das distorções causadas pelo fator econômico (carga tributária, juros e câmbio). O governo precisa, ao menos, dar condições isonômicas para a competição.
4. Como tratar do tema da compra de empresas inovadoras (que receberam incentivos e subsídios do governo) pelos grandes grupos internacionais?

8.2. Propostas

Deixamos, a seguir, algumas propostas para discussão, visando acelerar a internacionalização da inovação brasileira:

- Sobre as pequenas empresas de base tecnológica
 1. Promover, junto às empresas brasileiras e, principalmente, as pequenas empresas criativas de base tecnológica, a necessidade imediata de sua internacionalização: ou seja, competir no mercado global de bens e serviços e acessar o mercado de capitais internacional (risco e acionário). Isto deve gerar um aumento do número de inovações e patentes, pois a necessidade de atender o mercado e os clientes é o mais importante estímulo que a empresa tem para inovar.
 2. Propor mecanismos para que a criação de novas empresas inovadoras não seja assunto só de interesse das instituições de pesquisa, mas que também as empresas industriais tenham as suas incubadoras e criem novas empresas, a partir de demanda de mercado identificada. Isto poderia diminuir a mortalidade das novas empresas, muitas criadas com pouca relação às necessidades do mercado.
 3. Promover a criação de novas empresas inovadoras que atuem junto e comercializem o resultado das pesquisas de instituições de pesquisa que atuam na fronteira do conhecimento, como a Fiocruz, a Embrapa e os centros de excelência acadêmicos. Precisamos competir com inovações radicais.

- Sobre a absorção de tecnologias das empresas multinacionais
 1. Estimular projetos de parceria entre empresas multinacionais e empresas nacionais para o desenvolvimento conjunto de novas tecnologias e para acelerar a transferência de tecnologia para a empresa nacional.
 2. Implantar *clusters* em torno das empresas nacionais globais e das multinacionais para acelerar o *spillover*, estimulando a difusão das tecnologias e criando fornecedores de qualidade mundial.
- Sobre estratégia e acesso ao mercado
 1. Tratar a inovação como um tema estratégico e criar um sistema para monitorar a inovação de nossos países concorrentes, para avaliar a nossa capacidade de competição em setores prioritários e orientar as ações de política pública.
 2. Fomentar o desenvolvimento de canais de acesso ao mercado mundial, usando os profissionais e executivos brasileiros que trabalham no exterior, como um fator crítico para a internacionalização das empresas brasileiras inovadoras. O *Brazil Diaspora Network* é um exemplo de mecanismo que pode ser usado.
 3. Apoiar as áreas portadoras de futuro, mas concentrar esforços naquelas onde o Brasil terá maiores chances de ter empresas competitivas internacionalmente. Para isto, deve ser preciso, conforme menciona David Kupfer, em artigo no Valor Econômico, obter a necessária legitimidade para fazer as escolhas (Valor Econômico, 07 de abril de 2010, página A13).
 4. Dar apoio às empresas para aproveitar oportunidades de mercado que nos leve a uma posição competitiva em áreas onde temos vantagens comparativas (inclusive no acesso ao mercado internacional de capitais), como na agroindústria, em medicamentos para doenças negligenciadas, no uso da biodiversidade, na bioenergia.
 5. Promover a participação e liderança das nossas empresas na oferta de produtos e serviços para a enorme população de novos consumidores que estão entrando o mercado de consumo (ver artigo *Special Report – Innovation in Emerging Markets – The Economist Online, Management and Business Education*, April,21,2010).

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

Fortalecimento da P&D nas empresas

Desenvolvimento com base em inovação: oportunidades para o Brasil e implicações de política

Cláudio Figueiredo Coelho Leal¹

A inovação é importante instrumento de diferenciação para empresas e países, especialmente em um momento de instabilidade global, como o vivido pós-crise financeira de 2008. De fato, o investimento em atividades inovativas traz benefícios microeconômicos, na medida em que fortalece a competitividade e garante o acesso a mercados, e também benefícios macro, ao aumentar a eficiência do investimento, acelerar e sustentar o crescimento e mitigar vulnerabilidades.

Em um contexto de acirramento da concorrência e maior ativismo estatal, surgem oportunidades para que alguns países se diferenciem, atingindo taxas de crescimento maiores que a média mundial. Estas oportunidades podem ser intensificadas se associadas a investimentos maciços em inovação.

As oportunidades de ocupar novos espaços são ainda mais evidentes em economias com boas perspectivas de investimento como a brasileira. Após a desaceleração ocorrida em 2009, decorrente da crise, o momento atual é de consolidar a recuperação e as perspectivas são de maior aceleração do crescimento e da taxa de investimento, puxados pela demanda interna e por projetos de infraestrutura².

As projeções do BNDES para o PIB apontam para crescimento médio de 5% a.a. nos próximos cinco anos. Projeta-se que a formação bruta de capital fixo acompanhe mais que proporcionalmente esta tendência, partindo de uma taxa de investimento (% PIB) de 19%, em 2010, para

¹ Superintendente da Área de Planejamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

² Com destaque para logística, energia e complexos urbanos incluindo também o resultado de projetos no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

22,2% ainda em 2014. Para esta projeção, considera-se também o forte esforço de investimento em infraestrutura associado ao espaço para expansão do consumo interno. Na indústria, destacam-se os planos de investimento no setor de petróleo e gás, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Brasil: investimentos realizados (2005-2008) e projetados (2010-2013)³

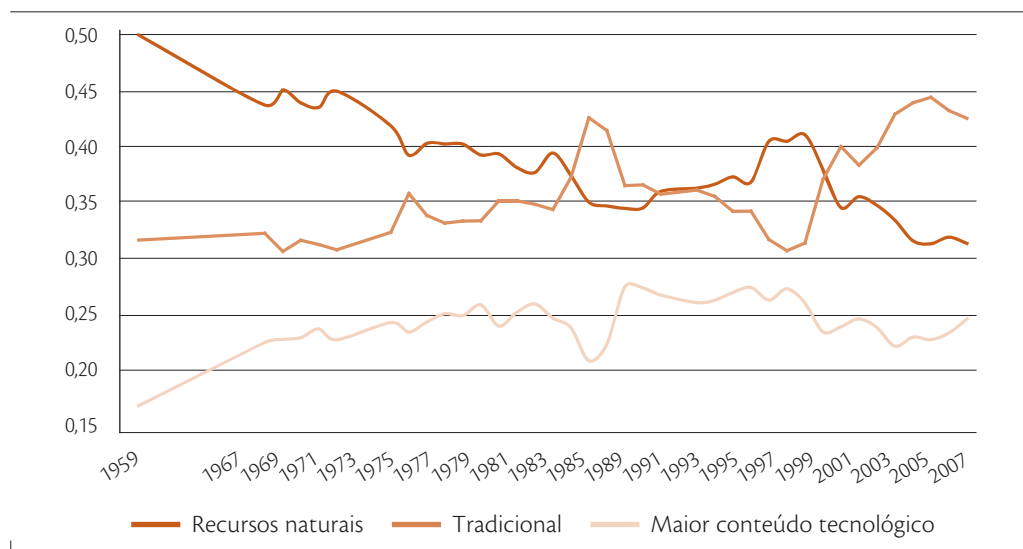
Setores	Valores (R\$ Bilhão)		Valores (R\$ Bilhão)
	2005-2008	2010-2013	% a.a.
Indústria	314	549	11,8
Petróleo e Gás	160	340	16,3
Extrativa Mineral	53	52	(0,6)
Siderurgia	26	51	14,8
Química	20	34	11,3
Veículos	23	32	6,6
Eletrônica	15	21	6,8
Papel e Celulose	17	19	2,0
Infraestrutura	199	311	3,3
Energia Elétrica	67	98	7,7
Telecomunicações	66	67	0,4
Saneamento	22	39	12,0
Ferrovias	19	56	24,2
Transp. Rodoviário	21	36	11,6
Portos	5	15	26,0
Edificações	343	456	6,3
Total	856	1.324	9,1

Fonte: BNDES/APE

Vale destacar que a distribuição dos investimentos, apresentados na Tabela 1, reflete a estrutura produtiva brasileira, diversificada, mas com viés para setores baseados em recursos naturais. O tempo tem mostrado uma maior especialização da indústria do país neste tipo de setor em detrimento de setores intensivos em trabalho e em conhecimento, conforme Gráfico 1.

3 Paineis de empresas que representam mais de 50% dos investimentos no país.

Gráfico 1. Especialização da estrutura produtiva brasileira de acordo com a intensidade de fatores (GH=1, representa especialização total)⁴



Fonte: Kupfer, Ferraz & Carvalho (2009)

Da mesma forma, tem-se observado um padrão de comércio em que as exportações, mesmo que diversificadas, são mais concentradas em setores primários e intensivos em recursos naturais e onde há forte dependência de importações em setores intensivos em conhecimento (com destaque para eletrônica, química e bens de capital). O Coeficiente de Exportação⁵ de segmentos intensivos em recursos naturais chegou a 29,3% no ano de 2009 contra um coeficiente de 19,9% para a média da indústria. Já o coeficiente de importação em segmentos intensivos em conhecimento⁶ chegou a 44% contra 19,5% da indústria como um todo.

Mais do que um reflexo da realidade da estrutura industrial brasileira, este padrão aponta para as novas perspectivas de investimento e oportunidades para a economia do país. Vale apontar que, nestes segmentos, há maior prevalência de empresas que são ou estão se tornando *players* globais com forte investimento em logística e conhecimento.

Dessa forma, há grande espaço para perseguir e manter a liderança em segmentos em que o país tem competências científicas, tecnológicas e competitivas estabelecidas: (i) agricultura e agroindústrias, (ii) *commodities* minerais e seu processamento, (iii) energia (hidroeletricidade, etanol,

4 KUPFER, D.; FERRAZ, J.C.; CARVALHO, L. (2009). 50 anos em 50: o longo e sinuoso caminho do desenvolvimento industrial brasileiro. Boletim Informativo Techint, Buenos Aires.

5 Coeficiente de Exportação = 'Exportação'/ 'Produção Local', em valor com base em dados do IBGE, Secex, Funcex e Bacen.

6 Coeficiente de Importação = 'Importação'/ 'Consumo Aparente', em valor com base em dados do IBGE, Secex, Funcex e Bacen.

petróleo e gás) e (iv) nichos em defesa, aeronáutica, satélites e saúde. Somam-se a estas outras atividades relacionadas à sua cadeia produtiva e de conhecimento, como química, TIC e bens de capital.

A busca da liderança em segmentos em que o país esboça maior competitividade não deve ser desacompanhada de uma atuação efetiva e precisa para desenvolver as competências em setores mais intensivos em conhecimento e em tecnologias mais intensivas em P&D, como TIC, biotecnologia, nanotecnologia e fármacos. Para tal, podem ser identificadas oportunidades não apenas na cadeia dos setores de maior competitividade, mas também em nichos específicos de mercado com alto potencial de crescimento. Este esforço pode mitigar riscos relacionadas à sustentabilidade macro na medida em que estas atividades, tradicionalmente, contribuem para um expressivo déficit em transações comerciais.

Todavia, para a busca e manutenção de posições diferenciadas de mercado, é fundamental que se aprofundem as competências científicas e tecnológicas no país. Apesar da competitividade e do sistema produtivo diversificado, a capacidade de inovar da economia brasileira é ainda baixa. Em 2005, a relação entre P&D privado e PIB era de 0,66% enquanto a média europeia é de 1,22%. Por outro lado, a grande geração de conhecimento no Brasil⁸ e a atual tendência de expansão dos gastos em P&D⁹, associadas às oportunidades de investimento, mostram que há potencial no país de aprofundar estas competências e modificar seu padrão de inserção internacional.

Para aproveitar estas potencialidades, é essencial o papel ativo do setor privado e do governo. No setor privado, há fortes indicativos da crescente sensibilização em relação à inovação. O Movimento Empresarial pela Inovação (MEI) é emblemático neste sentido. No setor público, a inovação já é tema central dentro de políticas estruturantes como a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) e o Plano de Ação em Ciência, Tecnológica e Inovação (PACTI), que tem articulação entre si em metas, programas e ações associadas à inovação na empresa. O desafio, agora, é tornar estas políticas permanentes e institucionalizar a parceria entre as diversas instâncias de governo.

No âmbito do BNDES, o incentivo à inovação é prioridade estratégica, o que está refletido em suas políticas operacionais. A carteira do banco para inovação somava, em março de 2010, o valor de R\$ 5,7 bilhões apoiado por diversos instrumentos financeiros distribuídos conforme Tabela 2.

7 Pesquisa de Inovação Tecnológica, IBGE (2005)

8 Conforme dados do MCT, houve um incremento de 218% nas publicações brasileiras entre 2000 e 2008. Hoje, o país responde por 2% das publicações mundiais. Dados disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2051.html>

9 Conforme dados do MCT, os dispêndios totais em P&D passaram de cerca de R\$ 15 bi no ano 2000 para cerca de R\$ 43 bi em 2008. Dados disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2068.html>

Tabela 2. BNDES: instrumentos de apoio à inovação



As grandes perspectivas de investimento no Brasil, associadas ao potencial de geração de inovação e às políticas estruturantes já em curso, apontam para oportunidades em que o país pode ocupar novos espaços. Estas oportunidades são mais evidentes em segmentos em que a indústria tem maiores competências científicas, tecnológicas e competitivas, principalmente aqueles baseados em recursos naturais. Estas competências devem ser associadas à busca pela eficiência, qualidade, responsabilidade socioambiental e inovação. Ademais, devem ser intensificadas e difundidas para as cadeias de fornecedores e clientes destes segmentos, com foco na busca por soluções científicas e tecnológicas, e para nichos de mercado diferenciados em segmentos mais intensivos em conhecimento.

Todavia, para aprofundar a atual posição e continuar perseguindo a liderança, as políticas devem acompanhar as novas tendências e aprofundar o papel da inovação como direcionador das estratégias empresariais. Para tal, os esforços em CT&I devem se fortalecer no centro de políticas pró-investimento direcionadas também à educação, desenvolvimento produtivo e infraestrutura. Isto implica não contrapor o conceito de *demand pull* e *science & technology push*¹⁰. Uma

10 Na literatura econômica, muitas vezes, a inovação induzida pela demanda ("demand pull") e a induzida pelo progresso tecnológico ("science and technology push") são postas em posições divergentes. Aqui propõe-se que isto é um falso dilema e que ambos são importantes "drivers" para a geração de inovações podendo ser complementares. Como implicação normativa, as políticas de inovação devem induzir ambos os esforços.

política de inovação moderna deve atuar na indução de ambos os esforços junto aos diversos atores, tais como empresas, ICT e universidades.

Ademais, as ações públicas devem respeitar o caráter transversal, interativo e de longo prazo da inovação. Pelo lado empresarial, a capacidade de inovar deve estar disseminada em todas as redes e cadeias, baseada em cooperação. Inovação demanda coordenação entre agências governamentais, uso integrado de instrumentos e articulação com o setor privado (o protagonista da inovação) com foco em resultados e mirando desafios de longo prazo.

O caráter estruturante e transversal da inovação exige que a política desenhada seja tão sofisticada quanto a indústria do país e seu sistema de inovação. Em contraponto, devem ser respeitados os estágios de evolução dos diferentes setores e atores e suas idiossincrasias. Os desafios de CT&I são amplos e diferenciados e, como tal, devem ser respondidos por uma política ousada, permanente, com visão de longo prazo e que respeite as especificidades do país. Um esforço bem-sucedido para expandir, sistematicamente, este tipo de investimento, em especial nas empresas, contribuirá para a sustentabilidade de longo prazo do desenvolvimento brasileiro.

Relatório da sessão “Fortalecimento da P&D nas empresas”

Maria Angela do Rego Barros¹

O relator iniciou a seção descrevendo as principais conclusões e reflexões preparadas durante a X Conferência ANPEI de Inovação Tecnológica, realizada em maio de 2010, na cidade de Curitiba, como preparativo das empresas para a 4ª CNCTI.

Este documento foi elaborado com a participação de 500 pessoas, 65 mesas de debates e representou o consenso de um mix representativo da sociedade brasileira: empresas (37% dos presentes), ICT (27%), governo (24%) e outras entidades organizadas.

Foram destacadas duas perguntas e as suas respectivas sugestões de aperfeiçoamento das práticas e políticas de inovação no Brasil:

1. Questão 01

O que é necessário para facilitar o acesso e a utilização de fomentos financeiros e econômicos para a inovação nas empresas? Quais instrumentos radicalmente novos podem criar?

1.1. Recomendações (01)

- Disponibilização de linhas de fomento mais abrangentes (inovação em **marketing**, em serviços, em modelos e gestão de negócios, etc.);
- Disponibilização de linhas de fomento para projetos pré-industriais (plantas pilotos, plantas industriais pré-competitivas, etc.);

¹ Presidente da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (Anpei).

- Ampliação das redes de competências para fortalecer a capacitação técnica-gerencial das empresas;
- Adoção de processos simples e rápidos de acesso aos recursos (humanos e financeiros);
- Expansão dos incentivos para além das empresas com lucro real;
- Adoção de mecanismos contínuos de incentivos (não apenas baseados em projetos, editais ou chamadas);

2. Questão 02

Como as empresas devem ser incluídas na governança e na gestão dos instrumentos de fomento e políticas públicas de inovação?

2.1. Recomendações (02)

- Adoção de Fóruns Permanentes de Incentivo a Inovação;
- Ampliação da representação empresarial na elaboração das diretrizes nacionais de inovação tecnológica;
- Deliberação e suporte à elaboração das leis e recursos de incentivos à inovação com legítimo interesse de todas as partes;
- Adoção de processos simples, transparentes, desburocratizados, informatizados para o acompanhamento, aprovação, execução e relatoria das solicitações e projetos de inovação;
- Implantação e compartilhamento de indicadores e metas quantitativos e qualitativos dos investimentos em inovação (retorno dos investimentos realizados por meio dos incentivos à inovação): promoção do acompanhamento e aprendizado dos instrumentos de incentivo;

Para maiores detalhes, ver documento: Apresentação de Naldo Dantas – Documento ANPEI – 4ª CNCTI completo.

O palestrante, Sr. Luiz Fernando Cassinelli, da Braskem, demonstrou em sua apresentação o impacto e a relevância da (s):

- demandas de mercado para a priorização dos investimentos em inovação;
- adoção de pesquisas em rede e baseadas na interação com ICT privadas e públicas;

- gestão estratégica da propriedade intelectual;
- impacto positivo do uso de recursos subvencionados para o desenvolvimento de inovações estratégicas (case do PP Verde);

Concluindo, os seguintes pontos de aperfeiçoamento dos instrumentos públicos de incentivo à inovação foram reforçados:

- Balanceamento dos recursos da subvenção entre academia e empresas e direcioná-los para a inovação (foco em atingir o mercado);
- Aprimoramento dos mecanismos de subvenção com participação ativa das empresas;
- Aumento do alinhamento entre os fundos federais e estaduais;
- Divulgação com mais antecedência dos editais de subvenção ou “adoção de editais contínuos”;
- Desburocratização dos processos de fomento: documentação, avaliação das garantias, interação entre áreas jurídicas, avaliação dos projetos e recursos;
- Simplificação dos processos administrativos requeridos para o trâmite de projetos de interação das empresas com universidades no âmbito dos NIT e dos colegiados das ICT;
- Aperfeiçoamento dos mecanismos de registros de patentes. Existem *backlogs* de 8 a 10 anos. Este prazo inviabiliza a adoção de estratégias comerciais;
- Avanço do marco da Lei do Bem para englobar empresas que investem em PD&I, mas não têm lucro.

Para maiores detalhes, ver o documento: Apresentação de Luiz Fernando Cassinelli.

O palestrante, Sr. José Roberto Fagundes Netto, da Petrobras, demonstrou em sua apresentação o impacto e a relevância do (a):

- direcionamento dos esforços e recursos em PDI para os resultados empresariais. Exemplo da prospecção em águas profundas e pré-sal;
- existência de planos de longo prazo e evolutivos para o desenvolvimento de novas tecnologias;
- suporte e articulação de uma rede de pesquisa e desenvolvimento, envolvendo ICT e parceiros tecnológicos;
- grande empresa (tier 1) no desenvolvimento de PD&I em toda sua cadeia de fornecimento;
- de compreender os desafios da inovação em um ambiente global.

- Concluindo, os seguintes pontos de aperfeiçoamento dos instrumentos públicos de incentivo à inovação foram reforçados:
- Desenvolvimento de instrumentos que facilitem a atração de talentos de cunho global para as universidades e para os centros de pesquisa das empresas brasileiras (agilização da legislação de imigração, trabalho do estrangeiro, subvenção, etc.);
- Ampliação da interação com centros de P&D de empresas e entidades científicas e tecnológicas em escala global;
- Desenvolvimento de política para o desenvolvimento tecnológico de cadeias estratégicas de fornecimento, incluindo a criação de polos de equipamentos, serviços e tecnologias no Brasil;
- Ampliação dos incentivos às alianças estratégicas entre as universidades brasileiras e as universidades internacionais, assim como entre empresas e ICT.

Para maiores detalhes, ver o documento: Apresentação de José Roberto Fagundes Netto, da Petrobras.

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

Conectores academia-empresa para inovação

Atuação do Cetene como conector academia-empresa para a inovação

José Fernando Thomé Jucá¹, Roberta Medeiros de Souza Cavalcanti, André Galembeck & Renata Freitas de Araújo

O Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene) é uma unidade de pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) sediada na cidade do Recife - PE que tem como missão desenvolver, introduzir e aperfeiçoar inovações tecnológicas que tenham caráter estratégico para o desenvolvimento econômico e social do Nordeste brasileiro, promovendo cooperações baseadas em redes de conhecimento e nos agentes da economia nordestina.

O Cetene atua como núcleo articulador de redes temáticas, envolvendo universidades, órgãos estaduais, empresas e centros de pesquisa, estabelecendo ligações que promovem a integração de esforços e competências, com forte orientação para a utilização do conhecimento voltado para a solução de problemas, promoção da inovação e a difusão de tecnologias. Desde o início das atividades, em meados de 2005, o Cetene executa projetos cuja concepção é oriunda de uma ampla articulação com atores da sociedade de diversos segmentos. A partir desta articulação, os projetos tomam forma e são apresentados aos agentes de fomento, resultando de discussão coletiva dos problemas e necessidades da sociedade por parte dos diversos atores.

Reforça-se, também, a importância e os ganhos gerados por projetos que integram diversas áreas finalísticas. Um exemplo ilustrativo é o Projeto de Desenvolvimento Integrado da Cadeia Produtiva de Biodiesel no Nordeste que integra agricultura, produção, capacitação e agregação de valor aos produtos. Neste projeto, estão envolvidos os núcleos da Biofábrica, Unidade Experimental de Produção de Biodiesel, Laboratório de Nanotecnologia, Microscopia Eletrônica e Laboratório para Integração de Circuitos e Sistemas, cada um contribuindo com suas competências específicas para o alcance dos objetivos previstos. A Biofábrica contribui com a tecnologia de cultura in vitro em biorreatores para micropropagar os vegetais que servem de matéria-prima para o biodiesel. Na Unidade Experimental de Produção de Biodiesel, os diversos óleos são testa-

¹ Diretor do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene).

dos na linha de produção e os próprios processos de produção são monitorados, abrangendo os produtos e subprodutos gerados. Nos Laboratórios de Nanotecnologia e Microscopia Eletrônica, são realizadas análises dos materiais utilizados ao longo da cadeia. O Laboratório de Biocombustíveis conduz atividades da Rede Interinstitucional de Competências em Oleaginosas, envolvendo as áreas de botânica, genética, fitoquímica, agronomia, engenharia florestal, dentre outras, para seleção das variedades mais promissoras e, no Laboratório para Integração de Circuitos e Sistemas, são desenvolvidos projetos para monitoramento e controle de qualidade de biodiesel in situ, mediante chips nos compartimentos de armazenamento cujos dados possam ser enviados para centrais de controles a distância.

Em relação às conexões academia-empresa, estão ainda integrados a este projeto universidades, centro de pesquisas, sistema S e redes de conhecimento cujas competências são agregadas, e os testes de campo são realizados em cooperação com empresas da região, juntamente com órgãos governamentais. Estas colaborações são essenciais nos projetos executados pelo Cetene que, desde a sua concepção, são articulados e negociados com todos os atores interessados, no sentido de que haja um comprometimento conjunto no momento de seu desenvolvimento.

Além dos projetos tecnológicos, há um importante papel que o Cetene exerce no sentido de articular e auxiliar a implantação de políticas e programas públicos, a exemplo do Sibratec e Cartão BNDES. Estas cooperações com outros entes do sistema de CT&I proporcionam uma capilarização de informações de grande relevância para a sociedade, o que por sua vez viabiliza a aproximação cada vez maior entre os agentes do sistema, bem como propicia a manutenção do seu interesse na participação de outros projetos liderados pelo Cetene.

Finalmente, um elemento essencial para que as conexões academia-empresa se tornem cada vez mais numerosas e fortes nos projetos do Cetene é o perfil da equipe técnica e administrativa. Assim, um importante trabalho que o centro realiza é a mobilização dos seus recursos humanos para que exerçam e pratiquem o papel articulador entre os diversos agentes da sociedade tanto na fase de concepção quanto ao longo da execução dos projetos.

Tendo este quadro como ambiente de trabalho e reconhecendo as competências específicas de cada ente do sistema, o Cetene evolui na implantação e execução das políticas públicas do MCT na região Nordeste, ampliando sua atuação e fortalecendo o papel que a ciência e a tecnologia exercem no desenvolvimento socioeconômico nos âmbitos locais, estaduais e regional do país.

1. Olhar integrador: os institutos do MCT e as políticas de CT&I

No período que antecedeu a 4ª CNCTI, o Cetene dialogou com outros institutos de pesquisa e refletiu sobre alguns pontos que merecem atenção no debate sobre o papel dos institutos no desenvolvimento do país, analisando diversas dimensões no sentido de melhor desempenhar seus papéis nos próximos anos.

No âmbito da institucionalidade, vale a pena repensar a estrutura de gestão dos institutos e discutir processos e operações que permitam à área de C&T desempenhar papel determinante no desenvolvimento tecnológico do país. É importante ajustar os recursos financeiros aos projetos estratégicos do MCT a serem executados nos institutos, contando com recursos específicos, sincronizando atividades entre os diferentes institutos do MCT e estabelecendo mecanismos de acompanhamento e gestão dos resultados de forma contínua. As ações dos institutos devem refletir a execução das diretrizes e políticas do MCT, sem haver conflito de papéis entre eles, bem como otimizando o uso dos recursos disponíveis. Faz-se necessária a definição adequada, clara e direta do papel /função dos institutos dentro do Sistema Nacional de C&T a fim de diferenciá-los de outras instituições que desenvolvem P&D.

Um aspecto muito importante para o ambiente de CT&I brasileiro é o estabelecimento dos indicadores de CT&I. Seria interessante compatibilizar os indicadores brasileiros com os referenciais internacionais a fim de facilitar comparativos com institutos de referência mundial. O Cetene considera fundamental vislumbrar a construção de um ambiente de Inteligência e não apenas operacional, ou seja, a questão de indicadores deve ser discutida e aprofundada dentro de uma institucionalidade específica que possa estudá-los ao longo do tempo, ajustando e adequando-os, quando necessário, às mudanças e evoluções do Sistema Nacional de CT&I.

Deve-se lançar um olhar de mais longo prazo sobre o papel dos institutos para o desenvolvimento do país, incluindo uma discussão sobre quais são os novos paradigmas no âmbito da CT&I para os próximos anos. Um bom incentivo à inovação poderia se dar por meio do sistema de compras do governo mediante demanda de soluções aos institutos, visando ao desenvolvimento de tecnologias de futuro, que, por sua vez, acionariam as redes existentes para entregar as soluções demandadas. Assim, ocorrerá a consolidação dos institutos como lócus propício à criatividade inventiva de acordo com suas especificidades (alguns apresentam mais perfil para aproximação com as empresas, outros, mais vocação para pesquisa mais básica e de longo prazo) para atendimento das mais diversas demandas da sociedade.

Entre outras, o Cetene destaca a importância e recomenda o enfoque nas seguintes ações: dar continuidade ao importante papel de qualificação de recursos humanos que os institutos desempenham, possibilitando que os institutos colaborem, de maneira complementar, para o aten-

dimento de demandas em áreas de gap nas quais as universidades não conseguem atuar por dificuldades na flexibilidade e agilidade exigidas, focando as possibilidades de qualificação de recursos humanos voltadas para o mercado e o desenvolvimento tecnológico; adequar as possibilidades de oferta de qualificação de RH às vocações dos institutos; adotar indicadores diferenciados para os institutos de pesquisa e seu respectivo quadro técnico.

Ademais, internamente aos institutos, de grande importância seria o apoio à elaboração dos seus planos diretores em um período pré-definido, de modo que estes reflitam as especificidades, vocações e complementaridade de cada instituto, na expectativa de promover uma melhor atuação em rede entre si, coesa, coerente e padronizada com vistas a facilitar a gestão e o acompanhamento por parte do ministério.

A reflexão do Cetene sobre os alicerces e ações que podem promover uma melhor relação entre academia-empresa é contínua, com abertura para novas ideias e a manutenção do olhar para o futuro e para a sociedade. Uma aproximação cada vez maior com todos os agentes do sistema de CT&I e o estabelecimento de ações sincronizadas deverão impulsionar o desenvolvimento tecnológico da região Nordeste, reconhecida como um ambiente pujante de oportunidades e competências àqueles que estão atentos à importância do avanço tecnológico como diferencial competitivo para o setor privado e como ferramenta essencial para o desenvolvimento do país.

Conectores academia-empresa para inovação

Isa Assef dos Santos¹

A Sessão Conectores Academia-Empresa para a Inovação teve início com a apresentação do Diretor Presidente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo, professor João Fernando Gomes de Oliveira, que atuou também como coordenador. O IPT é um instituto com mais de cem anos de existência, sendo o mais antigo do Brasil. Nascido como um laboratório da universidade, ao longo desses anos, passou por vários estágios, transformando-se em uma empresa governamental. Nesse processo, foi se distanciando da academia, orientando suas atividades às oportunidades tecnológicas e ao atendimento, de forma sustentável, às demandas mais imediatas da sociedade. A razão para o distanciamento está focada no paradigma da competição. A solução de problemas industriais, por exemplo, demanda um ambiente mais colaborativo. Na academia, é possível identificar vários grupos de pesquisa sobre um tema, contudo, cada grupo é especialista em uma parte do problema. E ainda, cada grupo compete por recursos e atendimento aos critérios científicos, o que pode levar a não resolvê-lo. Por outro lado, se mudar esse paradigma de competição para colaboração, é possível constatar-se que juntos a solução ao problema pode ser alcançada.

Nesse caso, por que competir se colaborando há potencial para se fazer mais? O grande desafio é buscar conciliar a diferença de visão e valores que existe entre o mundo empresarial e acadêmico. O melhor caminho é alcançar a colaboração, ou seja, harmonizar essas diferenças e, em todo esse processo, inserir outro ingrediente que reside na preocupação com a sustentabilidade. É fato reconhecer que as universidades têm grande dificuldade para prestar atendimento às demandas tecnológicas das empresas. Em primeiro lugar, deve-se considerar que a pesquisa, o intercâmbio e a transferência de tecnologia são práticas comuns ao ambiente

¹ Presidente da Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (Abipti).

acadêmico e que, entre elas, existem fluxos de conhecimento. Assim, estabelece-se que, para a universidade, o que tem mais valor é a pesquisa, a produção de conhecimento. Por exemplo, na vivência acadêmica, o pesquisador recebe uma série de incentivos para realizar pesquisa e publicações, pelo que pode obter, ainda, reconhecimento. No entanto, caso resolva realizar um intercâmbio com empresas (visitas, eventos, programas com ex-alunos etc.) tem início uma série de preocupações de cunho burocrático. Normalmente, o processo da pesquisa à transferência de tecnologia não é exitoso, pois não apresenta resultados efetivos. Já no ambiente empresarial, a ênfase está no conhecimento aplicado, naquele passível de transferência. Na verdade, a produtividade da conexão academia-empresa demanda interação contínua, pois só assim será capaz de gerar o aprendizado com o processo.

O problema básico é que, como as universidades não podem realizar todo o processo, da geração à aplicação do conhecimento, há a necessidade de um elemento intermediário que viabilize a sua ocorrência. Pode ser uma fundação, uma agência de inovação ou outro formato. Na verdade, esse conector vai realizar a gestão. Mas será que essa é a melhor figura de conector ou deveria ser um instituto de pesquisa? O que nos remete a pensar em qual é o papel dos institutos em comparação com as universidades. O processo inovativo tem que acontecer dentro da empresa. Não cabe à universidade apenas pesquisar e entregar à empresa. Por outro lado, o empresário também tem limitações. Por vezes, não dispõe de toda a infraestrutura necessária (laboratórios, protótipos, etc.). Então, se a empresa precisa de trabalhos, recursos humanos especializados e conhecimentos, ela precisa interagir mais com a universidade nas fases iniciais do seu processo de inovação. Eventualmente, a universidade pode prestar serviços também, mas são os institutos de pesquisa que precisam estabelecer uma relação mais próxima e duradoura com as empresas no processo de inovação. Em resumo, a universidade tem grandes dificuldades em articular uma ação mais empreendedora, mas os institutos têm essa possibilidade e cabe a eles essa responsabilidade. Contudo, falta ainda entre esses dois lados, a figura do vendedor de tecnologia, ou seja, do agente de inovação que continuamente visite as empresas, identifique o que ela precisa, compreendendo melhor o seu processo de inovação.

A título de exemplo, foram apresentados dois casos de sucesso: CMI (*Cambridge-MIT/UK*) – no qual o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) levou seu modo de trabalho para Cambridge, realizando um projeto coordenado, que congregava as principais instituições de pesquisa do país, os principais financiadores do governo, as principais empresas e as principais instituições de ensino. Nesse caso, o instituto atuava como o conector do grupo. Já a experiência do *Korea Advanced Institute of Science and Technology/KR* (KAIST) foi em um projeto de desenvolvimento de um porto flutuante móvel (*mobile harbor*), foi atuar também como conector, conceituando produtos, identificando as demandas tecnológicas para esses produtos, colocando em cooperação os setores acadêmicos que tinham expertise no assunto para,

juntos, resolver os *gap* tecnológicos, entregando o produto já testado à empresa, que vai proceder à etapa de produção.

Portanto, o grande segredo reside na ação integrada entre os atores envolvidos: governo, empresas, academia e institutos. A atividade de inovação das empresas deve envolver diversas instituições provedoras de conhecimentos, como suporte aos esforços inovativos. Dessa forma, a coordenação entre as várias instituições torna-se, então, uma questão central. Há, ainda, a necessidade clara de se configurar esses conectores de desenvolvimento da inovação nas empresas, de forma que o instituto de pesquisa seja aquele que vai realizar o desenvolvimento tecnológico, a gestão de projetos, a prestação de serviços tecnológicos, etc. Enquanto que universidade realiza a pesquisa básica e a formação de pessoas. Assim, exemplifica-se que as empresas geram a demanda e, por sua vez, os institutos e as universidades articulam-se para realizar o atendimento. Faz-se necessário estudar os modelos de articulações já em operação para identificar aqueles que melhor se adaptam aos problemas brasileiros. O desafio é grande, contudo, o problema de articulação universidade-empresa não é exclusivamente brasileiro. Nesse sentido, os institutos brasileiros devem se estruturar para inserir esse modelo de atuação em seus processos de negócios.

Na sequência, a palavra foi conferida ao Diretor do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene/PE), professor José Fernando Thomé Jucá. A abordagem destacou a criação do Cetene, constituído em novembro de 2005, como unidade de pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Para esse fim, articula-se por meio da cooperação junto a universidades, institutos, empresas e centros de pesquisa com foco em três áreas de atuação: biotecnologia, nanotecnologia e microeletrônica. Embora temas ousados para o Nordeste, a ousadia maior reside na forma de atuação, a saber, por meio da articulação de redes de conhecimento, identificando potenciais que existam no país e exterior, que possam ser úteis ao desenvolvimento da Região Nordeste. O centro atua como articulador de redes temáticas, no centro da interação entre o conhecimento gerado nos institutos de pesquisa e universidades, a partir do qual interage com a sociedade e o setor produtivo, mediante a prospecção de demandas. Ou seja, identifica demandas e gargalos tecnológicos e, a partir daí, busca as competências nas instituições e, junto com elas, elabora um projeto, levantando as fontes para o seu financiamento. Realiza a prospecção com parceiros e todos aqueles que possam ter relação com o projeto. Além da articulação dos atores, o Cetene também presta serviços tecnológicos.

Exemplificando o formato de atuação do Cetene, foi apresentada a biofábrica de cana-de-açúcar, que também produz outras variedades. Ela insere-se no contexto de articulação academia-empresa, tendo reunido à sua criação conhecimento de pesquisadores estrangeiros que atuaram na transferência de tecnologia. A iniciativa permitiu que grandes usinas, bem como pequenos e médios proprietários de terra, tivessem acesso à tecnologia. Além disso, era

conferido também apoio ao investimento. Em decorrência dessa ação, um novo projeto teve início, o aproveitamento do bagaço da cana, para o qual foi realizada uma grande articulação com importantes centros de pesquisa do Brasil e exterior, para criação de um programa que obedeceu às seguintes etapas: laboratórios financiados integralmente pelo Cetene; desenvolvimento de um modelo tecnológico; estabelecimento de parcerias com o setor produtivo. Logo, sinalizando que, caso um parceiro para o projeto não fosse encontrado, a tecnologia não seria de interesse social. Gastos e ganhos eram repartidos entre o Cetene e seus parceiros. A partir dessa etapa, o centro saía do processo, ficando a cargo do parceiro a sua continuidade (produção).

Há ainda, o projeto de bioetanol (aproveitamento dos resíduos), elaborado em conjunto com a Sudene, com vistas a identificar matérias-primas alternativas, sendo este o gargalo tecnológico à sustentabilidade da cadeia do bioetanol no país. Para execução do projeto, foi criada uma rede de competências interinstitucional, que reuniu os maiores especialistas do Brasil no assunto. Trata-se de um projeto cooperativo, liderado pelo Cetene, financiado pela Sudene, com apoio de parceiros de várias localidades. Nesse contexto, as demonstrações evidenciam a relevância em identificar e articular competências como forma de promover o desenvolvimento sustentável de uma região.

Encerrando a primeira parte da sessão, orientada às apresentações, o engenheiro José Ellis Ripper Filho, presidente da AsGa - Soluções em Telecom/SP, conduziu o debate sobre o papel da universidade enquanto ator do cenário de ciência, tecnologia e inovação. A visão apresentada pelo representante da AsGa levava em consideração o fato de que metade da vida do empresário foi dedicada à academia. Preliminarmente, expôs que academia e empresas têm vocações completamente distintas, sem esquecer ao papel do governo como elemento de suporte a essa interação, quer pela definição dos mecanismos regulatórios, quer pela promoção dos meios (empréstimos e financiamentos).

Em relação à universidade, defendeu que este conector tem um único objetivo, a saber, a formação de pessoas. Portanto, realizar pesquisa e/ou prestar serviços constituem-se apenas meios à execução da sua missão. Assim, o processo de geração de conhecimento e, eventualmente, até a sua utilização, acaba por criar uma cultura que é muito rígida. Então, a vocação para realizar P&D no ambiente acadêmico adota como foco a pesquisa. A universidade é muito eficiente durante a chamada 'fase especulativa de um projeto de pesquisa', porque nessa etapa a ênfase reside na geração de tese, sem garantia de que vá gerar produto. A eficiência da academia decorre, ainda, do baixo risco associado à atividade de pesquisa. A conclusão pela formatura é um fim natural. A cada novo aluno, novos temas podem ser iniciados e concluídos, sem qualquer preocupação com a continuidade de uma ideia. Mas para institutos, empresas ou órgãos governamentais, interromper um projeto é um processo traumático. Sig-

nifica fracasso. A lógica é diferente, pois, sobre a apresentação de uma proposta na empresa, consequente aprovação e execução, incide o risco de começar e não dar certo. A universidade tem como cultura formar pesquisadores. Por outro lado, a empresa busca os desenvolvedores e a formação destes é completamente distinta.

As empresas têm como objetivo satisfazer os acionistas. E nesse sentido, não apenas com a visão do lucro, mas também da satisfação pessoal. Já o discurso de geração de emprego, entre outros, deve ser compreendido como consequência e não como objetivo. Com referência às características de P&D nesse ambiente, o foco reside no desenvolvimento do produto no curto prazo, em decorrência da contínua mudança no mercado. A insegurança em relação a quanto será faturado, ao que deve ser pago, reforça a visão de sobrevivência. Já os institutos de pesquisa objetivam desenvolver produtos. Para esse fim, assumem formatos variados tais como: fundações, empresas, organizações dentro da própria universidade. Nesse contexto, como adequar essas necessidades?

A oferta do mestrado empresarial não é a solução. A universidade, além de formar pesquisadores em seus programas de pós-graduação, deve começar a formar os profissionais desenvolvedores, cujo perfil é mais adequado às demandas das empresas. O empresário busca a formação sólida. Nesse sentido, a universidade deve manter parceria efetiva com os institutos e não em caráter eventual. Como proposições, o empresário destaca que é preciso dar menos ênfase a dispor de doutores na empresa. Não é o doutor que vai tornar a empresa mais inovadora, salvo alguns profissionais que se adaptaram ao novo ambiente. O pesquisador, por natureza, atua numa dimensão individual, enquanto o desenvolvedor trabalha em equipe para resolver problemas. O trabalho coletivo é atividade inerente ao processo de desenvolvimento de produtos. Há que se conferir menos ênfase também em patente, pois estas devem ser o foco de grandes empresas. Patente não é medida de inovação. No que tange ao elo governo, é preciso salientar que este não pode achar que sabe tudo o que a empresa quer. Logo, deve ter foco e mais orientação à demanda da empresa.

Como considerações finais à sessão, a presidente da Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (Abipti), professora Isa Assef dos Santos, na condição de relatora, ressaltou a importância do conhecimento como promotor do desenvolvimento sustentável. Como a conferência servirá de base à criação de um novo Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI), a consequente consolidação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação requer atenção aos seguintes pontos:

- Formulação e/ou revisão de políticas e programas, aos quais estejam assegurados perenidade e articulação com outros setores, como exemplo, a interação entre a política educacional e a política industrial;

- Fomento ao desenvolvimento da capacidade inovativa, mapeando as necessidades, ampliando a oferta, aproximando atores e, em alguns casos, pela adoção de medidas simples, tais como ampliação da divulgação dos instrumentos já existentes;
- Mobilização para transferência de conhecimento, no sentido de minimizar os nocivos impactos das desigualdades nos níveis de desenvolvimento das regiões.
- Definição de responsabilidades entre a diversa gama de atores envolvidos no Sistema;
- Como principais assuntos abordados pelo público participante à sessão, destacam-se:
- Modelo de organização financeira dos institutos: dificuldades em operar fluxo financeiro levam à adoção de outros formatos, tais como: sociedade de propósito específico, contratação por editais, contratação via parceiros;
- Patentes: o sistema internacional de patentes as torna úteis às grandes empresas internacionais. O privilégio requer patenteamento em vários países, monitoramento de violações e eventuais demanda por abertura de processos jurídicos contra os violadores;
- Indicador de inovação: patente não é um bom índice, pois não reflete a cultura e o ambiente estruturado para que as empresas inovem;
- Incentivo em P&D: o incentivo do governo deve orientar-se ao financiamento direto às empresas. Por conseguinte, o empresariado brasileiro deve investir mais em P&D, retomando um ciclo virtuoso, como o experimentado à época da criação de empresas como a Embraer;
- Formação de pessoas com foco no trabalho em equipe: a atividade de desenvolvimento é inerentemente coletiva, em contraponto à formação do pesquisador que enfatiza a ação individual. As empresas buscam formação sólida, focada no trabalho em equipe;
- Dilema academia-empresa: políticas públicas devem orientar os interesses de empresários às demandas da sociedade;

Em relação ao que foi apresentado na sessão, a nova configuração do IPT e a forma de atuação do Cetene são exemplos à interação dos institutos com empresas, bem como o esforço empreendedor do empresário José Ripper, em levar o conhecimento acadêmico à aplicação na empresa. A agenda empresa-universidade atua com vocações distintas. A universidade precisa conhecer o que o mercado quer. Contudo, há ações bem-sucedidas ilustrando essa conexão que, de maneira destacada, citamos:

- O estágio que colabora à formação discente, mas ainda carece de acompanhamento de resultados;

- A experiência de escritórios modelos, escolas fábricas, empresas jr. Em Manaus, na Fucapi, instituto presidido pela professoraa Isa Assef, destacam-se parcerias de empresas com a instituição há mais de dez anos;
- A universidade corporativa;
- Os empreendimentos em incubadoras e *spin-offs*;
- As agências de inovação, entre outras.

Em síntese, realizou-se o esforço de relatar os tópicos principais que emergiram sobre o tema Conectores Academia-Empresa para a Inovação, tomando a liberdade de interpretação ao conteúdo exposto pelos palestrantes e às discussões do público participante à sessão. Desse cenário, registra-se que a conexão academia-empresa não é um esforço isolado e, sim, cooperado. A ponte para essa relação é a figura dos institutos de tecnologia. A Abipti realiza uma revisão do seu planejamento, no sentido de atender a essa demanda. Dessa forma, a conferência vem 'abrir os olhos' a essa nova visão.

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

O papel dos parques tecnológicos e das incubadoras de empresas

Empreendedorismo inovador sustentável

Guilherme Ary Plonski¹

1. Ambientes de inovação

Parques tecnológicos e incubadoras de empresas são ambientes dedicados, especialmente concebidos e profissionalmente geridos, para catalisar processos de inovação, em particular os intensivos em conhecimento. Surgidos nos EUA na década de 1950², estão hoje presentes, com naturais variantes, em quase todas as nações e regiões de expressão econômica. Uma visão global e abrangente desses habitat está disponível no Atlas Mundial da Inovação³, lançado em 2009 pela World Alliance for Innovation (WAINOVA)⁴.

Surgidos no Brasil em 1984, como fruto de política pública⁵, os ambientes de inovação estão presentes em praticamente todas as unidades da federação. Os 450 mecanismos existentes vêm ajudando a transformar qualitativamente o ambiente empresarial do país ao gerar, pelas suas incubadoras, cerca de oito mil empresas que têm a inovação em seu DNA. Uma evidência relevante é a participação de firmas graduadas no Prêmio Finep de Inovação. Na edição de 2009,

1 Presidente da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec).

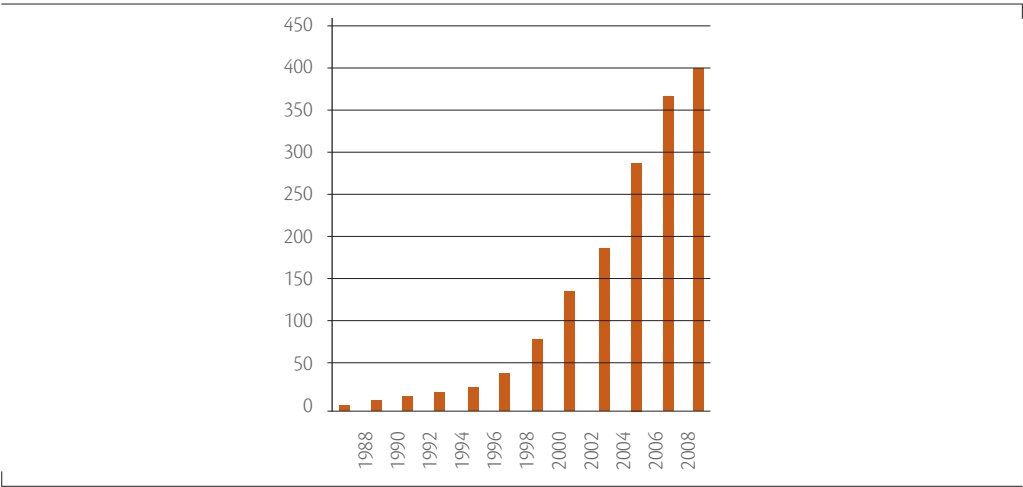
2 O primeiro parque tecnológico (Stanford, na Califórnia) é de 1951; a primeira incubadora de empresas (Batavia, em Nova York) surgiu em 1959.

3 www.wainova.org/ebook/index.html

4 A Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC), uma das fundadoras da WAINOVA, assegurou a adequada representação dos ambientes de inovação brasileiros nessa publicação pioneira.

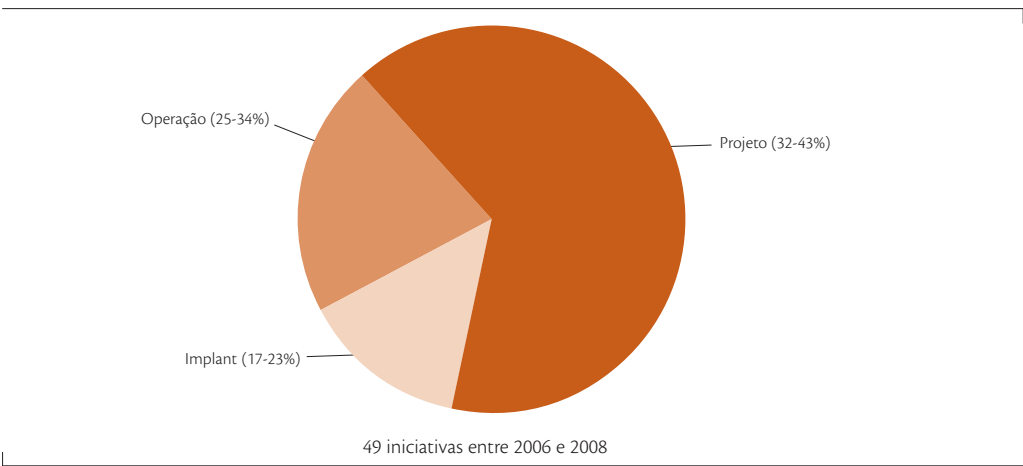
5 O pioneiro Programa Brasileiro de Parques Tecnológicos foi instituído em fevereiro de 1984 pelo CNPq, então sob a presidência do Professor Lynaldo Cavalcanti de Albuquerque.

por exemplo, constituíram parcela significativa das finalistas e foram as contempladas em todas as categorias pertinentes.



Fonte: ANPROTEC (2009)

Figura 1. Evolução das incubadoras de empresas



Fonte: ANPROTEC⁶ (2008)

Figura 2. Iniciativas de parques tecnológicos (dez/2008)

Um fenômeno contemporâneo relevante para o desenvolvimento nacional alavancado pelo conhecimento é o crescente número de centros de P&D e de engenharia de empresas nacionais e

6 Portifólio de parques tecnológicos no Brasil (dez 2008), disponível em www.anprotec.org.br.

transnacionais que se instalam nos parques tecnológicos, cujo número vem crescendo significativamente a partir de 2001.

A contribuição do movimento se manifesta, igualmente, na mudança de cultura que vem ocorrendo nas instituições de ensino superior, públicas ou privadas, em que se tornaram elementos mobilizadores do ensino, aprendizagem e prática do empreendedorismo.

2. Principais desafios para o Brasil

O movimento dos ambientes de inovação brasileiros enfrenta, neste estágio do seu desenvolvimento, um conjunto de desafios, alguns retentivos e outros aquisitivos, dos quais se destacam três: o reposicionamento estratégico, a internacionalização e a institucionalização sistêmica.

2.1. Reposicionamento estratégico

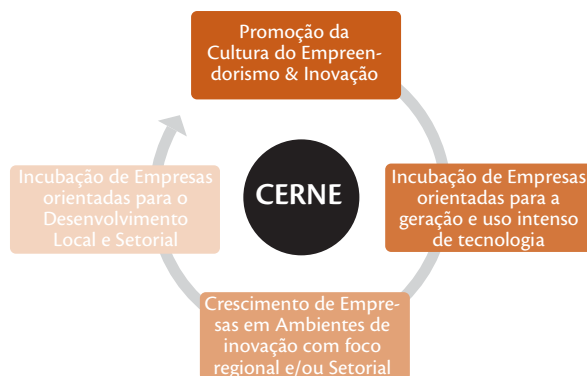
O conceito estruturante é o de que incubadoras de empresas, parques tecnológicos e outros mecanismos dessa natureza devem se consolidar como plataformas estratégicas, institucionais e operacionais para atuar, juntamente com seus parceiros, nas prioridades para o desenvolvimento das regiões, setores e do país, por meio da promoção do empreendedorismo inovador.

Com essa percepção de que incubadoras de empresas e parques tecnológicos brasileiros podem contribuir de forma mais significativa para realização dos objetivos do país, das aspirações de regiões e do potencial de seus segmentos econômicos e sociais, o movimento, sob a liderança da Anprotec, inaugurou um novo momento para esses mecanismos e propôs um reposicionamento nacional.

A possibilidade de transformar incubadoras de empresas em organismos capazes de produzir, sistematicamente e em grande escala, empreendimentos inovadores bem-sucedidos é o eixo norteador para a implantação de um programa cujas bases estão fundamentadas na estratégia de ampliar a sua capacidade de atendimento, ao mesmo tempo em que é intensificada a qualidade dos resultados.

Um dos resultados desse vigoroso reposicionamento, feito em parceria com o Sebrae, é o programa para a implantação de Centro(s) de Referência para Apoio a Novos Empreendimentos (Cerne). Particularmente voltado à ampliação geográfica e institucional do atendimento e à melhoria de produtos e processos das incubadoras de empresas, o Programa Cerne tem como principal objetivo o aumento quantitativo e qualitativo da capacidade interna de produção de empreen-

dimentos inovadores altamente competitivos, por meio da padronização de processos, de maior articulação com o entorno, maior participação no desenvolvimento socioeconômico local e forte articulação com os sistemas locais de inovação. A Figura 3 apresenta o Cerne, estrategicamente alocado no contexto do reposicionamento mencionado.



Fonte: ANPROTEC (2009)

Figura 3. Reposicionamento do movimento de empreendedorismo inovador

2.2. Internacionalização

Os mercados intensivos em conhecimento são mundiais. Essa característica é ainda mais pronunciada nos mercados que envolvem a dimensão ambiental da sustentabilidade (e, de forma crescente, também a dimensão social). As regulações são formuladas em foros internacionais, as práticas nas cadeias de valor são definidas por competidores globais e a sociedade civil se mobiliza internacionalmente. Nesse contexto, a internacionalização do movimento brasileiro de empreendedorismo inovador é um desafio com três componentes: internacionalização das empresas nascentes e emergentes, participação ativa na produção global de conhecimento e cooperação internacional.

Há uma natural tendência de que os mecanismos de promoção do empreendedorismo inovador nos vários países estreitem os seus laços, de forma a facilitar a internacionalização das empresas que nutrem e abrigam. O movimento brasileiro de empreendedorismo inovador tem aproveitado e, em vários casos, liderado essa tendência e, como resultado, está bem posicionado globalmente. Assim, por exemplo, encontra-se no escalão dirigente de organismos globais, tais como a International Association of Science Parks (IASP) e regionais, como a Rede Latino-Americana de Associações de Parques Tecnológicos e Incubadoras (Relapi).

Dentre os numerosos esquemas bilaterais, ressalta-se o presente esforço para estabelecimento de mecanismos de coincubação com diversos países. Essa iniciativa se soma ao esforço de maturação da internacionalização de empresas intensivas em conhecimento que vem sendo feito com apoio da APEX.

Merece destaque a recente decisão do Brasil de participar como donator do Programa de Informação para o Desenvolvimento (infoDev), sediado no Banco Mundial e na Corporação Financeira Internacional. Já como parte dessa participação brasileira, liderada pelo MCT, foi realizado em Florianópolis, em outubro de 2009, o 3rd. Global Forum on Innovation and Entrepreneurship, com a participação de representantes de 77 países. Um dos temas de destaque nesse evento foi justamente o de iniciativas inovadoras para estimular o surgimento e a cooperação entre empreendimentos inovadores no campo das tecnologias voltadas à questão ambiental. Esse espaço global certamente será uma via de elevado potencial para o avanço do empreendedorismo inovador sustentável no próximo ciclo.

2.3. Institucionalização sistêmica

Este desafio, que está presente no sistema nacional e nos sistemas regionais e setoriais de inovação, será objeto do próximo tópico.

3. Recomendações para a política CT&I para os próximos anos

Os ambientes de inovação vêm sendo crescentemente considerados na política de CT&I. Por ser catalisador eficaz e eficiente do processo de cooperação entre o segmento empresarial e o mundo acadêmico, adensando as cadeias de conhecimento, o movimento nacional das incubadoras de empresas e parques tecnológicos se tem mostrado instrumental para a concretização de princípios basilares subjacentes à Lei nº 10.973/04 e às mais de dez leis de inovação estaduais correlatas já promulgadas. No âmbito federal, o empreendedorismo inovador foi contemplado no Plano 2007-2010⁷.

Os resultados expressivos sumariados no primeiro item desta nota se devem, em grande medida, às parcerias com numerosas entidades nas esferas federal, estadual e municipal. A governança desse esforço coletivo ganhou nova qualidade com a Portaria nº 139/09 do MCT, que instituiu, de forma revigorada, o Programa Nacional de Apoio às Incubadoras de Empresas e aos Parques Tec-

⁷ Um de seus resultados emblemáticos no período é a implementação, pela Finep, da primeira fase do inovador e pioneiro Programa Primeira Empresa Inovadora (PRIME).

nológicos (PNI). O PNI é supervisionado por um comitê consultivo constituído por representantes das seguintes instituições: MCT (que o preside), CNPq, Finep, MDIC, BNDES, Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de CT&I, Fórum Nacional de Secretários Municipais de C&T, Sebrae, CNI e Anprotec. Essa composição, ao mesmo tempo diversa e convergente, pode servir como vitrine para ajudar a sociedade brasileira a lidar com um dos principais desafios das políticas de inovação de terceira geração (na taxonomia da OCDE), que é a coordenação interinstitucional.

A plataforma do PNI deve ser reforçada e aproveitada para, de forma articulada, ajudar a formular e implementar medidas criativas, envolvendo, sem a elas se limitar, as seguintes:

- a. Fortalecer programas de incentivo e investimento em empresas inovadoras nascentes;
- b. Privilegiar os incentivos públicos em inovação (subvenção e outras) em empresas localizadas em ambientes de inovação;
- c. Integrar as políticas públicas (federal, estadual e municipal) de apoio a empresas inovadoras;
- d. Estimular os programas e projetos de formação de talentos e estímulo ao empreendedorismo, de forma a se obter massa crítica;
- e. Formalizar um Sistema Nacional de Incubadoras de Empresas e Parques Tecnológicos, de forma a assegurar uma visão e atuação sistêmica;
- f. Criar e fortalecer mecanismos de apoio ao desenvolvimento e inovação dos ambientes de inovação;
- g. Criar e fortalecer mecanismos para viabilizar a infraestrutura dos ambientes de inovação;
- h. Integrar as políticas públicas (federal, estadual e municipal) de apoio aos ambientes sistêmicos de inovação⁸.
- i. Ampliar a oferta de venture capital em suas diversas formas, incluindo capital semente e investidores-anjo;
- j. Capacitar e preparar empresas inovadoras nascentes e emergentes para internacionalização; e
- k. Adensar as cadeias de conhecimento e de valor mediante articulação com o empreendedorismo inovador sustentável⁹.

8 Serão úteis os documentos Parques Tecnológicos no Brasil: Estudo, Análises e Proposições (disponível em www.anprotec.org.br) e Estudos, Análise e Proposições sobre as Incubadoras de Empresas no Brasil (em elaboração pela ANPROTEC para o MCT).

9 Um caso concreto, em andamento, é a incorporação de empresas inovadoras emergentes na cadeia de bens e serviços da Petrobras, com vistas ao programa de exploração da camada pré-sal.

Relatório da sessão “O papel dos parques tecnológicos e das incubadoras de empresas”

Ana Lúcia Vitale Torkomian¹

O coordenador da sessão temática, Guilherme Ary Plonski, presidente da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec), iniciou a sessão convidando à reflexão sobre os objetivos dos parques tecnológicos e das incubadoras de empresas e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável. Segundo ele, a ideia é criar uma geração de empresários com “inovatina”, “sustentalina” e “globalina” no DNA, o que pode ser feito nos chamados habitat de inovação.

Segundo ele, o movimento de criação de parques tecnológicos e incubadoras de empresas no Brasil iniciou em 1984, no CNPq, com a criação do Programa Brasileiro de Parques Tecnológicos, inspirado principalmente nas iniciativas bem-sucedidas de Boston e do Vale do Silício, nos Estados Unidos, e em informações sobre a instalação de parques tecnológicos na França e na Inglaterra. Nesse programa, duas iniciativas decolaram nas cidades de Campina Grande (PB) e São Carlos (SP).

Desde então, uma grande evolução na matéria foi percebida e hoje o tema faz parte do Plano de Ação 2007-2010 do Governo Federal em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional, na prioridade estratégica II, Promoção da Inovação Tecnológica nas Empresas, linha de ação 6, Incentivos para a Criação e Consolidação de Empresas Intensivas em Tecnologia, programa 6.1, Programa Nacional de Apoio às Incubadoras de Empresas e Parques Tecnológicos.

Como resultado do movimento das incubadoras de empresas, o quadro que se tem hoje é composto por:

¹ Secretária-Adjunta da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

- 8.000 empresas inovadoras;
- R\$ 3,5 bi/a de receita das empresas graduadas;
- 35 mil empregos diretos, principalmente qualificados;
- Impostos gerados (até 2007):
- R\$ 500 mi total de investimentos (20 a)
- R\$ 450 mi/a impostos

Nesse contexto, o papel das incubadoras de empresas, completando o triângulo do conhecimento, segundo o qual na base está o ensino (que ocorre em sala de aula) e em um dos lados a pesquisa (nos laboratórios), é consistir num espaço de aprendizagem, ajudando a gerar novos líderes empresariais – lado da inovação.

Quanto aos parques tecnológicos, 74 iniciativas foram autoidentificadas no Portifólio de Parques Tecnológicos no Brasil, publicado pela Anprotec em 2009. Outro estudo, Parques Tecnológicos no Brasil: estudo, análise e proposições, realizado pela Anprotec e ABDI, com o apoio do MCT, identificou três gerações de parques, sendo que os de terceira geração (década de 1990) têm apresentado níveis de performance e relevância comparáveis aos da primeira geração (década de 1950).

Atualmente, as iniciativas nacionais já são internacionalmente reconhecidas. Como exemplo, pode-se citar o caso do porto digital, em Recife (PE), que foi objeto de matéria especial na Revista Business Week, em 01.06.2009. Além disso, a mobilização em torno do tema tem sido crescente, sendo esperado um grande público para o XX Seminário Nacional de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas e XVIII Workshop Anprotec, de 20 a 24 de setembro de 2010, em Campo Grande (MS).

As próximas etapas a serem superadas, segundo o presidente da Anprotec, consistem na inserção nacional em:

- Cadeias de valor intensivas em conhecimento;
- Regiões inovadoras sustentáveis, em articulação com outras iniciativas regionais;
- Sistema Nacional de Parques Tecnológicos; e
- 10 mil empresas inovadoras em 2020.

Na sequência, proferiu palestra o representante da Fundação Certi e do Parque Sapiens, de Florianópolis (SC), José Eduardo Azevedo Fiates, que teceu comentários acerca da importância da inovação para a geração de crescimento, prosperidade e valor agregado aos negócios, sendo

necessário para gerar inovação conhecimento e empreendedorismo. Lembrou que as 100 principais universidades do mundo mantêm programas de estímulo ao empreendedorismo. Nesse contexto, as incubadoras de empresas e os parques tecnológicos constituem o ambiente sistêmico para a inovação.

Apresentando a experiência da Fundação Certi, fundada em 1984, ofereceu os seguintes dados a respeito da incubadora Celta, criada em 1986:

- Prédio de 10.000 m²;
- Investimento de US\$ 2 milhões;
- 42 empresas incubadas (US\$ 25 milhões (2009) – US\$ 6 milhões impostos)
- 63 graduadas (US\$ 300 milhões (2009) – US\$ 80 milhões impostos)

Algumas iniciativas relevantes relacionadas ao tema:

- Programa de Promoção do Empreendedorismo inovador, que dispõe do Portal Sinapse da Inovação;
- Accelerator & Venture Capital: CVentures; e
- ParqTec Alfa, criado em 1993 e atualmente com mais de 70 empresas que empregam 3.000 pessoas e geram retorno financeiro de US\$ 200 milhões por ano.

Atualmente, está em implantação o Parque Sapiens, numa área de 4,5 milhões de m², sendo 1,3 milhão de m² destinado à ocupação, 3 milhões de m² de áreas verdes e lagos, e 1,8 milhão de m² de área preservada. O parque possui 15 empresas lá instaladas.

O sucesso da iniciativa de Santa Catarina deveu-se à disponibilidade de massa crítica de CT&I, graças à universidade e ao poder público local e à vocação da região em abrigar os empreendimentos que lá foram viabilizados.

Refletindo sobre os desafios a serem enfrentados no futuro, foi apontado como gargalo justamente os ambientes sistêmicos para a inovação, nos quais se situam as empresas inovadoras, e que estão contidas no ambiente socioeconômico.

Esses ambientes, constituídos de incubadoras de empresas e parques tecnológicos:

- Intensificam o acesso ao conhecimento;
- Aumentam a competitividade e porcentagem de sobrevivência das empresas;
- Promovem a inovação tecnológica;

- Fortalecem a cultura para inovação;
- Estimulam a formação de parcerias; e
- Facilitam a implementação de políticas públicas.

Entretanto são fatores essenciais:

- Massa crítica de CT&I;
- Modelos competentes e inovadores; e
- Oportunidade e vocação.

Isso posto, são desafios a serem enfrentados:

- Fortalecer programas de incentivo e investimento em empresas inovadoras nascentes;
- Privilegiar os incentivos públicos em inovação (subvenção, etc.) em empresas localizadas em ambientes de inovação;
- Integrar as políticas públicas (federal, estadual e municipal) de apoio a empresas inovadoras;
- Estimular os programas e projetos de formação de talentos e estímulo ao empreendedorismo – massa crítica;
- Formalizar um Sistema Nacional de Incubadoras de Empresas e Parques Tecnológicos – Visão Sistêmica;
- Criar e fortalecer mecanismos de apoio ao desenvolvimento e inovação dos ambientes de inovação;
- Criar e fortalecer mecanismos para viabilizar a infraestrutura dos ambientes de inovação; e
- Integrar as políticas públicas (federal, estadual e municipal) de apoio aos ambientes sistêmicos de inovação.

O palestrante seguinte, Leonardo Guimarães, Diretor Executivo do Porto Digital, parque localizado em Recife (PE) e considerado pela Revista *Business Week* em 2009 como um de 10 parques tecnológicos do mundo com capacidade de contribuir com inovações relevantes para as futuras gerações da humanidade, resgatou sua história.

Nos anos 1980 e 1990, o Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco enviou seus pesquisadores para capacitação nos principais lugares do mundo e eles retornaram com a energia de uma mão de obra altamente qualificada. Em 1995, foi criado o Cesar, instituto de pesquisa voltado para a geração de inovação. Um fundo foi instituído como resultado de uma

política de estado em 1999 para, no ano seguinte, criar o porto digital, uma iniciativa inovadora, baseada na geração de ambiente de negócios, revitalização urbana e inclusão social.

Segundo o Plano de Desenvolvimento do Porto Digital (2001), o porto digital é um vetor de urbanização que fortalece o processo de revitalização no Bairro do Recife, com capacidade de extrapolar as suas fronteiras, alcançando áreas vizinhas (Santo Antônio, São José e Santo Amaro). Seu objetivo principal é viabilizar a implantação da tecnologia do ponto de vista do arranjo urbano no qual se insere: a requalificação gradual do ambiente urbano e o restauro de imóveis históricos.

- O local foi escolhido devido à existência de:
- Área edificada desocupada (200.000m²) (ano 2000);
- Ociosidade da infraestrutura básica instalada;
- Riquezas: história, cultura e paisagens; e
- Boa acessibilidade (vias e transportes).

Assim, o porto digital foi criado com potencial para ser o motor de transformação sustentável do local onde está inserido e em 5 anos de operação, de 2001 a 2006, apresentou os seguintes resultados:

- Imóveis recuperados diretamente: 6.000 m²; em 2007: + 15.000 m² (ITBC e Bandepe);
- Imóveis recuperados indiretamente (privados): mais de 10.000 m²;
- Salas qualificadas para empresas de TIC (privados): mais de 10.000 m²;
- Estacionamento: problema que sinaliza resultados; e
- População flutuante: mais de 100 empresas; mais de 3.000 colaboradores (mais de 20% do Bairro do Recife).

Atualmente, o porto digital é entendido como:

- Política pública para a criação de um habitat de inovação em tecnologia da informação e comunicação num ambiente urbano;
- Referência em negócios de classe mundial com foco num mercado cada vez mais global;
- Promotor das competências locais e atrator de maiores e novos empreendimentos para Recife;
- Instrumento horizontal a serviço do desenvolvimento das bases da economia regional; e
- Principal indutor de resgate sustentável do Bairro do Recife.

Investimentos públicos de R\$ 17 milhões possibilitaram a estruturação do porto digital (operações imobiliárias e gestão), alavancando investimentos privados no bairro de R\$ 60 milhões (empresas de TI e outras), com previsão de mais R\$ 120 milhões até o final de 2010.

Em 2009, o porto digital já apresentava a seguinte situação:

- 135 empresas instaladas;
- Faturamento anual de R\$ 500 milhões;
- 40.000 m² de área ocupada;
- 4.400 profissionais de TIC (88% com nível universitário e 46% com até 25 anos);
- Média salarial de R\$ 2,7 mil (3 vezes a média do Recife); e
- Absorção de 30% da população trabalhadora do Bairro do Recife.

O Núcleo de Gestão do Porto Digital é uma instituição de direito privado sem fins lucrativos, que implementa políticas públicas não exclusivas de governo, qualificada como organização social (OS), nos termos da legislação estadual. Cabe a esse núcleo:

- Manutenção do foco em TIC;
- Geração de ideias originais;
- Formulação de projetos inovadores;
- Articulação dos agentes (governo, agências de fomento, empresas, academia etc.);
- Criação e atração de empreendimentos inovadores de TI e geração de empregos qualificados.

Os desafios para os próximos anos são:

- Ganhar escala;
- Aumentar a competitividade das empresas instaladas e ampliar sua participação em mercados externos;
- Atrair novas empresas de software, nacionais e estrangeiras;
- Integrar TIC com outras cadeias produtivas;
- Representar 10% do PIB estadual em 2020; e
- Gerar 20.000 empregos em TIC até 2020.

São apontados como fatores de sucesso da iniciativa:

- Ação coordenada e articulada entre empresas, academia e governo, tanto no lançamento como na sustentação;
- Interação com outras experiências para aprendizado contínuo (redes de cooperação);
- Propósito público, gestão privada;
- Política de Estado, e não de governo (visão de longo prazo); e
- Objetivo de autossustentação financeira.

Finalmente, a relatora da sessão, Ana Lúcia Vitale Torkomian, Secretária Adjunta de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do MCT, apresentou a Portaria MCT nº 139, de 10 de março de 2009, que institui o Programa Nacional de Apoio às Incubadoras de Empresas e aos Parques Tecnológicos (PNI), cujo objetivo é fomentar a consolidação e o surgimento de parques tecnológicos e incubadoras de empresas que contribuam para estimular e acelerar o processo de criação de micro e pequenas empresas, caracterizadas pelo elevado conteúdo tecnológico de seus produtos, processos e serviços, bem como por intensa atividade de inovação tecnológica e pela utilização de modernos métodos de gestão.

- O Comitê Consultivo do PNI é constituído de representantes das seguintes instituições:
- Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC/MCT) (coordenação);
- Financiadora de Estudos e Projetos (Finep);
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq);
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC);
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES);
- Conselho Nacional de Secretários Estaduais para assuntos de CT&I (Consecti);
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae);
- Confederação Nacional da Indústria (CNI);
- Fórum Nacional de Secretários e Dirigentes Municipais de Ciência, Tecnologia e Inovação; e
- Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec).

No âmbito desse programa, que faz parte do Plano de Ação 2007-2010 do Governo Federal em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional, conforme já mencionado, as incubadoras de empresas são mecanismos de estímulo e apoio logístico, gerencial e tecnológico ao empreendedorismo inovador e intensivo em conhecimento, com o objetivo de facilitar a implantação de novas empresas que tenham como principal estratégia de negócio a inovação tecnológica.

Seus objetivos são:

- Estimular a implantação de novas empresas intensivas em conhecimento;
- Apoiar empreendimentos inovadores que possam competir no mercado;
- Estimular a competitividade e geração de empregos de alto valor agregado;
- Promover a geração sistemática de inovações;
- Promover a cultura do empreendedorismo;
- Estimular a cooperação universidade, empresa e governo;
- Apoiar a introdução de novos produtos, processos e serviços no mercado;
- Estimular o desenvolvimento de políticas de ciência, tecnologia e inovação;
- Capacitar empreendedores nas áreas de gestão;
- Oferecer serviços de alto valor agregado para os incubados, e
- Contribuir para a redução da taxa de mortalidade de micro e pequenas empresas.

Os parques tecnológicos, por sua vez, são complexos de desenvolvimento econômico e tecnológico que visam fomentar e promover sinergias nas atividades de pesquisa científica, tecnológica e de inovação entre as empresas e instituições científicas e tecnológicas, públicas e privadas, com forte apoio institucional e financeiro entre os governos federal, estadual e municipal, comunidade local e setor privado. Seus objetivos:

- Estimular o surgimento e desenvolvimento de empresas cujos produtos sejam baseados em conhecimento e inovação tecnológica;
- Estimular a interação entre universidades, institutos de pesquisa e empresas;
- Promover parcerias entre instituições públicas e privadas envolvidas com pesquisa científica e inovação tecnológica e empresas cujas atividades estejam fundamentadas no conhecimento e na inovação tecnológica;
- Estimular as atividades de pesquisa e desenvolvimento nas empresas e entre elas;
- Promover o desenvolvimento sustentável do estado ou região por meio da criação de ambiente favorável aos investimentos em atividades intensivas em conhecimento e inovação tecnológica; e
- Apoiar as atividades de pesquisa e desenvolvimento e engenharia de inovação no âmbito dos estados e municípios.

As ações previstas nesse programa no curto prazo são duas chamadas públicas:

- Chamada Pública MCT/Finep – Apoio aos Parques Tecnológicos, com o objetivo de apoiar empreendimentos de Parques Tecnológicos existentes no País e em adiantado estágio de implementação, com vistas a sua consolidação e contribuir para o surgimento e atração de empresas inovadoras, bem como empregos qualificados para introduzir inovações em novos produtos, serviços e processos no mercado e fomentar a capacitação tecnológica empresarial em setores-chave para o desenvolvimento regional e nacional.
- Chamada Pública MCT/Finep – Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica, para apoiar a formação e a consolidação de incubadoras de empresas de base tecnológica, com até três anos de existência, pertencentes a uma mesma região, que demonstrem capacidade de promover aumento significativo da taxa de sucesso das empresas incubadas.

Entretanto, um esforço que vai além da oferta de recursos financeiros é necessário para o sucesso das incubadoras de empresas e dos parques tecnológicos nacionais. Os desafios podem ser sistematizados da seguinte maneira:

- Compreensão da incubadora de empresas e do parque tecnológico como meio de promoção do desenvolvimento econômico regional e não como fim por si só;
- Compreensão do recurso público como indutor do projeto, havendo a necessidade da contrapartida dos parceiros privados;
- Segurança jurídica nas parcerias público-privadas;
- Compreensão do parque tecnológico como lugar de negócios e um novo modelo de desenvolvimento regional;
- Consideração das vocações da região e das pré-condições para implantação de incubadoras e parques;
- Articulação com as universidades e institutos de pesquisa locais; e
- Sintonia com os demais atores e iniciativas locais, regionais e nacionais.

O sucesso de algumas iniciativas e os importantes resultados apresentados mostram que o país está no caminho certo no que diz respeito à utilização desses arranjos institucionais que alavancam o desenvolvimento tecnológico. Entretanto, o aperfeiçoamento contínuo dos instrumentos de apoio deve ser garantido para que tais iniciativas gerem o desejado desenvolvimento econômico e social nas regiões onde se inserem.

PARTE 3

INOVAÇÃO NA EMPRESA

Propriedade intelectual para inovação

Gestão do sistema de proteção à propriedade intelectual no Brasil: fragilidades e perspectivas

José Matias-Pereira¹

1. Introdução

Partimos do pressuposto neste artigo de que o emprego intensivo da ciência, tecnologia e inovação numa economia permite a elevação da capacidade de competir, criando empreendimentos, empresas, empregos e marcas comerciais. Essa estratégia, por sua vez, tende a aumentar a interação entre política industrial e tecnológica e propriedade intelectual. Entendemos, ainda, que a gestão das políticas públicas de proteção à propriedade intelectual, como instrumento para apoiar o crescimento econômico do país apresenta deficiências. Nesse sentido, argumentamos que as fragilidades e as inconsistências da gestão das políticas na área de proteção à propriedade intelectual vêm prejudicando a competitividade das empresas brasileiras, em especial na área de patenteamento (BRASIL/MCT, 2007).

Os relatórios e discurso governamental sustentam que nos últimos cinco anos a área de CT&I passou a ser uma questão de Estado; o foco na Política de CT&I foi orientado para os eixos estratégicos; foram definidos novos marcos regulatórios; criados novos instrumentos e formatos de financiamento e aperfeiçoamento da gestão dos fundos setoriais; bem como um aumento dos recursos federais para CT&I. Em que pese esses avanços, entendemos que os resultados alcançados pelo Brasil, após oito anos de vigência dos fundos setoriais, quatro anos de vigência da Lei de Inovação Tecnológica e dois anos e meio da Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005 / Decreto

¹ Professor-pesquisador associado do Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade de Brasília (UnB).

nº 5.798/2006), no que se refere aos resultados de registro de patentes brasileiras é bastante inquietante. Veja as notas nº 01 e 02.

Sabemos que existem diversas maneiras de reduzir os possíveis custos da extensão do nível de abrangência das patentes. Entre elas, destacamos duas opções: a primeira se refere ao emprego de mecanismos de abusos do poder econômico; a segunda trata da criação de ambientes institucionais que estimulem a atividade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento por empresas que operam nesses setores por meio da necessária articulação governo-iniciativa privada-universidade. Entendemos que o Brasil, a partir de um efetivo esforço para melhorar a gestão de políticas de proteção à propriedade intelectual, deveria orientar-se para a segunda opção.

Frente a esse cenário, surge a seguinte pergunta: as políticas públicas de fomento a ciência e tecnologia e inovação estão contribuindo para melhorar a gestão do sistema de proteção à propriedade intelectual no Brasil?

O objetivo principal deste artigo é analisar as fragilidades e perspectivas da gestão do sistema de proteção à propriedade intelectual no Brasil, em particular o registro de patentes. Usamos como referências o estudo de Guimarães, "Políticas de Inovação: Financiamento e Incentivos", de 2006; a Lei de Propriedade Industrial, Lei nº. 9.279/1996 (denominada Código da Propriedade Industrial); as diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, de 2004; a Lei de Inovação Tecnológica, de 2005; a Lei do Bem (Lei nº. 11.196/2005 / Decreto nº. 5.798/2006)², o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional – 2007-2010; e, a Política de Desenvolvimento Produtivo, de 2008.

Registre-se que das vinte e uma prioridades definidas no Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional – Plano de Ação 2007-2010 – estão diretamente relacionadas com os quatro eixos estratégicos que norteiam a atual Política Nacional de CT&I: expandir, integrar, modernizar e consolidar o Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação (SNCTI), atuando em articulação com os governos estaduais para ampliar a base científica e tecnológica nacional; atuar de maneira decisiva para acelerar o desenvolvimento de um ambiente favorável à inovação nas empresas, fortalecendo a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE); fortalecer as atividades de pesquisa e inovação em áreas estratégicas para a soberania do país, em especial energia, aeroespacial, segurança pública, defesa nacional e Amazônia; e promover a popularização e o ensino de ciências, a universalização do acesso aos bens gerados pela

2 Lei do Bem (Lei nº. 11.196/2005 / Decreto nº. 5.798/2006), A Lei do Bem institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação (Repes), o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras (Recap) e o Programa de Inclusão Digital. A citada Lei do Bem, além de dispor sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica, cuida ainda de outras questões tributárias, instituindo até mesmo outros regimes especiais de tributação. No tocante aos incentivos à inovação, a Lei nº. 11.196/05 dá cumprimento à determinação da Lei no 10.973, de dezembro de 2004.

ciência, e a difusão de tecnologias para a melhoria das condições de vida da população. Estão previstos no plano a aplicação de R\$ 41 bilhões para o período de 2007-2010. O plano tem como propósito expressar a configuração da nova Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, orientada para estimular o desenvolvimento econômico e social do país (MCT, 2008).

Trata-se de um artigo teórico-empírico e exploratório. Em termos metodológicos, a pesquisa é qualitativa e bibliográfica. Registre-se que, diante da amplitude e complexidade do tema, não temos a pretensão de esgotar o assunto objeto deste estudo.

2. Dinâmica do crescimento e processo de industrialização

A relevância do progresso tecnológico tem sido retratada teórica e empiricamente há várias décadas, com destaque para a contribuição de Joseph Schumpeter (1982), que, nas primeiras décadas do século XX, demonstrou a importância do processo de inovação para o crescimento do produto. Na década de cinquenta, Robert Solow (1988), criou as bases para a construção da teoria do crescimento econômico. No primeiro estudo, desenvolveu um modelo teórico que sustenta o fato de que, sem progresso tecnológico não há crescimento sustentado do produto *per capita* (Solow, 1956). Para o país alcançar o progresso duradouro, é necessário que se permita que a economia possa agregar algo à produção, sem necessariamente acrescentar mais mão de obra e capital. Solow denominou essa fonte de riqueza de “progresso tecnológico”. No segundo artigo, buscou demonstrar, num exercício empírico, que o progresso tecnológico foi o maior responsável pelo crescimento da economia norte-americana (SOLOW, 1957). Registre-se, entretanto, que aquele teórico não conseguiu explicar o que levava ao progresso tecnológico. Coube a Paul Romer, na segunda metade da década de oitenta, propor nova abordagem na teoria econômica sobre o desenvolvimento (“Novas Teorias de Crescimento”, 1986, 1987, 1990 e 1993). Nesses estudos seminais sobre a teoria do crescimento econômico, incorporou a inovação tecnológica, ou seja, a produção de ideias, como o principal impulsionador do crescimento. Por sua vez Warsh (2006) sustenta que Romer ampliou o campo de percepção da ciência econômica para capturar um mundo – a economia do conhecimento – expressa até então de forma muito vaga.

Para a compreensão de fenômenos associados à mudança econômica, nos apoiamos na teoria evolucionária (NELSON & WINTER, 1982). Para essa linha de pensamento, são as competências dos agentes econômicos que determinam seu comportamento, tendo como parâmetro uma racionalidade que é limitada. Na perspectiva evolucionária, o capitalismo é dominado essencialmente pela mudança econômica resultante do impacto do processo de inovação (ROSENBERG, 1994). Inovação baseada no progresso técnico, o qual, segundo Dosi (1988), é fator determinante para competitividade internacional.

3. Invenções e inovações tecnológicas e propriedade intelectual

As invenções e inovações tecnológicas, ao longo da História, sempre foram vistas com certa reserva e desconfiança pela humanidade. Observa-se, entretanto, que essas resistências tendiam a desaparecer quando as pessoas começavam a perceber nas novas ideias vantagens materiais, econômicas ou militares³. Verifica-se que prêmios e estímulos por parte dos governos, e gastos de indivíduos com pesquisas aplicadas, tornaram-se uma constante. Nos últimos sessenta anos, foi sendo implantada nos países mais evoluídos, de forma cada vez mais consistente, a aplicação do conhecimento científico para fomentar o desenvolvimento tecnológico e à inovação. As atividades de P&D seriam, então, o iniciador e o indicador fundamental da inovação.

Verifica-se, no campo da propriedade intelectual, que ocorreram mudanças significativas a partir do começo da década de oitenta. As empresas multinacionais, a partir daquela penúltima década do século XX, intensificam as suas estratégias de globalização do mercado. Isso foi responsável pelo aumento dos gastos em investimentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em setores relacionados às novas tecnologias. A internacionalização dos mercados passa a exigir tanto a liberalização dos fluxos de mercadorias, serviços e capitais, por um lado, como um nível mais elevado de harmonização nas normas que definem o ambiente institucional no âmbito da concorrência, com destaque para o sistema de propriedade industrial. Com o aumento da participação dos gastos em investimentos de pesquisa e desenvolvimento nos novos produtos, as patentes passam a representar um fator importante no cálculo de taxa de rentabilidade privada do investimento. A tecnologia, dessa forma, torna-se um fator primordial na quantificação das vantagens comparativas nos mercados mundiais. Assim, a garantia obtida com a proteção ao conhecimento por meio do sistema de patenteamento passa a ter uma enorme importância na estratégia concorrencial das empresas (MATIAS-PEREIRA, 2004; MATIAS-PEREIRA *et al.*, 2006; MATIAS-PEREIRA, 2009).

Na estruturação dos padrões de transformação da economia, a mudança técnica é um fator essencial. Verifica-se, entretanto, que a tecnologia não é um bem livre, visto que a sua apropriação decorre do nível acumulado de conhecimento, dos processos passados de aprendizado, das experiências das empresas e do próprio meio institucional que pode ou não funcionar como um elemento redutor da incerteza das decisões de investimento em novos processos ou produtos (FREEMAN, 1988). Deve-se considerar, ainda, que os distintos segmentos industriais se

3 A classificação internacional de patentes (CIP) teve suas primeiras discussões no início dos anos 1920. O texto da primeira edição da CIP foi estabelecido de acordo com a convenção europeia para a classificação internacional de patentes em 1954. A primeira edição é datada de 1969. A classificação é periodicamente revisada a partir de reuniões de peritos dos Países Membros da Organização Mundial da Propriedade Intelectual. Essa classificação pode ser acessada nos sites do INPI e da OMPI.

diferenciam em termos de sua capacidade de promoverem difusão tecnológica. Assim, o avanço do progresso tecnológico repercute positivamente no processo de crescimento econômico.

Observa-se que o debate da função do sistema de patentes não é uma coisa nova (PENROSE, 1951). O que fica evidente nesse debate, na atualidade, é a elevada prioridade conferida ao sistema de proteção aos direitos de propriedade intelectual por todos os países, em especial ao sistema de patenteamento, tanto em nível interno como em nível internacional.

A tecnologia é um fator preponderante na determinação das vantagens comparativas dos países no comércio mundial. O que não é uma proposição nova. A teoria do hiato tecnológico (POSNER, 1961) e a do ciclo do produto (VERNON, 1966) já apontavam a forma de difusão do progresso tecnológico como um dos fatores subjacentes ao padrão e à dinâmica do comércio internacional. A diferença é que na nova etapa tecnológica o principal fator de produção é o conhecimento ou a informação (BIFANI, 1989). Neste sentido, cresce o valor econômico do conteúdo de conhecimento embutido em novos processos ou produtos. E, logo, aumenta também a relevância da propriedade industrial sob dois aspectos. Primeiro porque esta permite a proteção privada do novo conhecimento. E segundo porque confere a possibilidade de extrair rendas por meio da propriedade dos novos conhecimentos.

Deve-se ressaltar que nem toda patente corresponde a uma invenção. Na verdade, uma grande parcela de patentes decorre de pequenas inovações realizadas em equipamentos e processos existentes (KIM, 1997).

4. Indicadores de CT&I do Brasil

Torna-se possível argumentar que o Brasil encontra-se numa posição intermediária entre os países que buscam colocar a produção de conhecimento no centro do desenvolvimento econômico e social. Os recursos aplicados em ciência, pesquisa e fomento tecnológico representam 1,0% do PIB, média semelhante à de nações como a Espanha (0,94%), mas muito distante das maiores economias, como os Estados Unidos (2,7%) e o Japão (3%), ou de tigres asiáticos, como a Coreia do Sul (2,5%). Nestes países, por outro lado, a iniciativa privada, em especial a indústria, responde por 63% dos investimentos em pesquisa e tecnologia, enquanto nas nações intermediárias no setor o governo assume cerca de 60% dessas inversões. Dos investimentos aplicados em P&D no Brasil (OCDE, 2000), o setor público foi responsável por 63%, enquanto os restantes 37% ficaram por conta do setor privado. Os investimentos feitos em P&D naquele ano chegaram a 1,07% do PIB brasileiro. A taxa histórica dos dispêndios governamentais em P&D no Brasil é de 0,8% do PIB (MCT, 2004).

5. Propriedade intelectual e registro de patentes no mundo

Observa-se que a propriedade intelectual alcançou a sua atual importância em decorrência das inúmeras e sistemáticas evoluções em seus conceitos. Entre os fatores que têm atribuído maior valor à propriedade intelectual, destacam-se: a sua visibilidade política, devido à grande importância econômica para os países; e a constatação de que os bens imateriais superaram a tradicional estimativa concedida aos bens materiais e imóveis. Verifica-se, dessa forma, que os bens intangíveis de uma indústria, em geral, são mais valiosos que o conjunto de seus ativos materiais. Essa realidade foi a responsável pela acelerada evolução do sistema de registro de patentes no mundo, conforme se pode verificar na discussão a seguir.

A Organização Mundial de Propriedade Industrial (OMPI) define a patente como um documento expedido por um órgão governamental, que descreve a invenção e cria uma situação legal, na qual a invenção patenteada pode normalmente ser explorada (fabricada, importada, vendida e usada) com autorização do titular. Nesse sentido, o requisito de patenteabilidade se apresenta como a principal característica do documento de patente. Isso significa que pode ser patenteável a invenção que atenda aos requisitos de novidade, ou seja, aquilo que não tenha sido divulgado antes. Parte-se do entendimento de que ela seja inédita, portanto que não tenha existido ainda, que apresente atividade inventiva e aplicação industrial, passível, portanto, de ser comercializada. Uma invenção pode ser considerada nova quando não está inserida no estado da técnica, e este é constituído por todo o registro de acesso público antes da data de depósito do pedido de patente, por descrição escrita ou oral, por uso ou qualquer outro meio, no país de origem ou no exterior.

6. *Ranking* de registro de patentes do USPTO e do PCT/WIPO

Observa-se que a capacidade de patenteamento dos países, na atualidade, tem uma forte correlação com o seu nível de desenvolvimento. Apesar os dados divulgados pelo escritório norte-americano de patentes – *United States Patent and Trademark Office* (USPTO, 2005), no período de 1980-2004, mostrarem que ocorreu uma queda no crescimento do número de patentes concedidas nos países do G7 (EUA, Inglaterra, França, Alemanha, Itália, Canadá e Japão), a diferença em termos de patenteamento quando comparados ao resto mundo ainda é muito grande. Em 2007, foram feitos 214.807 pedidos estrangeiros de patentes depositados no Escritório de Marcas e Patentes do Departamento de Comércio dos Estados Unidos (USPTO, 2007).

Registre-se que os países em desenvolvimento estão em ascensão nessas estatísticas de patenteamento do USPTO (2005). Nesses dados podemos verificar que países emergentes, como por exemplo, Taiwan e Coreia do Sul, em 2004, que na década de 1980 não tinham nenhuma expres-

são, apareciam como grandes patenteadores mundiais, ocupando o 4º e 5º lugares no *ranking* da USPTO. No período de 2005-2007, o Brasil teve 288 patentes concedidas no USPTO (2007)⁴, contra 359 para a Malásia, 1.410 para a Índia e 2.775 para a China. Esse baixo desempenho do Brasil em termos de patenteamento revela-se bastante preocupante, considerando o tamanho e a complexidade da economia brasileira ⁵.

O *ranking* de registro de patentes do *Patent Cooperation Treaty* (PCT), acordo ligado a *World Intellectual Property Organization* (WIPO), que possibilita registro de patentes em 123 diferentes países, também é aceito como um importante indicador do desempenho na área de inovação tecnológica de um país. Nesse *ranking*, em 2005 (WIPO/PCT, 2007), os Estados Unidos ocupavam o primeiro lugar, com 45.452 pedidos de patentes (33,8% do total), seguidos por Japão (24.800 pedidos, ou 18,4% do total) e Alemanha (15.981 pedidos, representando 11,9% do total). Entre os países emergentes, a Coreia do Sul ocupava, em 2005, a primeira posição, com 4.422 pedidos de patentes. O Brasil aparece no *ranking* com 275 pedidos de patentes (na sexta posição entre os emergentes), atrás da China (2.501), Índia (675), Cingapura (441) e África do Sul (360), e à frente do México (140).

Essa posição desconfortável do Brasil nos *rankings* do USPTO e do WIPO/PCT tem sido objeto de diversos estudos no sentido de compreender por que o Brasil apresenta um nível de desempenho tão medíocre em pedidos de registro de patentes no mundo. Uma das explicações para o baixo desempenho do Brasil nos principais *rankings* de pedidos de registro de patentes no mundo (USPTO e WIPO/PCT) estaria relacionada à baixa proporção de pesquisadores que estão atuando nas empresas. Nos países desenvolvidos, até 80% dos pesquisadores e seus estudos estão localizados nas empresas, enquanto os restantes 20% se encontram na academia. No Brasil, esta situação é inversa.

Observa-se, com base nos referenciais internacionais, que o Brasil conta com uma base de pesquisa acadêmica competitiva (MCT, 2004). A base de pesquisa empresarial, entretanto, é bastante frágil. Dessa forma, o grande obstáculo a ser superado é a implementação adequada das políticas públicas orientadas para gerar estímulos para que as empresas do Brasil possam empregar cientistas e engenheiros para fazer desenvolvimento tecnológico nas empresas.

4 O registro de patentes brasileiras no USPTO caiu 13% no triênio 2005/2007 em comparação com o triênio 2002/2004, período no qual o Brasil obteve o registro de 332 patentes.

5 O Brasil encerrou o ano de 2008 com um saldo de apenas 90 patentes concedidas nos EUA, contra 1.121 para a China, 545 para a Índia, e 158 para a Malásia. Isso explica a queda do país para o 29º lugar na lista geral do USPTO. Deve-se destacar, também, que o depósito de patentes dentro do Brasil é igualmente reduzido. Em 2007, foram solicitadas, por todos os países, 24.107 patentes e desenhos industriais, das quais foram concedidas apenas 1.855 (INPI. 2008).

7. Políticas públicas de proteção à propriedade intelectual

Na medida em que as políticas e gestão de ciência e tecnologia estão a cargo do setor público, é perceptível que a avaliação da qualidade das instituições voltadas à gestão e à formulação de política científica e tecnológica encontra resistências ⁶. Observa-se que o Brasil ainda não conseguiu desenvolver um sistema de administração pública de gestão de propriedade intelectual compatível com as exigências das demandas num mundo globalizado.

A questão da proteção à propriedade intelectual se apresenta como uma área sensível e importante para apoiar o processo de desenvolvimento do país (OCDE, 2003). É nesse setor que estão ocorrendo, na atualidade, os maiores enfrentamentos no mundo, visto tratar-se do controle de dois fatores estratégicos para qualquer país: o domínio da tecnologia e da informação proprietária. São os denominados ativos intangíveis – apropriados sob a forma de títulos –, responsáveis pela geração de *royalties*, por meio da exploração de marcas e patentes, e *copyright*, pela reprodução de obras artísticas e literárias (MATIAS-PEREIRA; KRUGLIANSKAS, 2004).

É oportuno ressaltar que a propriedade intelectual compreende todas as regras relativas à proteção dos direitos de propriedade industrial, os direitos de autor e do *savoir-faire*. Nesse sentido, a patente de invenção, além de estimular a atividade inventiva e facilitar o intercâmbio de conhecimento, também desempenha um papel importante na circulação de informações científicas e técnicas e contribui assim para o enriquecimento do patrimônio tecnológico da sociedade (CHAVANNE; BURST, 1993).

A propriedade industrial pode ser aceita como um instrumento legal que estimula uma maior competitividade entre indivíduos ou empresas e promove a concorrência e o avanço tecnológico. Assim, a propriedade industrial é importante para o equilíbrio das relações entre indústrias, na medida em que define mecanismos de colaboração entre estas e com universidades, institutos de pesquisas e outras entidades congêneres. Considerando que o desenvolvimento de novos produtos e processos, em sua maioria, necessita de elevados investimentos, a proteção por meio da propriedade industrial passou a ter cada vez mais importância no cenário internacional, visto que se tornou um fator crítico de vantagem competitiva para o país.

A patente, por sua vez, é um privilégio legal concedido pelo Estado aos inventores e a outras pessoas detentoras dos direitos de exploração de um produto, de um novo processo de fabricação ou de um aperfeiçoamento de produto ou processo existente. A carta patente é uma instituição econô-

⁶ Observa-se que a ciência, a tecnologia e a inovação no Brasil ainda não são tratadas como questões de Estado, que devem ultrapassar os governos e devem ser tratadas como compromissos que se transferem de um período governamental para outro (MATIAS-PEREIRA, 2009).

mica e jurídica que define a propriedade tecnológica; garante o mercado para seu titular, por prazo determinado; incentiva e obriga a sociedade em geral a uma contínua renovação tecnológica.

8. Papel do Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Observa-se que o processo de globalização está afetando duramente o sistema de patentes na maioria dos países no mundo. Essa crise instalada no sistema de patentes mundial também está afetando o Brasil, nos aspectos qualitativos e quantitativos. Nos aspectos qualitativos, verifica-se a crescente intenção de patentear descobertas e não invenções; as interpretações distorcidas dos conceitos de utilidade e não obviedade; etc. Quanto aos aspectos quantitativos, verifica-se nas últimas duas décadas uma elevação significativa do número de pedidos de patentes depositadas; a entrada no sistema de propriedade intelectual de novas áreas de patenteabilidade, como por exemplo, biotecnologia, nanotecnologia, informática; o crescimento da complexidade dos pedidos de patente; o maior número de países em que um mesmo pedido é depositado, entre outras. Isto tem refletido sobre a qualidade dos serviços prestados pelos órgãos encarregados de registrar as patentes (ÁVILA, 2007). Demora na análise dos pedidos, elevação do custo de patenteamento, e expedição de patentes duvidosas. Esses problemas assinalados podem ser visualizados nos relatórios de desempenho do INPI, divulgados no período de 1999 a 2008 (INPI, 2008).

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), autarquia federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, é o órgão responsável no Brasil por executar as normas que regulam a propriedade industrial, levando em consideração sua função social, econômica, jurídica e técnica. Dentro dessas atribuições, estão incluídas tarefas como a concessão de registros de marcas e patentes. Dessa forma, o INPI é o único órgão em nível nacional responsável pelo registro de patentes de inovações tecnológicas.

9. Metas operacionais nas áreas de marcas e patentes do INPI – 2007/2009

O INPI, em relação às suas metas de disseminação e apoio ao desenvolvimento, busca ampliar o depósito de patentes de invenções e desenhos industriais por empresas e universidades brasileiras; ampliar o uso do PCT por brasileiros; ampliar o depósito de marcas e desenhos industriais brasileiros no exterior e criar indicações geográficas brasileiras.

O INPI tem como meta reduzir a quantidade de pedidos de marcas e patentes não processados de forma significativa até o final de 2006. O prazo de concessão de uma marca passará a ser de

um ano, em vez dos atuais cinco anos. Outra medida posta em ação é o novo *site* do instituto e o sistema eletrônico para pedidos de novas marcas. Além do processamento simplificado de exame, pela entrada em operação do sistema eletrônico de pedidos de novas marcas, o reforço na área de recursos humanos, com a admissão de novos examinadores as respostas do INPI devem ser mais rápidas. Verifica-se que o número de examinadores de marcas e patentes passou de 180 para 460 examinadores até dezembro de 2006. Na área de patentes, eles passaram a ser 350 (eram apenas 105 no primeiro semestre de 2006), enquanto os examinadores de marcas, que eram cerca de 40, aumentaram para próximo de 100 (JAGUARIBE, 2006; ÁVILA, 2007).

Na área de marcas, visando atingir o cumprimento das suas metas operacionais, o INPI buscou examinar todos os pedidos depositados até 2005 durante o ano de 2007. A primeira manifestação ocorreu em até 18 meses a partir do depósito, para marcas depositadas a partir de julho de 2007. A primeira manifestação para as marcas depositadas a partir de janeiro de 2008 deverá ocorrer até 12 meses a partir do depósito. Na área de patentes, em termos de cumprimento das metas operacionais do INPI, verificou-se que houve um avanço rápido, porém desigual durante o ano de 2007, ou seja, mais rápido nos segmentos que primeiro foram atendidos por novos examinadores. Por sua vez, o INPI está se preparando para que a primeira manifestação ocorra em até 24 meses a partir do pedido de exame para pedidos efetuados a partir de janeiro de 2008. A primeira manifestação em 2009 deverá ocorrer em até 12 meses a partir do pedido de exame (ÁVILA, 2007).

10. Síntese das principais ações desenvolvidas pelo INPI em 2008

Elaboração de um plano de integração sul-americana dos serviços de propriedade industrial, que deve ser aprovado em março. São oito os países participantes do plano: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Paraguai, Suriname e Uruguai. O serviço permitirá que qualquer cidadão de países sul-americanos acesse, em um único *site*, informações sobre todas as patentes e marcas registradas no continente. Para implementar o sistema, o BID investirá US\$ 1 milhão, a ser utilizado para a realização do levantamento de todos os sistemas que possam ser cedidos ou licenciados para serem utilizados na futura plataforma comum.

Realização da capacitação de novos examinadores de marcas e patentes, permitindo a redução do atraso no exame de novos pedidos. Além disso, foi disponibilizado o acesso eletrônico aos serviços de patentes. Nesta ação, o INPI firmou parceria para implementar o sistema eletrônico de gestão de pedidos de patentes (e-Patentes), desenvolvido pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO).

Publicação do Alerta Tecnológico, de veiculação semestral. A publicação tem como objetivo informar acerca dos depositantes mais expressivos em determinado período, dos países onde o

primeiro depósito foi solicitado (país de prioridade), das áreas tecnológicas mais solicitadas e divulgar os títulos dos pedidos de patentes publicados mundialmente em determinado período.

11. Ações desenvolvidas pelo INPI em 2009

As principais ações desenvolvidas pelo INPI em 2009 foram: implantação de um sistema de gestão da qualidade nas Diretorias de Marcas e Patentes; redução do *backlog* de marcas, permitindo que um pedido possa ser examinado em até 12 meses contados da data de seu depósito; consolidação do Manual de Procedimentos e as Diretrizes de Exame da Diretoria de Marcas.

Agilização do exame de pedidos de patentes, para que, até o final de 2010, todos os pedidos depositados até 2004 tenham pelo menos um exame efetuado, etapa prevista para a consecução da meta de exame em quatro anos a partir do depósito.

Estruturação do serviço de informação de transferência de tecnologia baseada no banco de dados de contratos (Siscon). O projeto tem como objetivo reorganizar e desenvolver os serviços de informação.

12. Percepção dos empresários sobre inovação e propriedade intelectual: análise dos resultados da pesquisa qualitativa

Tendo como objetivo identificar as principais características e fragilidades da gestão das políticas públicas na área de proteção à propriedade industrial, em particular sobre patenteamento, realizaram-se trinta e três entrevistas qualitativas com dirigentes de empresas industriais de grande, médio e pequeno porte, todas localizadas no estado de São Paulo. As entrevistas foram realizadas nos meses de outubro e novembro de 2008. Apesar de tratar-se de uma amostragem limitada, somente nas empresas de grande porte se observou que existe uma consciência da importância da inovação, traduzida tanto pelo patenteamento de suas invenções como pela vigilância sobre o mercado em termos de privilégios patenteados por terceiros. Registre-se que as entrevistas foram realizadas por meio da Internet. A pergunta formulada foi: qual a percepção sobre a importância e o nível de prioridade dada pela sua empresa para a questão do patenteamento? Os informantes discorreram livremente sobre o assunto em pauta. O tratamento dos dados obedeceu aos seguintes passos: ordenação dos dados, classificação dos dados e análise final. Os resultados obtidos na pesquisa qualitativa são importantes para reforçar as nossas conclusões

sobre o nível de conhecimento da indústria acerca das questões envolvendo a gestão da proteção da propriedade industrial e as dificuldades e problemas enfrentados nesta área ⁷.

Destaques das entrevistas qualitativas

1. A propriedade industrial – área do Direito identificada como "marcas e patentes" – é aceita por unanimidade dos entrevistados como uma área importante para as atividades industriais e empresariais em geral dos mais diversos setores. Apesar de valorizada e utilizada como instrumento de estratégia concorrencial e de competitividade nos países mais desenvolvidos, afirmam os entrevistados que o sistema de propriedade industrial é subutilizado e desconhecido por substancial parcela do empresariado.
2. A falta de proteção adequada de marcas, patentes e desenhos industriais, tanto no Brasil como no exterior, é vista por todos os entrevistados como bastante prejudicial à competitividade da indústria brasileira. Isso tende a dificultar ou impedir a recuperação de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e pode ser causa de vultosos prejuízos, perda de clientela e de oportunidades comerciais.
3. As empresas e instituições nacionais, em geral, parecem não estar adequadamente atentas para as fortes mudanças ocorridas no cenário mundial, com profundo impacto sobre o comércio, bem como o acesso às tecnologias, onde a propriedade intelectual tem sido objeto de importância crucial na competitividade. Fica evidenciado nas entrevistas que, apesar de o mercado externo ser muito visado pela indústria, não há uma preocupação acentuada com a proteção da propriedade industrial no exterior. Isso tem criado entraves para colocação de produtos brasileiros em outros mercados.
4. Todos os entrevistados sustentam a importância de o Estado orientar as políticas públicas na área de propriedade industrial, principalmente no que se refere à reestruturação e fortalecimento do INPI, para que, a partir da administração eficiente do sistema público de proteção da propriedade industrial no Brasil.

⁷ Foram importantes para elevar o nível de consistência deste artigo as exposições dos empresários, especialistas e pesquisadores que participaram do 3º Encontro Nacional da Indústria – ENAI 2008, realizado em Brasília, nos dias 28 e 29/10/2008. O evento teve como objetivo avaliar, no contexto da crise financeira mundial, alternativas para maior competitividade da indústria nacional, além de maior integração do setor. Web: www.cni.org.br. É importante destacar também as contribuições da IX Conferência Anpei de Inovação Tecnológica, promovida pela Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras – ANPEI, realizada nos dias 08 a 10 de Junho de 2009, em Porto Alegre - Rio Grande do Sul. O evento focalizou o desafio atual presente às Empresas e aos profissionais que atuam na área de inovação. Web: www.anpei.org.br

5. Os entrevistados sustentam a importância da realização de estudos consistentes pelo segmento empresarial, em parceria com o INPI, com vista a disponibilizar informações sobre a matéria propriedade industrial, para subsidiar o governo e o setor produtivo.
6. As empresas, no que se refere à inovação tecnológica, necessitam rever padrões de comportamentos, como por exemplo, a adoção de decisões que buscam resultados imediatos, aversão ao risco e egoísmo colaborativo.
7. É preciso que empresas priorizem nas suas estruturas políticas ou diretrizes e suporte às ações de Propriedade Intelectual/Patentes. Para isso, é preciso que as empresas adotem políticas mais agressivas, no que se refere ao uso do sistema de patentes como proteção legal, bem como fonte de informação tecnológica e de mercado.
8. Para uma grande parcela dos entrevistados (especialmente os professores-pesquisadores), é importante intensificar as ações para estimular as instituições tecnológicas, de pesquisas e universidades a fortalecerem os seus núcleos de gestão de tecnologia/patentes. É preciso, também, disseminarem a cultura da propriedade intelectual e a utilizarem indicadores de desempenho que privilegiem o desenvolvimento de novos produtos e processos e, a parceria com indústrias como forma de incrementar as inovações.

13. Visão da indústria sobre a gestão de políticas de propriedade intelectual

A percepção de inúmeros empresários e especialistas sobre a gestão de políticas de propriedade intelectual no Brasil, contidas nas conclusões do Congresso Brasileiro de Inovação na Indústria (CNI, 2005b), respaldam as constatações feitas pela pesquisa qualitativa deste artigo. A síntese do documento assinala que: “As condições de operação do INPI constituem um óbice às empresas que pretendam estabelecer uma adequada gestão da sua propriedade intelectual. O tempo médio de 9 anos para a obtenção de uma patente e de 5,5 anos para a concessão de marca é um indicativo claro das dificuldades atualmente observadas. A isso se soma também o custo do registro de patentes, que é elevado para as pequenas empresas e que requer a contratação de assessoria jurídica especializada. O INPI conta com poucos funcionários e ainda opera com níveis de informatização insuficientes. Por outro lado, há a necessidade de uma maior disseminação da cultura de proteção da propriedade intelectual entre as empresas e as instituições de ensino e pesquisa, o que tem levado em muitos casos a uma proteção inadequada dos conhecimentos gerados.”

14. Conclusões

A avaliação do desempenho da gestão do sistema de proteção à propriedade intelectual no país revelou que, entre outras deficiências, existem dificuldades na administração dessas políticas, em particular no segmento de registro de patentes e marcas. Constata-se, assim, que políticas públicas orientadas para a área de propriedade intelectual não estão cumprindo adequadamente o seu papel, em termos institucionais e de geração de estímulos à inovação. As pressões da sociedade organizada exigindo mudanças, redimensionamento e o fortalecimento do INPI para estimular a incorporação tecnológica na produção e a inovação - que se apresenta como o principal foco da Política Industrial - dão respaldo parcial a esta afirmação.

Ficou razoavelmente evidenciado que na busca de fomentar a CT&I no país, tanto a Lei de Inovação como as Diretrizes da Política Industrial e Tecnológica, o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional – 2007/2010 e a Política de Desenvolvimento Produtivo fazem parte de um ciclo que partiu da discussão focada nos recursos, atingiu os aspectos institucionais e que agora precisam ser implementados. Observa-se, após a regulamentação da Lei de Inovação, que ainda existem aspectos que necessitam de um maior detalhamento, de forma a preservar a identidade tanto das universidades quanto das indústrias e empresas, para que, de fato, ela possa vir a se tornar um instrumento relevante de fomento à política industrial e tecnológica do país.

É sabido em economia que o número de patentes tem estreita relação com a competitividade do produto e, por extensão, com a taxa de crescimento do PIB do país. Assim, aceito que o registro de patentes se apresenta como um indicador da inovação e o número de patentes conferidas a determinado país reflete seu dinamismo tecnológico, verifica-se que os nove anos de vigência dos fundos setoriais, cinco da Lei da Inovação e mais três Lei do Bem ainda não melhoraram o desempenho tecnológico do Brasil em relação aos demais países em desenvolvimento.

Cabe ao Estado orientar, apoiar e estimular o processo de inovação tecnológica no país, sem desconsiderar que a transformação da indústria é de responsabilidade da própria indústria. A Lei de Inovação é um instrumento legal importante nesse contexto, que não pode ser vista, porém, como decisiva para fomentar a construção de um modelo de desenvolvimento tecnológico autônomo no Brasil. As mudanças ocorridas no campo institucional nos últimos oito anos ainda não estão produzindo resultados consistentes. Dessa forma, fica evidenciado que é necessário ir além da estruturação de um arcabouço institucional no campo da CT&I. Para superar as dificuldades aqui assinaladas e atingir os seus objetivos, é essencial que ocorra uma efetiva interação das ações governamentais com o segmento privado, comunidade científica e tecnológica e trabalhadores.

Uma política industrial e tecnológica adequada, com base na literatura, deve se valer de políticas setoriais, políticas de compras do setor público, financiamentos e incentivos à produção, ao investimento e à inovação na economia real. Assim, é essencial vincular a política industrial ao setor externo, visto que o país necessita de tornar-se competitivo nas exportações. Isso nos permite sustentar que a implementação da nova política industrial e tecnológica ainda não está apta a cumprir adequadamente o papel para a qual foi proposta, especialmente em relação às políticas de estímulos à inovação e ao patenteamento.

É inegável que a dinamização do uso da propriedade intelectual necessita de suporte e estímulos institucionais. As políticas públicas de proteção à propriedade intelectual se fazem necessárias, especialmente para universidades e centros de pesquisas e para as indústrias, visto que nesse campo ocorre grande parte da criação e inovação tecnológica e cultural, a partir das teses, conceitos e teorias potencialmente geradoras de tecnologias inovadoras. A geração de estímulos e de parcerias para fomentar as ações conjuntas entre as universidades e os centros de pesquisa e o segmento industrial é essencial para facilitar o intercâmbio de informações específicas para agilizar os processos de pedidos de patente e a definição dos parâmetros de comercialização e transferência de tecnologia.

Argumentamos, por fim, que o desconhecimento sobre registro de marcas e patentes está afetando as empresas brasileiras, gerando riscos desnecessários nas exportações de seus produtos. Diante das deficiências e fragilidade do sistema de gestão de políticas de proteção à propriedade intelectual, argumentamos que é essencial que o país continue se modernizando nessa área, em particular no segmento de registro de marcas e patentes. Torna-se essencial que o país intensifique a utilização da proteção à propriedade intelectual como um instrumento de suporte ao processo de desenvolvimento socioeconômico. O sucesso dessas políticas, entretanto, depende, em última instância, da competência do Estado na gestão de políticas públicas orientadas para a área.

Referências

ÁVILA, Jorge. (2007). O INPI e a Propriedade Intelectual no Brasil: Resultados e metas. II Congresso Brasileiro de Inovação na Indústria. Anais. São Paulo, 24 abril. Disponível em: <http://www.cni.org.br>.

ÁVILA, Jorge (2008). Open Innovation e o Sistema Nacional de Inovação. In: Open Innovation Seminar 2008. Anais. São Paulo: FGV, 16 de junho.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. (2004), Diretrizes de Política Industrial e Tecnológica e de Comércio Exterior, Brasília: MDIC.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. (2008), Política de Desenvolvimento Produtivo. Brasília: MDIC. www.mdic.gov.br, pesquisa feita em 01.06.2009.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. (2004). Indicadores sobre Ciência e Tecnologia no Brasil. Disponível em: www.mct.gov.br, pesquisa feita em 18.05.2009.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. (2007). Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional – 2007-2010. Brasília: MCT.

BARBIERI, J.C. (1988). Utilização de Patentes no Brasil. Relatório de Pesquisa nº. 43. São Paulo: EA-ESP - Fundação Getúlio Vargas.

CHAVANNE, Albert & BURST, Jean-Jacques. (1993). Droit de la propriété industrielle, Paris: Précis-dalloz.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2005a). “Políticas Públicas de Inovação no Brasil – A Agenda da Indústria”, CNI: São Paulo, p. 01-21.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2005b). “Gestão da propriedade intelectual”, In: anais do I Congresso Brasileiro de Inovação na Indústria, CNI: São Paulo, 26-28 outubro, p. 01-47.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2007). II Congresso Brasileiro de Inovação na Indústria. Anais. São Paulo: CNI, 23-25 abril.

COUTINHO, Luciano & FERRAZ, João Carlos. (Coordenadores).(1994). *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Campinas/São Paulo: Papirus/Editora da Universidade Estadual de Campinas.

DAHLMAN, Carl J. (2007). "New Dimensions of Innovation and Competitiveness Policies: International Experiences". II Congresso Brasileiro de Inovação na Indústria. Anais. São Paulo, 24 abril. Disponível em: <http://www.cni.org.br>.

ERBER, F.S. (1982) "A propriedade industrial como instrumento de competição entre empresas e objeto de política estatal: uma introdução" em PESQUISA E PLANEJAMENTO ECONÔMICO volume 12, nº. 3, IPEA, Rio de Janeiro.

FERREIRA, Carlos E. M., et al. (1998). Estudo da viabilidade técnica e econômica da inventiva nacional – projeto inventiva. Relatório Final. Brasília: MICT/STI, INPI, SEBRAE E FIESP/CIESP.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. (1988). "Structural crises of adjustment: business cycles and investment behavior". in: DOSI, G et al. (eds.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter.

FRISCHTAK, C. (1989) "The Protection of Intellectual Property Rights and Industrial Technology Development in Brazil" INDUSTRY SERIES PAPERS nº. 13, Industry and Energy Department, Washington-DC: World Bank.

FRITSCH, W.; FRANCO, G. (1991). Foreign Direct Investment in Brazil. OCDE, Paris.

GUIMARÃES, E.A. (2006). "Políticas de Inovação: Financiamento e Incentivos". Brasília: IPEA, Texto para Discussão 1212, p. 1-69.

JAGUARIBE, Roberto. (2006). Anais do "Seminário Internacional Celso Furtado – Política Industrial e os Desafios para a Competitividade", 22-24 maio, São Paulo.

KIM, Linsu. (1997). Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning. Boston: Harvard Business Scholl Press.

KIM, Linsu. (2005). Tecnologia, Aprendizado e Inovação: As Experiências das Economias de Industrialização Recente. São Paulo: Editora Unicamp.

KURZ, R. (1992), *o Colapso da Modernização*. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra.

MATIAS-PEREIRA, J.; KRUGLIANSKAS, Isak. (2004). "Gestão de Políticas de Proteção à Propriedade Intelectual no Brasil", Paper – XXIII Simpósio de Gestão de Inovação Tecnológica, NPTG/ANPAD, Curitiba, pp. 1-15.

MATIAS-PEREIRA, J.; KRUGLIANSKAS, Isak. (2005). "A Lei de Inovação como Instrumento de Suporte à Política Industrial e Tecnológica do Brasil", Revista de Administração de Empresas

(RAE–eletrônica), abril-julho 2005, pp. 1-18. Disponível em <http://www.rae.com.br>. Pesquisa feita em 25.06.2009.

MATIAS-PEREIRA, J. et al. (2006). Brazilian new patterns of industrial, technological and foreign trade policy. *Journal of Technology Management Innovation*, 1 (3): 17-28. Web: <http://www.jotmi.org>.

MATIAS-PEREIRA, J. (2009). Manual de Gestão Pública Contemporânea. 2. ed. São Paulo: Atlas.

MARCOVITCH, Jacques. (1983). Administração em Ciência e Tecnologia. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

MENDONÇA, Maurício. (2005). “Políticas Públicas, de Inovação no Brasil: a agenda da indústria”, Revista Parcerias Estratégicas, Número 21, Brasília – DF, dezembro, p. 05-32.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO ECONÔMICA E O DESENVOLVIMENTO (OCDE). (1997), Main Science and Technology Indicators, nº. 2, Paris: OCDE.

OECD. (1996), Technology and industrial performance. Paris: OECD.

OECD (1999), Managing national innovation systems, Paris: OCDE.

OECD. (2001). Brazil – Economic survey, Paris: OCDE.

OECD. (2003). Science, technology and industry scoreboard, Paris: OCDE.

PAVITT, K. (1984) Sectorial patterns of technical change. *Research Policy*, n. 13, p. 343-373, 1984.

PAVITT, K. (1991) What makes basic research economically useful? *Research Policy*, v. 20, n. 2, pp. 109-119.

PAVITT, K. (1998) The social shape of the national science base. *Research Policy*, v. 27, n. 8, pp. 793-805.

PATEL, P.; PAVITT, K. (1994a) National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 3, n. 1, p. 77-95.

PATEL, P.; PAVITT, K. (1994b) Uneven (and divergent) technological accumulation among advanced countries: evidence and a framework of explanation. *Industrial and Corporate Change*, v. 3, n. 3. 759-787.

PATEL, P.; PAVITT, K. (1995) Patterns of technological activity: their measurement and interpretation. In: STONEMAN, P. (ed.) *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford: Blackwell.

PENROSE, Edith. (1951), *The Economics of International Patent System*, Baltimore: The Johns Hopkins Press.

ROMER, Paul M. (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth" *Journal of Political Economy*, v.94, n.5, p.1002-37.

_____. (1987). Growth based on increasing returns due to specialization. *American Economic Review*, 77: 56–62.

_____. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98 (5): 71-102.

_____. (1993). Two Strategies for Economic Development: Using Ideas and Producing Ideas. *THE WORLD BANK ANNUAL CONFERENCE ON DEVELOPMENT ECONOMICS*, 1992, Proceedings Washington, D.C.: World Bank.

SCHUMPETER, J.A. (1982), *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*, São Paulo: Editora Abril.

SHERWOOD, Robert M. (1992), *Propriedade intelectual e desenvolvimento econômico*. São Paulo: Edusp.

SOLOW, R. (1956), A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics* v. 70.

_____. (1957), Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, v.39.

_____. (1988), *Growth Theory: An Exposition*, Oxford University Press, New York e Oxford.

TORNATZKY, L. G.; FLEISCHER, M. (1990). *The process of technological innovation*. Lexington, MA: Lexington Books.

USPTO - United States Patents and Trademark Office. 2005. Annual Report of the Register of Copyrights. Web:

<http://www.copyright.gov/reports/annual/2005/cover1.pdf>. Pesquisa feita em 13.06.2009.

USPTO - United States Patent and Trademark Office. (2007). *Performance and Accountability Report*. Web

http://www.uspto.gov/web/offices/com/annual/2007/50300_workloadtables.htm. Pesquisa feita em 23.06.2009.

WARSH, David. (2006). *Knowledge and the Wealth of Nations*. New York: W. W. Norton.

Propriedade intelectual para a promoção da inovação

Luis Carlos Wanderley Lima¹

Quando se discute o tema propriedade intelectual, seja no Brasil, seja nos diversos foros internacionais dedicados a esta questão, o que se observa é a quase obrigatoriedade de se conduzir a discussão de modo a que se conclua sobre a inevitabilidade histórica do trinômio proteção-inovação-desenvolvimento.

Este raciocínio recorrente tenta alinhar, de forma mecanicista e propagandística, os elementos de um desejável ciclo virtuoso que se inicia ressaltando a importância da P&D para o desenvolvimento de um país, evolui seu pensamento no sentido de enfatizar a importância da proteção aos direitos de PI, enquanto um imperativo para a segurança dos investimentos realizados e desemboca, por fim, na inovação tecnológica, como sendo o fruto a ser colhido ao final deste percurso, seja pela empresa, seja pela sociedade. Em se tratando do atual sistema de propriedade intelectual e, falando mais especificamente, sobre as patentes de medicamentos no Brasil, receio ter que testemunhar aqui que, do ponto de vista da experiência desenvolvida pela Anvisa na área de medicamentos, este ciclo não foi alcançado, como será visto a seguir.

Os conceitos de INVENÇÃO e INOVAÇÃO comumente encontrados em quaisquer textos ou discursos de inúmeros autores e atores da área de PI, nacionais ou estrangeiros, apesar de bem distintos, dão muitas vezes margem a confusões, sejam elas intencionais ou não. Uma INVENÇÃO poderia ser definida, em linhas gerais e acho que razoáveis, como sendo uma criação do intelecto humano, que teria por objetivo a solução de um problema industrial. Em outras palavras, ela seria a criação de novos produtos e processos e poderia ser protegida por meio do instrumento da patente. Vale lembrar que, para isso, a legislação brasileira impõe à invenção

¹ Coordenador de Propriedade Intelectual da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

que ela comprove, entre outros, o requisito da novidade mundial para o seu objeto. Apesar disso, esta criação não, necessariamente, chegará ao mercado, ou seja, não obrigatoriamente será comercializada.

Por outro lado, quando se tem em mente o conceito de INOVAÇÃO, estamos falando na introdução no mercado consumidor de um novo produto ou processo que está ligado a uma expectativa de sucesso comercial. Entretanto, da inovação não se exige o mesmo requisito de novidade demandado da invenção, com o fito da proteção patentária. Uma inovação sequer garante o critério de novidade, pois um produto pode, por exemplo, ser uma inovação no mercado de um país, mas já ser conhecido, há algum tempo, em outros locais do mundo.

Como a inovação pressupõe que, em algum momento, houve uma ou mais invenções necessárias à sua viabilização, tende-se a criar ambientes de estímulo à invenção, visando a que estas se traduzam em inovação. Por este motivo, ao longo do século passado, foram desenvolvidos um arcabouço legal e um sistema de administração e regulação da propriedade industrial, sob a presunção de que uma maior proteção, particularmente no tocante às patentes de invenção, forneceria estímulo às empresas para investirem em pesquisa e desenvolvimento, criando e protegendo suas invenções e, assim, gerando cada vez mais inovação.

Como resultado disso, os prazos e objetos de proteção e os setores industriais contemplados – o próprio conceito de indústria – foram ampliados sistematicamente, de modo a alcançar este objetivo. Foram criados, então, um sistema de harmonização de requisitos, mecanismos e procedimentos para a imposição de sanções e, até mesmo, foros para a solução de controvérsias de modo a garantir um ambiente seguro para o investimento em P&D. Isto pode ser observado acompanhando-se a evolução do sistema de propriedade intelectual desde os tempos da Convenção da União de Paris, até o surgimento do Acordo TRIPS com as suas conhecidas consequências.

No entanto, após os 16 anos da vigência deste último acordo, o que se tem verificado é que o fortalecimento da proteção da propriedade industrial não leva, necessariamente, ao aumento da inovação e muito menos que isso, quando ocorre, tem se dado de forma equitativa entre os países e suas populações. Especialmente em países em desenvolvimento, ou menos desenvolvidos. Estudos concluem que cada tipo de indústria apresenta sua própria dinâmica e em vários casos – especialmente aqueles onde o *know-how*² é determinante e de difícil codificação (de representar a tecnologia no papel) – a existência ou não de proteção é indiferente. Já setores onde o registro e a reprodução da invenção são relativamente fáceis de copiar requerem uma maior proteção. Este último caso é, particularmente, verificado nas indústrias de base química, tal como a indústria farmacêutica.

2 Ou seja, onde o saber fazer, baseado na experiência prática, é imprescindível para a cópia de uma invenção.

Assim, após a adoção do Acordo TRIPS, era de se esperar, porque isto foi amplamente preconizado em nível mundial, que houvesse um aumento do número das inovações no setor farmacêutico em virtude da ampliação e do fortalecimento da proteção da propriedade intelectual, particularmente, no que tange à proteção patentária. De modo inverso, o que estudos apontam é um decréscimo sistemático, desde a década de 1980, do número de medicamentos envolvendo novas moléculas, novos princípios ativos. Isto ocorre mesmo com o advento da biotecnologia e dos produtos biológicos de aplicação farmacêutica.

Tal constatação nos remete às discussões de que existe um regime ideal, ou seja, um grau e uma amplitude de proteção que são adequados para o estímulo à inovação. Abaixo dele não há estímulo, em virtude da insegurança para o investimento devido à baixa probabilidade de retorno financeiro, e acima deste limite a proteção é de tal maneira reforçada que, praticamente, inviabiliza a concorrência, criando um outro tipo de monopólio: o monopólio sobre o uso da informação, que deveria ser compartilhada em nome do avanço científico, trazendo com isso uma contradição insanável na argumentação que serve de base e justificativa para o sistema de PI.

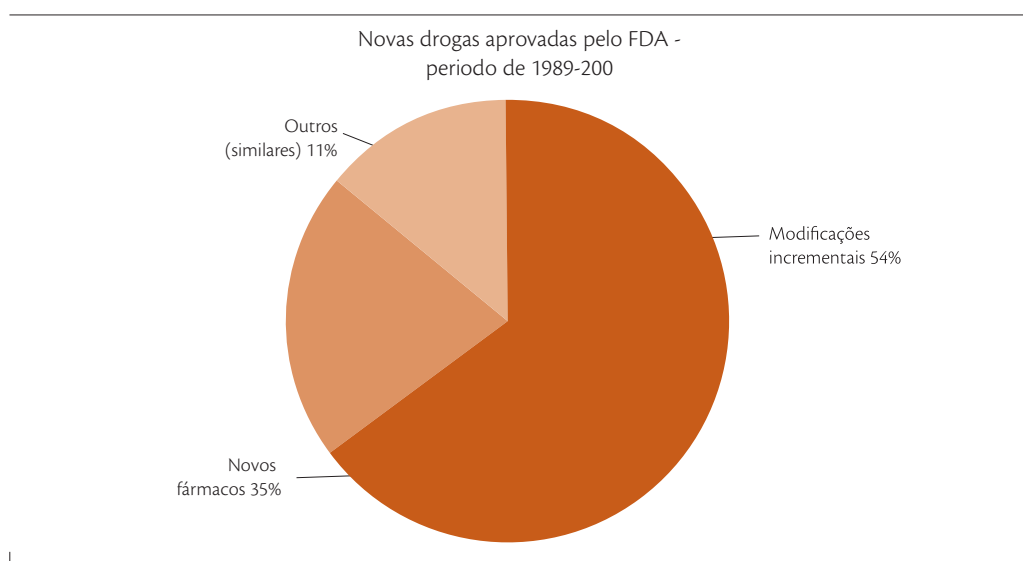
Uma avaliação do setor farmacêutico pós-TRIPS parece sugerir que o fortalecimento do sistema de patentes extrapolou os limites deste ambiente ideal. Ano após ano, uma quantidade sistematicamente maior de depósitos de pedidos de patente em todo mundo poderia nos levar a crer, caso não haja outras variáveis envolvidas nesta gigantesca caixa-preta que é a rubrica P&D nas multinacionais farmacêuticas, que tenha havido neste período um considerável aumento de investimento em P&D.

No entanto, se de fato isto ocorreu com o aporte financeiro e a intensidade que se apregoa, isto não se traduziu, na grande maioria dos casos, em inovação, uma vez que a maior parte dos novos registros de medicamentos refere-se a novas formulações de fármacos conhecidos, formulações contendo combinações de fármacos conhecidos, ou então a reivindicação de novas aplicações terapêuticas, ou seja, o uso de medicamentos já conhecidos em doenças diferentes daquelas para as quais se solicitou o do registro inicial.

No setor farmacêutico, uma única substância pode gerar inúmeras patentes: produto, processo, combinação de produtos, polimorfos, composições farmacêuticas (formulações), segundo uso médico, isômeros ópticos, metabólitos, entre outros; de forma que, na prática a proteção a determinados princípios ativos acaba sendo artificialmente prolongada por tempo superior aos 20 anos concedidos para a patente original – do princípio ativo.

Tem sido comum a observação de um número crescente de solicitações de patentes secundárias, sob uma forma da substância maquiada, que em geral não oferecem nenhuma vantagem como contrapartida do prolongamento desta exclusividade³.

O FDA revelou, conforme ilustrado abaixo, que no período de 1989-2000, 35% dos medicamentos registrados (NDA – *new drug applications*) foram produtos baseados em nova entidade molecular, e os demais 65% utilizavam fármacos já comercializados no mercado. Mais da metade (54%) eram relativos a modificações incrementais (IMDs - *incrementally modified drugs*) ou novas versões de medicamentos cujos ingredientes ativos já eram disponíveis em produtos aprovados, o que, obviamente, evidencia uma estratégia de mercado (NIHCM FOUNDATION, 2002)⁴.



Fonte: NIHCM Foundation, 2002

Neste mesmo sentido, a revista *Prescrire*⁵ (2005) publicou um *ranking* dos medicamentos comercializados desde 1981 até 2004, onde revelou que, de um universo de 3.096 novos registros, somente 2,72% representaram uma inovação terapêutica ou um real avanço, contrastando com 68,12% de novas especialidades que não ofereciam nenhum incremento terapêutico.

3 ZALFA, V. M. A. **Comprimidos de liberação modificada: análise dos pedidos de patente depositados no Brasil.** Dissertação (mestrado). Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Rio de Janeiro, 2008.

4 NIHCM Foundation (National Institute for Health Care Management Foundation), 2002. Changing Patterns of Pharmaceutical Innovation. Abril 2002. Disponível em : <http://www.nihcm.org/pharm.html>

5 *Prescrire International* 2005; 76(14):68-73

É importante destacar que o Brasil, assim como a maioria dos países em desenvolvimento, não tem se beneficiado, até o momento, do sistema de patentes, como mostram as estatísticas a seguir:

PATENTES / ANO	2005	2006
Patentes em vigor*	5,6 milhões	6,1 milhões
Países detentores do maior número de patentes em vigor	Japão, EUA**, Rep. Coréia, Alemanha, França, Federação Russa, Reino Unido, China, Canadá e Suíça - 71%	Japão, EUA**, Rep. Coréia, Alemanha, França, Federação Russa, Reino Unido, China, Canadá e Suíça - 66%
Pedidos depositados	1,66 milhões	1,76 milhões
Países detentores do maior número de patentes concedidas	Japão, EUA, Rep. Coréia, Alemanha, França, Rússia, UK, China - 85%	Japão, EUA, Rep. Coréia, Alemanha, França, Rússia, UK, China - 85%
Percentual mundial médio de patentes concedidas a não residentes	38,0%	43,6%
Patentes concedidas a não residentes no Brasil**	90,0%	91,5%

Fonte: World Patent Report. 2007 e 2008

* Total de patentes em vigor no Brasil em 2006: 31.223

** Japão e EUA sozinhos reúnem 49% das patentes em vigor.

Outro estudo, realizado por Jannuzzi (2007)⁶, que avalia os depósitos efetuados no Brasil direcionados para área farmacêutica, revela que a participação brasileira no universo de depósitos foi de somente 6%, comprovando que o predomínio da utilização do sistema de patentes para apropriação de invenções no setor de medicamentos ainda é de estrangeiros.

Recentemente divulgada na imprensa, uma pesquisa realizada pela Anvisa⁷ afirma que dos 96 fármacos patenteados no Brasil, somente um é fruto de pesquisa brasileira.

Diante disto, uma conclusão possível é a de que o estímulo à inovação, no tocante à propriedade industrial, precisará, fundamentalmente, assegurar a existência deste ambiente ideal já mencionado, e tal cenário, a nosso ver, somente será alcançado se a proteção adequada, tão

6 JANNUZZI, A.H. Proteção patentária de medicamentos no Brasil: Avaliação dos depósitos de patente de invenção sob vigência da nova Lei de Propriedade Industrial (9279/96). Dissertação (mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow, Rio de Janeiro, 2007.

7 NUREM/ANVISA – Medicamentos com patentes e moléculas no Brasil. Brasília, 2010. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/dcf7208041f61640976ddfdde10276bfb/Trabalho+de+Patentes.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em maio de 2010.

ferrenhamente requerida, vier sempre acompanhada dos mecanismos que afiancem a livre circulação da informação científica e a garantia da concorrência.

Nesse sentido, quando em fins de 1999, o governo federal enviou ao Congresso Nacional a MP, que no início de 2001 veio a se transformar em lei, alterando a Lei nº 9.279/96 com vistas a incluir a participação da saúde no processo de concessão de patentes farmacêuticas, o que se buscava era o reforço dessa perspectiva; era dar consequência a este diagnóstico pelo reconhecimento de que havia falhas e desequilíbrios no sistema e que ele poderia se beneficiar com o instituto da anuência prévia, entendido aqui como uma estratégia que permitiria a adoção de critérios de análise mais exigentes, embora, dentro dos limites permitidos, tanto pela legislação nacional quanto pelos acordos de que o país é signatário.

Com este instrumento de política pública se poderia contribuir para que fossem evitados os abusos já referidos, além de melhor delimitar o ambiente de proteção, reafirmando-se a supremacia do interesse público, seja pela busca da garantia do acesso da população ao medicamento, seja pelo compromisso de que o direito à proteção deverá vir acompanhado pelo mandamento constitucional do desenvolvimento econômico e social.

De acordo com Basso (2004)⁸, com a anuência prévia, estabeleceu-se um procedimento moderno, eficiente e eficaz, no qual o INPI e a Anvisa examinam os pedidos de patentes farmacêuticas, evitando assim a concessão imerecida de patentes e o monopólio indevido.

Afirma Denis Barbosa (2009)⁹ que dentre os objetivos da saúde pública está o de minorar o número de patentes mal examinadas, aplicando-se o princípio da redundância, que não induz a ineficiência, mas sim assegura a validação.

Ainda nessa linha de raciocínio e finalizando estas considerações, quero recorrer a alguns questionamentos com os quais, ainda, na década de 1950, e em obra reeditada em 1974, Edith Penrose¹⁰ já nos estimulava a pensar, ela dizia:

“Um país sai prejudicado se concede privilégios monopolísticos em seu mercado nacional que não melhorem nem tornem mais baratos os artigos disponíveis, nem desenvolvam sua capacidade produtiva e que não permitam a seus produtores obter privilégios equivalentes em outros mercados” (tradução livre).

8 BASSO, M. A ANVISA e a concessão de patentes farmacêuticas. Paraná: Instituto de Tecnologia do Paraná, 2004.

9 BARBOSA, D. B. O papel da ANVISA na concessão de patentes. 2009. Disponível em: <http://denisbarbosa.addr.com/papelanvisa.pdf>. Acesso em abril de 2010.

10 Gontijo, C. I. F. Propriedade Industrial no Século XXI. Direitos Desiguais. REBRIP, INESC E OXFAM. 2003.

Neste mesmo sentido, Gontijo e colaboradores⁸ afirmam em seu livro sobre a propriedade industrial no século XXI, o seguinte:

“Em princípio, parece que uma proteção limitada com pressão de concorrência seria mais eficaz para estimular inovações do que conceder monopólio. Entretanto, os inventos de maior custo, de risco, que requerem mais tempo e são revolucionários, ainda que poucos, necessitam de maior proteção. Estimular este tipo de invento traz benefício suficiente para compensar o custo de estender a proteção de patentes a todos os inventos”?

Por fim, quero encerrar esta intervenção, recorrendo a Carlos Correa¹¹, que nos convida, também, à reflexão quando afirma:

“Não existe prova alguma que respalde a tese de que as patentes geram desenvolvimento e que todos os países, independentemente de seus níveis de desenvolvimento, devam aplicar basicamente as mesmas normas de proteção de patentes. Pelo contrário, atualmente, existem evidências de que os países industrializados aumentaram o nível de proteção de patentes à medida que evoluíram e não no sentido inverso. A concessão de patentes desnecessárias gera custos importantes, especialmente porque podem ser utilizadas para bloquear ou retardar as invenções de terceiros ou a introdução no mercado de produtos competitivos a preços mais baixos” (tradução livre).

¹¹ Correa, C. M. Propriedade Intelectual e Saúde Pública. 1º Ed. Buenos Aires: La Ley, 2006.

Relatório da sessão “Propriedade intelectual para inovação”

Denis Borges Barbosa¹

O objetivo da sessão é discutir o papel da propriedade intelectual como *um* dos meios de promoção da inovação. A par da compra pública, da integração institucional público/privado dedicada ao propósito inovador, do sistema de subvenção e outros *cash grants*, das renúncias fiscais, das parcerias público/privado e outros métodos de atuação incentivadora do Estado, a propriedade intelectual representa um meio de intervenção no domínio econômico cuja eficiência deve ser avaliada continuamente, sem se cair na tentação dos valores recebidos da economia globalizada e do discurso patrimonialista.

O tema foi suscitado no painel de cinco perspectivas diversas: como política de Estado pelo coordenador, a partir da visão do agente privado inovador por Marcos de Oliveira, em seu impacto na política de saúde pelo representante da Anvisa, e na perspectiva do instituição pública encarregada da execução da política de propriedade industrial pelo presidente do INPI. Coube a esse relator esboçar a possível análise acadêmica das políticas públicas correspondentes.

Como política de Estado, o uso da propriedade intelectual se manifesta em grande parte como pressuposto da integração do Brasil na economia globalizada. A partir dessa base, a ênfase dessa modalidade de intervenção na política pública de inovação fica sobredeterminada pela necessidade de integração em modelos internacionalizados: a conveniência e oportunidade de uma política específica para a economia e sociedade brasileira, embora seja determinada pelo texto constitucional pertinente (art. 218 e 219 da CF) toma, no contexto, uma voz secundária. A difícil, mas possível ênfase nas demandas tipicamente nacionais e regionais deve ser realizada.

¹ NBB e Associados.

Como valor positivo para o agente econômico privado primariamente comprometido com a economia brasileira, a propriedade intelectual ainda é questionável. Segundo a posição de Marcos de Oliveira, o balanço do instrumento específico seria ainda negativo; apesar de todo potencial que ele representa para a própria expansão da economia nacional inovadora, é preciso extrema atenção às disfunções que o sistema induz neste contexto histórico, e uso pleno de suas potencialidades e flexibilidades para correção do balanço negativo.

Para o representante da Anvisa, a propriedade intelectual no contexto presente importa em um fator cuja compatibilização com as políticas de saúde não é pacífica nem simples. A atuação daquela autarquia neste ponto tem se centrado em zelar que os vetores de homogeneização internacional do sistema sejam contrabalançados por rigor na análise das pretensões de proteção, para garantir a eficiência sistêmica desse indutor à inovação.

Para o representante do INPI, instituição que traduz no sistema estatal brasileiro a garantia das demandas de homogeneização do sistema em escala internacional, o fulcro relevante é da eficiência da prestação pública. O papel de instituições similares nos vários sistemas nacionais tem sido objeto de um rigoroso processo crítico da academia, com atenção à recuperação do sentido público do contrato social relativo às exclusivas de patentes², mas a questão tópica brasileira é o atingimento de patamares mínimos de eficiência.

Para esse relator, o resultante do painel é a clara necessidade de manter um processo contínuo de avaliação do sistema de propriedade intelectual, especialmente os subsistemas vinculados diretamente à inovação (patentes, cultivares, software, topografias) com vistas à satisfação dos interesses nacionais pertinentes. Em alguns segmentos (por exemplo, na iniciativa do Ministério da Cultura relativa à lei autoral), o Estado tem investido num processo de reexame e avaliação democrática da norma em vigor, com vistas à sua adequação sistêmica. Em outros ambientes, seria indispensável um movimento similar, como o que acabou de ocorrer no tocante ao outro – e talvez mais importante – indutor de inovação local, que é o sistema de compras estatais.

Na última década, o sistema de propriedade intelectual tem sido progressivamente usado em favor da inovação; o amadurecimento dos atores econômicos mais centralmente vinculados à economia brasileira tem demandado uso positivo do instrumento, e o Estado se adequado a essa demanda. Cabe a este relator notar, no entanto, que os elementos do Estado Brasileiro que têm mais eficazmente respondido a essa adequação da propriedade intelectual às necessidades da economia são os do Judiciário, e não do Executivo. Em particular, a questão crônica da eficiência da autarquia a cargo das prestações de propriedade industrial pareceria central em toda a política pública quanto ao tema.

2 Vide Peter Drahos, *The Global Governance of Knowledge: Patent Offices and their Clients*, Cambridge University Press, 2010.

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Biotecnologia

Biotecnologia: o Brasil e a importância em converter pesquisa em produtos comercialmente viáveis

Luiz Eduardo da Cruz¹

1. Breve diagnóstico da situação brasileira e internacional

A indústria da biotecnologia surgiu na década de 1970, com base em uma nova técnica denominada de recombinação do DNA (rDNA). Esta técnica permite que proteínas de interesse terapêutico ou comercial sejam expressas (produzidas) em cultivo de células (mamíferos, bactérias, leveduras, plantas, e etc.). A insulina hoje largamente comercializada em todo o mundo é produzida por esta técnica (antigamente este produto era extraído de pâncreas ou urina de porcos). Os primeiros detalhes desta técnica foram publicados em 1973, por Stanley Cohen, da Universidade de Stanford, e Herbert Boyer, da Universidade da Califórnia, São Francisco. Boyer fundou então a empresa Genentech, a qual foi uma das maiores empresas do setor por muitos anos, tendo sido adquirida pela Roche em 2009 por cerca de U\$ 46 bilhões. Hoje (junho/2010) a maior empresa de biotecnologia listada em bolsa é a AMGEN (U\$ 50 bilhões).

A Tabela 1 abaixo lista as empresas de biotecnologia com maior potencial de crescimento nos próximos cinco anos (2010 a 2015) de acordo com analistas financeiros (YAHOO FINANCE, julho/2010).

Tabela 1. Líderes em potencial de crescimento a longo prazo (5 anos)

Ligand Pharmaceuticals – 1987, 72 - Medicamentos para dor - CALIFORNIA	72.00%
MannKind Corporation – 1991, 443 - Insulina - CALIFORNIA	56.00%
XenoPort, Inc – 1999, 219 - Pró-drogas - CALIFORNIA	46.00%
Amylin Pharmaceuticals, Inc – 1987, 1500 - Obesidade e diabetes – CALIFORNIA	35.00%

1 Presidente da COMBIORIO – FUNDAÇÃO BIO RIO.

Tabela 1. Líderes em potencial de crescimento a longo prazo (5 anos)

GenVec – 1992, 90 - Câncer de próstata - MARYLAND	35.00%
Hemispherx BioPharma – 1990, 32 - Imunoterapia - FILADELFIA	35.00%
Neurocrine Biosciences – 1992, 65 - Endometriose - CALIFORNIA	35.00%
Theravance – 1996, 194 - CPOD - CALIFORNIA	34.70%
Affymax – 2001, 143 - Anemia associada à falência renal crônica - CALIFORNIA	30.00%
Anika Therapeutics – 1983, 133 – Rejuv. cutâneo/Ácido hialurônico – MASSACHUSETTS	30.00%

Uma observação resultante da Tabela 1 é que todas as empresas situam-se nos Estados Unidos e 70% destas na Califórnia. E esta é uma das características do setor de biotecnologia: a regionalização.

A Tabela 1 mostra que as empresas de biotecnologia que deverão liderar em potencial de crescimento de 2010 a 2015 têm as seguintes características:

- 100% têm sede nos Estados Unidos;
- 70% têm sede na Califórnia;
- 70% têm menos de 20 anos de existência;
- O número de empregos diretos varia de 32 a 443;
- O potencial de crescimento anual é superior a 30%.

A biotecnologia criou mais de 200 novas terapias e vacinas, incluindo produtos para o tratamento do câncer, diabetes, HIV/AIDS e doenças autoimunes. Existem mais de 400 medicamentos e vacinas obtidas por rotas biotecnológicas atualmente em ensaios clínicos com direcionamento a mais de 200 doenças, incluindo a doença de Alzheimer, doenças cardíacas, diabetes, esclerose múltipla, AIDS e artrite. A biotecnologia é responsável por centenas de testes de diagnóstico médico, dos mais sofisticados até o simples teste de gravidez.

A biotecnologia agrícola beneficia os agricultores, consumidores e o meio ambiente, aumentando o rendimento agrícola, diminuindo a aplicações de pesticidas e melhorando a qualidade do solo e da água, fornecendo assim alimentos saudáveis para os consumidores. Produtos de biotecnologia ambiental tornam possível limpar resíduos perigosos com mais eficiência pelo aproveitamento, por exemplo, de micro-organismos adaptados a usos específicos. Aplicações da biotecnologia industrial têm resultado em processos mais limpos, com menos resíduos e utilizando menos energia e água nas indústrias petroquímica, celulose e papel, têxtil, alimentos, energia, metais e minerais. Por exemplo, a maioria dos detergentes para roupa produzidos nos Estados Unidos contém enzimas obtidas por técnicas biotecnológicas.

Processos biotecnológicos têm ajudado até em investigação criminal, melhorando drasticamente a medicina legal.

A biotecnologia também levou a avanços significativos no gerenciamento e na pesquisa antropológica e da vida selvagem.

A indústria de biotecnologia é regulada, nos Estados Unidos, pelo FDA, pela agência de proteção ambiental (EPA) e pelo departamento de agricultura (USDA). Existem mais de 1.500 empresas de biotecnologia nos Estados Unidos, das quais cerca de 400 são empresas listadas em bolsa com valor total, a preço de mercado, de US\$ 207 bilhões (junho/2010). Se somarmos a estas o grupo de indústrias farmacêuticas, este valor sobe para mais de US\$ 1 trilhão.

A biotecnologia é uma das indústrias onde ocorre o maior investimento em pesquisa. Dentre aquelas listadas em bolsa nos Estados Unidos, o gasto em pesquisa supera US\$ 30 bilhões por ano, gerando mais de 200 mil empregos diretos.

As empresas de biotecnologia investiram uma média de US\$ 170.000 por empregado em P&D em 2007.

Em 1982, a insulina humana recombinante tornou-se a primeira terapia de biotecnologia a receber a aprovação do FDA. O produto foi desenvolvido pela Genentech e Eli Lilly. A parceria corporativa tem sido fundamental para o sucesso das empresas de biotecnologia. Segundo a BioWorld, em 2007, as empresas de biotecnologia realizaram mais de 400 novas parcerias com empresas farmacêuticas e outras centenas de projetos de cooperação entre empresas semelhantes. O que demonstra o caráter associativo, sinérgico, desta indústria. O que talvez contribua para o que se observa em termos de localização destas empresas é que elas formam *clusters*: 50% das maiores empresas da biotecnologia e 70% das empresas com maior potencial de crescimento de 2010 a 2015 são situadas na Costa Oeste dos Estados Unidos.

Mais de 120 fusões e aquisições foram observadas no setor em 2007, o que se relaciona ao fato de que a maioria das empresas de grande potencial de crescimento de biotecnologia ser relativamente jovens (menos de 20 anos) e para desenvolver seus primeiros produtos dependem de investidores e capital para sua sobrevivência. Segundo BioWorld, a biotecnologia atraiu mais de US\$ 24,8 bilhões em financiamento em 2007 e levantou mais de US\$ 100 bilhões no período de cinco anos de 2003-2007.

As biociências – incluindo todas as atividades de ciências da vida – empregavam 1,3 milhões de pessoas nos Estados Unidos em 2006 e geravam um adicional de 7,5 milhões de posições de trabalho acessórias. O salário anual médio dos trabalhadores de biociência nos Estados Unidos foi de US\$ 71.000 em 2006, mais de US\$ 29.000 acima da média da indústria privada.

2. Biocombustíveis

De acordo com a *Clean Energy Trends 2008*, o mercado global de biocombustíveis deverá crescer de U\$ 25 bilhões em 2007 para U\$ 81 bilhões em 2017. E ainda que os investimentos totais no desenvolvimento de tecnologias de biocombustíveis tenham diminuído no ano de 2009, uma coisa é certa: o negócio de produtos relativos a energia renovável chegou para ficar. No 11º Encontro Anual de CEO do setor, 64% destes demonstraram clara preocupação com o crescimento dos custos da energia e 39% se mostraram interessados em tecnologias de redução das emissões de carbono.

Fundos de investimento aplicaram U\$ 2.2 bilhões em 2007 em empresas de biocombustíveis – um aumento de 45% em relação ao ano anterior.

As Tabelas 2 e 3 exemplificam o comportamento do setor em termos de resultados esperados ou realizados.

Na Tabela 2 verificamos que, das dez maiores empresas de biotecnologia:

- 90% têm sede nos Estados Unidos;
- 50% têm sede na Costa Oeste e 40% na Costa Leste dos EUA;
- 40% têm sede na Califórnia;
- 100% têm mais de dez anos de existência;
- O número de empregos diretos varia de 400 a 17.000;
- O valor de mercado varia de U\$ 4 a U\$ 50 bilhões.

Tabela 2. As maiores empresas de biotecnologia em valor de mercado

Amgen Inc – 1980, 17.000 funcionários - DNA recombinante - CALIFORNIA	\$49.2 B
Gilead Sciences – 1987, 3.700 funcionários – HIV - CALIFORNIA	\$31.1 B
Celgene Corporation - 1980, 2.800 funcionários – Câncer/Imunoterapia – NOVA JERSEY	\$22.8 B
Genzyme Corporation – 1981, 12.000 funcionários – DNA recomb – MASSACHUSSETS	\$13.9 B
Biogen Idec Inc – 1985, 4.700 funcionários – Anticorpos Monocl – MASSACHUSSETS	\$13.3 B
Life Technologies Corporation – 1987, 9.000 funcionários – Equipamentos – CALIFORNIA	\$8.4 B
Illumina, Inc. – 1998, 1.800 funcionários – Equipamentos genômica – CALIFORNIA	\$5.3 B
Qiagen N.V. – 1986, 3.500 funcionários – Equipamentos e kits diag - HOLANDA	\$4.4 B
Human Genome Sciences, Inc – 1992, 850 funcionários – Lupus, Hepatite – MARYLAND	\$4.4 B
Dendreon Corporation 1982, 400 funcionários – Câncer - SEATTLE	\$3.9 B

Julho/2010 (Yahoo Finance)

Na Tabela 3, verificamos que, das dez empresas de biotecnologia que mais cresceram em faturamento no primeiro trimestre de 2010:

- 100% têm sede nos Estados Unidos;
- 30% têm sede na Califórnia;
- 100% têm mais de dez anos de existência;
- 50% têm menos de 20 anos de existência;
- O número de empregos diretos varia de 5 a 290;
- O crescimento do faturamento variou de 250% a 670%.

Tabela 3. As empresas de biotecnologia que mais cresceram em faturamento

BioSpecifics Technologies Corp – 1957, 5 funcionários – Colagenase para procedimentos estéticos – NOVA IORQUE	674.20%
BioCryst Pharmaceuticals – 1986, 79 – Desenv novas moléculas - ALABAMA	498.10%
ACADIA Pharmaceuticals Inc – 1993, 27 - Dor Crônica – CALIFORNIA	470.30%
Novavax, Inc – 1987, 93 – Vacinas recombinantes – MARYLAND	423.80%
Seattle Genetics – 1997, 290 – Monoclonais – BOTHEL (WS)	408.10%
Athersys, Inc – 1995, 37 – Terapia Celular – CLEVELAND	370.30%
StemCells, Inc – 1988, 75 – Terapia Celular – PALO ALTO, CALIFORNIA	306.80%
Inovio Pharmaceuticals, Inc – 1983/2010, 40 - Vacina DNA - PENNSYLVANIA	271.70%
Optimer Pharmaceuticals, Inc – 1998, 70 – Med Antiinfecciosos - CALIFORNIA	258.30%
Inhibitex, Inc, 1994, 32 – Hepatites – GEORGIA	247.50%

Primeiro trimestre de 2010 (Yahoo Finance)

3. Principais desafios para o setor de biotecnologia no Brasil

3.1. Maior investimento

A biotecnologia recebeu, em investimentos de pesquisa e desenvolvimento, somente nos Estados Unidos, mais de U\$ 100 bilhões no período de 2003 a 2007. Este valor demonstra o vigor desta indústria, mas também o desafio que um país como o Brasil tem pela frente.

E, obviamente, a rapidez com que novas tecnologias são incorporadas não permite que o debate se estenda por muito tempo até que o Brasil defina modelos de financiamento para sua inserção na biotecnologia.

Assim, a urgência na definição e aplicação de políticas objetivas de investimento na biotecnologia é um desafio dentro de outro: o próprio recurso financeiro.

3.2. Melhor desenvolvimento de competência essencial

As expertises necessárias para a tradução de pesquisa em produto são de caráter (i) financeiro, (ii) *marketing*, (iii) tecnológico, (iv) patentes, (v) contratos, (vi) assuntos regulatórios, (vii) pesquisa clínica e (viii) gestão.

Os itens citados são de difícil desenvolvimento, mas formam a base das competências estratégicas essenciais para a conversão de pesquisa em produtos ou para a melhora da eficiência de plataformas tecnológicas inovadoras.

Se considerarmos que a média de patentes por habitante é de 1 patente para cada 2.000 americanos, contra 1 patente para cada 1.8 milhão de brasileiros, o desafio no campo da proteção de direitos e propriedade intelectual e industrial é imenso.

3.3. Maior interação universidade/empresa privada

A Lei da Inovação representou um grande avanço no caminho da melhor interação da universidade com a empresa privada. Ou mesmo para que pesquisadores e professores universitários se aventurem no caminho do empresariado, abrindo suas próprias empresas.

Uma dificuldade ainda encontrada é na própria formatação de contratos ou instrumentos legais que permitam maior agilidade. Empresas privadas têm pressa – esta é uma característica fundamental dessas empresas. O mercado se move rapidamente e por vezes os tempos de decisão de um escritório de patentes ou negócios de uma universidade podem não atender à necessidade do mercado.

3.4. Anvisa – assuntos regulatórios

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) tem desempenhado um papel virtuoso na condução e na melhora da segurança dos fármacos e produtos para a saúde no Brasil.

Mas, quando se estima que o mercado farmacêutico mundial atinja US\$ 1,3 trilhões em 2020, dobrando de tamanho em relação ao que é em 2010 e que tal será em alto grau relacionado ao lançamento de produtos e serviços relativos às necessidades médicas de uma população que envelhece, e que as inovações passarão por novos biofármacos, pela bioengenharia e terapia

celular, pela farmacogenômica e deverá chegar à terapia gênica, os trâmites regulatórios terão um impacto cada vez maior na indústria como um todo e mais ainda nas empresas nascentes de biotecnologia.

Mormente a função primária que é a segurança sanitária, a Anvisa terá que incorporar a função de desenvolvimento tecnológico da biotecnologia no Brasil, passando a atuar como um dos agentes promotores e não apenas reguladores.

O papel da Anvisa deverá ser aquele de acompanhar e mesmo de auxiliar na elaboração de dossiês regulatórios de produtos inovadores (como faz o FDA em relação aos I.N.D.s², quando a empresa que vai lançar uma nova droga pode realizar reuniões prévias ao efetivo protocolo do pedido, obtendo orientação de técnicos do próprio FDA). A Anvisa pode ainda criar mecanismos de aceleração de registro ou licença de comercialização para produtos destinados a doenças órfãs.

3.5. INPI – patentes

A patente é uma das mais relevantes proteções que uma empresa ou uma instituição de pesquisa, pública ou privada, pode ter sobre os recursos que foram investidos no desenvolvimento de uma nova tecnologia.

O Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) terá papel vital tanto na análise e mesmo na condução de um amplo treinamento e conceituação do que seja e da importância da proteção patentária.

Enquanto que nos Estados Unidos o número de habitantes por patente é de 2.000 indivíduos, no Brasil, este número é de uma patente para cada 1.8 milhões de brasileiros.

3.6. Pesquisa clínica

A pesquisa clínica é a etapa mais importante na elaboração do dossiê técnico regulatório (DTR) de um novo medicamento. O DTR é o instrumento que permite que um novo produto seja submetido à análise e possível liberação para comercialização pela Anvisa, FDA, EMEA, enfim, por qualquer agência regulatória.

Para que uma pesquisa clínica seja realizada, são necessárias aprovações por Comitê de Ética em Pesquisa locais (CEP) e, por vezes, pelo Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep).

2 Investigational New Drug Application

O número de novas descobertas trará um grande desafio tanto aos CEP quanto ao Conep, visto que os prazos para a realização dos ensaios clínicos, por vezes multicêntricos ou internacionais, poderão não ser compatíveis com os prazos de análise destes organismos.

3.7. Definição de ICT

É preciso flexibilizar a definição de Instituição de Ciência e Tecnologia (ICT). Não é possível que apenas instituições públicas possam ser consideradas como ICT – empresas e universidades privadas formam a base de desenvolvimento da biotecnologia em todo o mundo. No próprio exemplo clássico da descoberta da Insulina e do lançamento daquela que foi a maior empresa de biotecnologia do mundo, os pesquisadores foram oriundos da Universidade de Stanford, uma universidade privada. Os exemplos de empresas e instituições privadas das quais surgiram importantes e relevantes contribuições a inovação são milhares.

As empresas e instituições privadas que realizam ou convertem pesquisa em produto precisam ser consideradas como ICT – isso possibilitaria o ingresso de recursos para pesquisa e desenvolvimento provenientes de empresas privadas por meio de dispositivos legais já disponíveis.

4. Recomendações para políticas CT&I para os próximos anos

No *BioWorld's Future of Biotech: The 2010 Guide*, Simon Friend escreve:

“As escolhas das empresas farmacêuticas são duas: mudar agora e controlar seu destino, ou continuar no mesmo caminho usual e permitir que o destino seja controlado por outros”.

O Brasil poderia utilizar o mesmo conceito: mudar agora e participar do destino do desenvolvimento da biotecnologia ou permitir que o destino seja controlado por outros.

Resumimos aqui seis recomendações para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil:

4.1. Ver além do Modelo de Blockbusters

Por mais entusiasmo que todos devam ter pelas plataformas tecnológicas de grande impacto, como vacinas, nanotecnologia ou biocombustíveis, é importante incentivar a formação de grupos ou empresas que estudem e adquiram competências em áreas como (a) farmacogenômica, (b) *softwares* aplicados a biotecnologia e saúde, (c) diagnóstico genético, (d) rotas biotecnológicas alternativas de expressão de proteínas recombinantes, (e) terapia gênica, etc.

O período necessário à aquisição de competências técnicas, *know-how*, estabelecimento de parcerias e validação de processos é muito grande. Centenas de empresas nascentes já estão engajadas em projetos nestas áreas específicas. O Brasil precisa correr.

4.2. Aumentar a produtividade do P&D

Como já explicitado, o volume de patentes/habitante e a quantidade de recursos já gastos e disponíveis no exterior colocam o Brasil em posição de grande desvantagem na corrida competitiva da biotecnologia. Os frutos maduros ou quase maduros já foram quase todos colhidos.

A pesquisa deve ser orientada para as necessidades médicas ainda não atendidas, para patologias órfãs ou necessidades negligenciadas.

Outro fator relevante é o incentivo para que o pesquisador, público ou privado, ganhe pontos em sua carreira ou currículo por cada produto ou serviço efetivamente lançado comercialmente ou patente requerida ou concedida do qual ele tenha participado. E um critério de avaliação desta participação estabelecido deveria ser que um pesquisador que trabalhe em uma empresa privada possa ter a classificação máxima no seu currículo LATTES, por exemplo, mesmo que não esteja vinculado a uma universidade. Talvez usando a própria conceituação de inventor que o INPI aplica, um cientista em uma universidade ou empresa, pública ou privada, possa ser valorizado curricularmente.

E ainda que as agências de fomento (Finep, Fapesp, Faperj, etc.) incentivem e apoiem a formação de gestores de projetos de P&D. E que também premiem aqueles projetos, oriundos de instituições ou empresas, público ou privadas, que demonstrem terem tido sucesso em traduzir pesquisa em produto ou serviço comercialmente viável.

E, finalmente, que o conceito de ICT possa ser atribuído a empresas ou instituições privadas.

4.3. Flexibilizar os caminhos regulatórios

Já discutido no item anterior, o desenvolvimento e o lançamento de uma nova droga levam de sete a dez anos. E, isso se deve à relevância dos testes que devem ser realizados para garantir a sua segurança. Mas quando se trata de produtos biológicos destinados a patologias órfãs, os caminhos regulatórios precisam ser flexibilizados. Talvez com um modelo mais bem estruturado de Estudo Fase IV (aquele que acompanha um produto recentemente lançado comercialmente por meio da análise dos resultados e possíveis efeitos colaterais por determinado número de anos em um determinado número de pacientes).

Outra questão relevante é que, nos Estados Unidos (FDA) e na Europa (EMA), se um novo produto para uma patologia órfã está em desenvolvimento e foi aprovado, nenhum outro produto para a mesma finalidade é analisado ou aprovado por um período que pode variar de cinco a sete anos. Esta política visa incentivar a pesquisa de novas substâncias e conceder uma “janela regulatória de proteção”. Algo que pode ser ainda mais relevante do que a própria patente – se analisarmos os retornos financeiros necessários a suprir a recuperação dos investimentos realizados e o risco.

4.4. Incentivar e financiar a internacionalização

Agir localmente, mas pensar globalmente. Precisamos formar minicampeões setoriais.

Na biotecnologia, devido ao aumento do número e à maior especificidade de produtos, empresas brasileiras podem se tornar campeões em determinadas plataformas de tecnologias.

Diferentemente de setores como energia ou pecuária, a biotecnologia pode ter retornos financeiros expressivos ainda que o tamanho da empresa seja relativamente pequeno em número de colaboradores ou fábrica.

Mas o impacto econômico, mesmo de empresas com número reduzido de produtos ou de patologias alvo, pode ser muito grande. Um exemplo é a imiglucerase, um biofármaco utilizado para o tratamento da Doença de Gaucher. No Brasil, existem aproximadamente 500 pacientes com Doença de Gaucher, e o Ministério da Saúde gasta cerca de US\$ 130 milhões por ano com estes 500 indivíduos.

Se, por um lado, o Brasil ocupa um lugar de pouco destaque no número de patentes ou de produtos desenvolvidos ou pertencentes a empresas brasileiras representativos no cenário internacional, o próprio cenário internacional ainda representa oportunidade para que empresas brasileiras adquiram posições acionárias internacionais devido a quedas no valor e no volume de recursos disponibilizados por fundos de investimento.

Se recursos forem destinados a que empresas de base tecnológica brasileiras possam adquirir ações e participarem da gestão de empresas estrangeiras, poderemos dar um salto qualitativo e quantitativo.

4.5. Foco e apoio a centros de excelência empresarial

Como já demonstrado, as empresas de biotecnologia se caracterizam pela regionalização, pela formação de *clusters*.

Não faz sentido, por mais democrático que pareça, espalhar os pequenos recursos das agências de fomento por todo o território nacional.

As regiões ou parques tecnológicos que tenham históricos ou que demonstram eficiência na tradução de pesquisa em produto ou serviço devem ser mapeadas e para estas é que os poucos recursos disponíveis para biotecnologia devem ser destinados.

4.6. Educação voltada para desenvolvimento tecnológico

Toda a cadeia da educação deveria ter, em determinadas regiões, foco no desenvolvimento tecnológico, com incentivo às escolas técnicas e no desenvolvimento de aptidões pessoais e profissionais que se inserissem no tipo de indústria de biotecnologia que na determinada região se instala.

A inclusão de disciplinas relativas da biotecnologia, com foro em gestão, contratos, patentes, inovação, *marketing*, finanças e afins nos cursos de biologia, medicina, farmácia, química e engenharia química possibilitaria que estudantes universitários se orientassem para o empresariado.

Utilização sustentável da biodiversidade vegetal brasileira na obtenção de fármacos inovadores para a indústria farmacêutica - o Modelo Extracta

Antonio Paes de Carvalho¹

1. O que é a Extracta

Extracta Moléculas Naturais S/A é uma sociedade anônima sediada no Polo Biorio, um parque tecnológico de natureza privada instalado no *campus* da Cidade Universitária da UFRJ.

Extracta tem por missão transformar em fitoterápicos e fármacos éticos os produtos obtidos da biodiversidade vegetal brasileira, dentro do quadro de referências da Convenção da Diversidade Biológica. Ou seja, a empresa tem acesso ao patrimônio genético brasileiro, sob licença do CE-GEN/MMA, e interage com seus provedores e clientes de forma a ofertar à indústria farmacêutica produtos inovadores de origem natural e repartir com seus parceiros brasileiros os benefícios da exploração comercial desses produtos, dentro de normas contratuais pré-estabelecidas (acesso) e pós-estabelecidas (contratos de utilização e repartição de benefícios).

Extracta trabalha descoberta e invenção de forma colaborativa com clientes industriais interessados na renovação de suas linhas de produtos comerciais. Contratos fazem provisão para o custeio integral da pesquisa e do desenvolvimento do produto inovador, dando ao cliente direito de primeira opção no licenciamento. Extracta e associados detêm direitos de propriedade intelectual sobre os resultados da pesquisa contratada. *Royalties* e outras formas de retorno são distribuídos a seus parceiros.

2. Banco Extracta de biodiversidade química

O trabalho da Extracta é feito sobre uma coleção *ex situ* de cerca de 12.000 extratos e frações derivados das plantas coletadas, num total de cerca de 32.000 amostras químicas estocadas

¹ Diretor-Presidente da Extracta Moléculas Naturais S/A.

a -30°C . Denominada Banco Extracta de Biodiversidade Química e Tecnologia, essa coleção é submetida a triagem de alta velocidade (*high throughput screening*) para o isolamento de novos compostos naturais ativos contra bioensaios montados de acordo com os alvos de interesse do cliente.

3. Pipeline de desenvolvimento

A atividade da Extracta desde a sua fundação resultou na detecção de 683 extratos vegetais fortemente ativos contra seis alvos de interesse farmacêutico:

1. Infecções hospitalares e comunitárias por *Staphylococcus aureus* multirresistente (MRSA). Extratos e moléculas puras ativas estão sendo desenvolvidas pela Extracta com o apoio de um Contrato Finep de Subvenção Econômica à Inovação.
2. Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas (DPOC).
3. Hepatite C.
4. Doença de Chagas.
5. Tuberculose. Extratos ativos estão sendo estudados em colaboração com o Instituto de Microbiologia da UFRJ, com apoio de um Contrato Faperj de Subvenção Econômica à Inovação.
6. Diabetes Tipo II.

4. Pontos críticos e sugestões

Nenhum produto Extracta se encontra hoje licenciado para a indústria farmacêutica. As razões para isso são múltiplas e merecem ser consideradas pela 4^a CNCTI. Contratos iniciais com as MegaFarma internacionais foram descontinuados por causas várias externas à Extracta;

1. Dificuldade de esclarecer a segurança jurídica do modelo brasileiro de acesso e retorno de benefícios. Esse modelo, proposto em legislação provisória de 2000, evolui para a Medida Provisória 2186-16 (2001), até hoje não transformada em lei nem escoimada de seus defeitos de origem.
2. Dificuldade em lidar com questões de propriedade industrial relativas a produtos naturais. O Código de Propriedade Industrial brasileiro de 1996, ao tentar proteger a biodiversidade

brasileira da invasão e apropriação internacional, acabou proibindo totalmente o patenteamento de produtos inovadores derivados de seres vivos. A ação inovadora dos pesquisadores e empresas brasileiras ficou assim submetida a regras radicalmente diferentes das utilizadas na ambiência pós-TRIPS de Propriedade Intelectual. Esse problema vem sendo trabalhado no Congresso, por meio de PLC que tramita na Câmara, já aprovado pelas comissões próprias, aguardando oportunidade de progresso.

3. As dificuldades econômicas e a acomodação do movimento de fusões e aquisições da MegaFarma internacional resultaram na primeira década do século XXI num encolhimento da contratação de empresas dedicadas a pesquisa, desenvolvimento e inovação fora dos países industrializados. O Brasil sofreu com isso e a recuperação do interesse das MegaFarma na biodiversidade brasileira e na contratação de empresas como Extracta apenas começa a ter movimentos exploratórios, certamente relacionados com o sucesso econômico e com posições de abertura construtiva pelas políticas públicas de CT&I.

- A indústria farmacêutica nacional apenas começa a mostrar interesse por introduzir verdadeira inovação em suas linhas de produtos.
 - A situação anterior a 1996, em que a indústria brasileira cresceu no ambiente da substituição de importações e ausência de proteção a patentes em saúde e alimentos, não preparou a indústria para o ambiente pós-TRIPS. A simples cópia, sem qualquer esforço de pesquisa e inovação por força própria, tornou difícil a transição.
 - O saudável aproveitamento de oportunidades com a regulação dos genéricos deu à indústria farmacêutica brasileira uma saída financeira que permitiu seu crescimento sem, contudo, prepará-la para a inovação e a competição no mercado internacional. Todos os grandes atores nacionais dessa indústria baseiam seu sucesso econômico em produtos que já saíram de patente ou que são licenciados próximo da expiração destas.
 - Graças à inteligência estratégica de alguns grupos, há trabalhos de pesquisa, desenvolvimento e inovação sendo conduzidos por algumas empresas farmacêuticas nacionais, cada vez mais acionando colaboração com grupos acadêmicos. Em alguns casos, esse esforço de investimento se direciona para a montagem de centros próprios de PD&I, o que é certamente meritório.
 - O papel da Finep e de algumas FAP no financiamento de projetos de PD&I nas empresas vem sendo um fator marcante de estímulo à evolução da visão privada sobre a necessidade de caminhar na trilha da inovação como fonte certa de progresso.
- É importante notar que a inovação em países industrializados dentro do modelo americano (em cuja legislação *Bayh-Dohle Act*, *SBIR Contracts* e proteção ao produtor nacional

se espelham os recentes progressos brasileiros) passa de forma importante pelo desenvolvimento da pequena empresa tecnológica, responsável por mais de 70% da inovação naquela economia. Vale notar que a MegaFarma internacional, que investe anualmente mais de 60 bilhões de dólares em PD&I, gasta apenas 40% desse montante em suas próprias instalações científicas, destinando os demais 60% à terceirização tecnológica com pequenas e médias empresas de PD&I (50%) e com os centros acadêmicos das universidades de pesquisa (10% apenas).

- A entrada da indústria farmacêutica brasileira na competição internacional será viável na medida em que for compreendida a necessidade de juntar forças com as agências públicas para fortalecer as empresas brasileiras de PD&I no setor farmacêutico. Além da visão nacionalista que possa transparecer dessa afirmativa, na realidade, o aparecimento de fortes empresas tecnológicas de PD&I no Brasil não só promoverá oportunidades de inovação para a indústria brasileira nacional, como também atrairá oportunidades de contratos de inovação e transferência de tecnologia para focar a biodiversidade brasileira. No momento, faltam-nos ainda grandes projetos e o número adequado de grandes cérebros para dirigi-los, dentro e fora do governo, com uma visão efetivamente internacional.

Tecnologia do DNA recombinante e biologia sintética: opção viável para a intensificação sustentável da produção agrícola e da biodiversidade

Elíbio Leopoldo Rech Filho¹

A segurança alimentar é um dos principais desafios globais do século. Até 2050, será necessário aumentar a produção agrícola do mundo para alimentar uma população global prevista de 9 bilhões de habitantes. Os cenários mais otimistas indicam que será necessário aumentar a produção de alimentos em pelo menos 50%. A demanda por produtos agrícolas e alimentícios provocada pelo crescimento demográfico e por mudanças nos padrões de consumo se tornará mais aguda nos próximos cinquenta anos. As tecnologias de produção agrícola também precisarão sustentar o meio ambiente, preservar os recursos naturais e apoiar os meios de vida de agricultores e populações rurais em todo mundo. Observa-se uma necessidade premente de uma intensificação sustentável da agricultura global, no sentido de aumentar a produtividade com a redução nos impactos ambientais adversos e redução da expansão da fronteira agrícola. Para garantir uma oferta adequada de alimentos para o mundo inteiro, será necessário um esforço internacional urgente com uma clara compreensão dos desafios e possibilidades envolvidos no longo prazo.

É vital que esforços governamentais sejam envidados para estabelecer uma estratégia clara para a segurança alimentar com base em critérios de sustentabilidade. A capacidade de inovar no desenvolvimento de tecnologias para o setor agrícola exige uma abordagem multidisciplinar que envolva genética, matemática, física, química, ecologia, ciências agrícolas, entre outras. Resultados de pesquisas nessas áreas podem ser usados para desenvolver uma compreensão preditiva e opções robustas que, vinculadas às ciências sociais e econômicas, possam ser usadas para a necessária intensificação sustentável da agricultura. A biotecnologia avançada e atividades

¹ Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

científicas financiadas pelos setores público e privado deverão desempenhar um papel vital na intensificação sustentável de cultivos alimentares. O Brasil tem a responsabilidade e a capacidade de assumir um papel de liderança no desenvolvimento de uma ampla gama de soluções científicas que possam mitigar essa escassez de alimentos em potencial. Isso exigirá financiamentos significativos e ações operacionais efetivas e focadas para pesquisas científicas multidisciplinares nas áreas da segurança alimentar e da biotecnologia.

O desafio é ampliar o uso de melhores práticas em áreas que ainda não se beneficiaram de uma maior produtividade. A questão da segurança alimentar é obviamente global. A demanda por alimentos nos países ricos desviará a oferta de nações mais pobres, e os mercados internacionais não conseguirão, por si sós, resolver a questão da insegurança alimentar global em bases equitativas e sustentáveis. A importância da distribuição fica clara neste contexto, bem como a do uso mais intensivo dos conhecimentos existentes e sua operacionalização efetiva. Reconhece-se, também, que apenas aumentar a produção não resolverá problemas relacionados à pobreza ou à fome. A complexidade do desafio da segurança alimentar exige a necessidade de outros considerarem diferentes aspectos da segurança alimentar. É, portanto, crucial que pesquisas relevantes, a capacidade de realizar essas pesquisas e o sistema que traduz essas pesquisas em resultados concretos sejam reforçados na maior brevidade possível. Observa-se uma clara necessidade de políticas adequadas e pesquisas científicas publicamente financiadas. Políticas científicas e de inovação, inclusive serviços de extensão e regimes de propriedade intelectual, devem ser alinhadas para garantir que os benefícios das pesquisas sejam compartilhados. Os setores público e privado dispõem de especialistas nessas áreas. Há oportunidades para a realização de pesquisas em todos os setores com vistas a promover a intensificação sustentável da agricultura global. Um forte envolvimento do setor público é essencial para garantir a implementação de programas de longo prazo. É improvável que mecanismos de mercado consigam, por si sós, gerar melhores cultivos e práticas capazes de solucionar problemas enfrentados por pessoas em situação de pobreza. A realização de pesquisas básicas no setor público deve também reduzir a probabilidade de que restrições relacionadas à propriedade intelectual impeçam o uso generalizado de tecnologias adequadas nos países em desenvolvimento ou em benefício do meio ambiente. No entanto, o envolvimento do setor privado é essencial para que os resultados de pesquisas científicas financiadas pelo setor público se traduzam em aplicações agrícolas práticas. Para garantir que pesquisas científicas na área das culturas alimentares sejam adequadamente direcionadas, é importante que haja uma boa comunicação entre pesquisadores, agricultores e a indústria tanto em países industrializados como em desenvolvimento. Os serviços de extensão agrícola devem ser um componente crucial de qualquer estratégia definida para garantir que os avanços científicos sejam adequadamente direcionados. Esses serviços oferecem um mecanismo pelo qual agricultores podem ser informados sobre novos desenvolvimentos tecnológicos, além de uma rota pela qual o retorno de informações de agricultores pode ser aproveitado pelos pesquisadores. Eles podem também ajudar a manter a comunidade científica adequadamente informada para

direcionar inovações tecnológicas para as áreas que mais precisam delas. Os serviços de extensão também ajudam agricultores a trabalharem juntos em prol da produção alimentar e do meio ambiente. Uma sondagem contínua de possíveis horizontes no intuito de identificar problemas futuros, associados às avaliações e ao uso de modelos e experimentos, deve melhorar a nossa capacidade de tomar decisões quando há provas concretas disponíveis. É vital que seja lançada uma iniciativa global voltada para a intensificação sustentável de cultivos alimentares, com um componente importante de pesquisa na área da biotecnologia avançada.

As restrições impostas aos cultivos alimentares são bem compreendidas, mas variam substancialmente entre diferentes regiões. A disponibilidade de crédito, terras, ferramentas simples, água e solos adequadamente férteis é um importante fator restritivo. Grandes perdas de produtividade ocorrem em decorrência de pragas, doenças e ervas daninhas. Manter e melhorar a diversidade dos recursos genéticos das lavouras é vital para facilitar o melhoramento de espécies cultivadas e aumentar a resiliência de cultivos alimentares. A superação dessas restrições exige tecnologias e abordagens apoiadas em boas práticas científicas. Algumas dessas tecnologias aproveitam conhecimentos existentes, enquanto outras constituem abordagens completamente radicais baseadas na genômica, em organismos geneticamente modificados e processos analíticos de alto desempenho.

Novos métodos de pesquisa podem contribuir para aumentar a produção de cultivos alimentares por meio de melhorias genéticas em culturas e de novas práticas de gestão de culturas e do solo. Melhorias genéticas em culturas podem ocorrer por meio do melhoramento de espécies cultivadas ou de modificações genéticas visando à introdução de diversas características de interesse. A aplicação da tecnologia do DNA recombinante tem o potencial de refinar as culturas existentes e proporcionar melhorias incrementais. Esses métodos também podem introduzir melhorias radicais e altamente significativas nas culturas, aumentando a eficiência fotossintética, reduzindo a necessidade de nitrogênio e outros fertilizantes e liberando alguns dos potenciais latentes dos genomas vegetais. Além disso, espera-se que a expansão e a intensificação do agro-negócio produzam moléculas recombinantes para os setores industrial e de saúde. A ciência da gestão das culturas e da prática agrícola também deve ser particularmente enfatizada como parte do grande desafio da segurança alimentar. Essas abordagens podem remover restrições importantes que afetam as variedades de culturas existentes, podendo ser amplamente aplicáveis. As abordagens existentes atualmente maximizam a produção dentro de sistemas agrícolas insustentáveis; são necessárias novas tecnologias que utilizem todos os elementos do sistema agrícola, incluindo uma melhor gestão do solo e a melhoria e aproveitamento das populações de micróbios benéficos do solo.

Os debates anteriores sobre o uso de novas tecnologias para a agricultura tendiam a adotar um enfoque exclusivista, ressaltando os méritos de determinados sistemas de produção agrícola ou

abordagens tecnológicas e as desvantagens de outros. Isso é particularmente evidente no que se refere aos produtos geneticamente modificados (GM), ao uso de pesticidas e aos argumentos pró e contra os modos de produção orgânicos. Esses debates deixam de reconhecer que não há nenhuma panaceia tecnológica para o desafio global da produção alimentar sustentável e segura. Sempre será preciso lidar com evidências e as complexidades locais. Nenhuma técnica ou tecnologia comprovada deve ser descartada. A agricultura global requer uma diversidade de abordagens específicas para cultivos, lugares, culturas e outras circunstâncias. Essa diversidade exige que a amplitude da investigação científica relevante seja igualmente diversificada e que a ciência seja combinada às perspectivas sociais, econômicas e políticas. No entanto, há claras evidências demonstrando a importância fundamental e indispensável da ciência avançada, inclusive a biotecnologia, incluindo principalmente a tecnologia do DNA recombinante e biologia sintética como uma base para alcançar os objetivos finais de intensificação da agricultura sustentável. Além do apoio à ciência de alta qualidade, é necessário manter e reforçar a sua capacidade de inovar, em colaboração com centros de investigação nacionais e internacionais. A formação profissional em ciências agrárias e biotecnologia deve continuar a ser apoiada e intensificada. Os serviços de extensão agrícola, que conectam os agricultores às inovações, necessitam ser intensificados de forma urgente. Há uma necessidade premente de rever o apoio e a prestação de serviços de extensão, particularmente nos países em desenvolvimento. A gestão da inovação para a agricultura deve maximizar as oportunidades de aumento da produção e, ao mesmo tempo, proteger as sociedades, as economias e o meio ambiente contra efeitos colaterais negativos. Os sistemas regulatórios devem melhorar a sua avaliação dos benefícios. O exame do que o futuro nos reserva garantirá uma consideração pró-ativa das opções tecnológicas por parte dos governos. A avaliação dos benefícios, riscos e incertezas deve ser abrangente, incluindo também o impacto mais amplo das novas tecnologias e práticas sobre as economias e sociedades. O diálogo com o público e com as partes interessadas — particularmente ONG, cientistas e agricultores — deve ser incorporado a todas as estruturas de governança. Ele deve ser informado pelo diálogo com os agricultores, outras partes interessadas e representantes do público em geral. As recomendações a seguir justificam a alocação desses fundos a pesquisas excelentes e relevantes, treinamento em pesquisa e transferência de tecnologia. As pesquisas colaborativas internacionais com bases científicas emergentes devem ser intensificadas e tornadas mais efetivas e operacionais.

A ciência que sustenta a produção de culturas alimentares — como todas as outras áreas da biologia — está sendo revolucionada por várias inovações tecnológicas, inclusive as que vêm ocorrendo na manipulação genética e sistemas biológicos de alto desempenho, envolvendo a biologia molecular e bioquímica e sintética. Essas tecnologias agora são altamente sensíveis e podem ser aplicadas em um modo de alta produtividade, permitindo analisar muitos organismos — às vezes milhares — em um único experimento. As ferramentas de mapeamento permitem analisar organismos inteiros, visualizar estruturas subcelulares e caracterizar detalhadamente os

componentes químicos das células. Tecnologias novas, precisas e informativas disponíveis para pesquisa são baseadas na capacidade de determinar sequências genômicas de maneira relativamente rápida e com custo reduzido, na manipulação genética da maioria dos organismos vivos e na avaliação bioquímica em nível atômico. Essas tecnologias ganham poder adicional com o uso generalizado de tecnologias computacionais para lidar com grandes conjuntos de dados. Os processos biológicos relevantes para a produtividade das culturas alimentares agora podem ser dissecados de forma mais completa, gerando uma oportunidade sem precedentes para traduzir essas pesquisas em melhoramentos genéticos de culturas ou mudanças no manejo de culturas.

As sequências dos genomas são particularmente importantes, porque fornecem detalhes sobre todos os genes de um organismo e as proteínas que ele pode sintetizar. Quando é ligada às novas metodologias para atribuição de função aos genes e às tecnologias de alta performance para análise de RNA, proteínas e outras moléculas. A análise das sequências genômicas é conhecida como genômica e oferece uma tecnologia importante para a investigação detalhada de processos biológicos complexos.

Genes ou combinações de genes que afetam a produção agrícola podem ser identificados com o uso da genômica. Nas estratégias de melhoramento genético, esses genes podem ser utilizados podem ser transferidos para os diferentes organismos utilizando a tecnologia do DNA recombinante, como será descrito a seguir. Entretanto, convém salientar que as informações provenientes de estudos genômicos também são importantes para a ciência subjacente às modificações no manejo das culturas vegetais. As informações sobre genes, proteínas e metabólitos em plantas cultivadas permitem desenvolver estratégias de manejo que maximizem o desempenho agrônomo das culturas de maneira sustentável. As novas metodologias de determinação de sequências de DNA exibem ganhos de eficiência exponenciais com relação aos métodos usados na primeira geração de sequências genômicas de organismos modelos e humanas. Há várias versões desses novos métodos e é provável que outras venham a surgir no futuro próximo. O sequenciamento de um genoma transformou-se de um projeto multimilionário em algo que custa atualmente alguns poucos milhares de dólares para obter um genoma completo. A geração de dados da sequência de DNA agora é simples a um custo muito mais reduzido: a análise computacional e anotação da sequência é a parte mais cara e demorada de um projeto genômico e também deve ser estimulada.

O uso da tecnologia do DNA recombinante permite modificar por meio de engenharia genética, novos genes são introduzidos em uma planta cultivada. Os genes inseridos podem ser da mesma espécie (no que é conhecido como cisgenia) ou de outra espécie (transgenia). Os métodos baseados na modificação genética têm sido amplamente utilizados como ferramentas rotineiras de pesquisa e tem proporcionado avanços significativos na genética vegetal nos últimos 25 anos. São também particularmente importantes para a meta de atribuição de função a cada um dos

milhares de genes já identificados nos genomas de diferentes espécies e elucidação das rotas metabólicas. A primeira geração de tecnologias de modificação genética, incluindo aquelas empregadas em aplicações comerciais, envolve a inserção de novos genes no genoma receptor e a seleção baseada no melhor desempenho.

A engenharia genética de organismos oferece uma alternativa à síntese química de medicamentos e à extração de produtos biofarmacêuticos naturais, com a produção de moléculas terapêuticas complexas em bactérias, leveduras e células de origem animal. No entanto, as limitações bioquímicas, técnicas e econômicas dos sistemas existentes de expressão procariótica e eucariótica e a crescente demanda clínica por proteínas terapêuticas complexas têm gerado um interesse substancial no desenvolvimento de novos sistemas de expressão para a produção de proteínas terapêuticas. Nesse contexto, surgiram nas duas últimas décadas plataformas à base de plantas que oferecem uma alternativa adequada aos sistemas atuais de produção de biofármacos recombinantes.

A intensificação da utilização da tecnologia do DNA recombinante para:

1. Produzir alimentos de maneira mais econômica, melhorando a produtividade e as práticas agrícolas associadas à agricultura;
2. Melhorar a qualidade nutricional dos alimentos e aumentar os níveis de compostos que geram benefícios à saúde;
3. Aumentar a vida útil e a qualidade dos frutos e produtos correlatos;
4. Reduzir os compostos alergênicos em alimentos;
5. Criar culturas que possam ser usadas como vacinas e outros benefícios para a medicina;
6. Converter solos tóxicos em terras mais produtivas para a agricultura;
7. Produzir proteínas recombinantes em plantas e animais;
8. Desenvolver processos e produtos utilizando a biologia sintética e manipulação de rotas metabólicas;
9. Desenvolver produtos e processos que efetivamente contribuam para a redução da emissão de CO₂ na atmosfera;
10. Manipular e desenvolver novos sistemas biológicos e rotas metabólicas por meio da biologia sintética.

Quanto às tecnologias analíticas para caracterização, no passado a espectrometria de massa era confinada ao domínio das moléculas pequenas; as moléculas grandes não sobreviviam intactas ao processo de dessorção e ionização. Mais recentemente, o desenvolvimento de novos métodos de dessorção e ionização revolucionou a análise de biomoléculas grandes, transformando a espectrometria de massa em uma importante ferramenta analítica de pesquisa biológica. A espectrometria de massa (MS) tornou-se uma ferramenta indispensável para a análise da estrutura de peptídeos e proteínas graças a três capacidades únicas que permitem o seu uso para resolver problemas estruturais que não são facilmente solucionados por técnicas convencionais.

A metabolômica agora desempenha um papel significativo na biologia vegetal básica e aplicada à biotecnologia. As plantas, coletivamente, geram uma enorme variedade de produtos químicos, muito superior aos que são produzidos pela maioria dos outros organismos; portanto, a metabolômica é extremamente importante na biologia vegetal. A biologia de sistemas orientada por dados metabolômicos ajudará a decifrar os segredos dos sistemas celulares vegetais e sua aplicação à biotecnologia.

Regulamentação e propriedade intelectual - Os exemplos de novas tecnologias de cultivo, especialmente culturas geneticamente modificadas, são protegidos por patentes. Essa estratégia tem estimulado o desenvolvimento comercial dos produtos e suas aplicações nas commodities. Entretanto, há uma necessidade clara de que o setor público, as empresas privadas e os agricultores aumentem sua capacidade de projetar e construir sistemas confiáveis e econômicos de proteção à propriedade intelectual compatíveis com as necessidades de cada país associado às normas e à estrutura regulatória internacional. Referente a regulamentação, o custo das etapas requeridas ultrapassam 5 milhões de dólares. Esse custo poderá inviabilizar o desenvolvimento de culturas importantes, mas sem a pujança das commodities. Essa questão requer uma ação que permita detectar que setor poderá custear o processo.

A tecnologia do DNA recombinante tem contribuído significativamente para os setores produtivos agrícola, farmacêutico e industrial. A ciência de fronteira desempenhará um papel importante na intensificação do desenvolvimento sustentável dos setores produtivos.

1. Estudo de caso

Abaixo segue a descrição sucinta de alguns produtos e processos envolvendo a utilização da tecnologia do DNA desenvolvidos e em desenvolvimento na Embrapa, que poderão contribuir como subsídios para determinações de prioridades da C&T nacional.

1.1. Soja geneticamente modificada BASF/Embrapa. Um modelo de colaboração entre empresas privadas e públicas no desenvolvimento de produtos com impacto econômico mundial

Colaboração: Embrapa (Brasil) e BASF (Alemanha) – Desenvolvimento de soja tolerante a herbicidas por engenharia genética: do gene para o mercado. A Embrapa e a BASF desenvolveram conjuntamente uma variedade de soja tolerante a herbicidas no Brasil. Essa nova variedade de soja será chamada de Cultivance®. A CTNBio afirmou que a soja transgênica desenvolvida está em conformidade com as normas e leis de biossegurança para o meio ambiente, agricultura e saúde humana e animal. A decisão permitirá que a BASF e a Embrapa ofereçam o novo sistema de produção a agricultores em todo o mundo. As empresas estão buscando a aprovação do produto em vários outros países que são compradores importantes de soja brasileira, inclusive China e UE. A data estimada para o lançamento no Brasil será 2011. A soja Cultivance® será a primeira variedade de cultivo geneticamente modificada disponível aos agricultores brasileiros que foi desenvolvida no Brasil. A aprovação resulta de 13 anos de cooperação bem-sucedida entre a Embrapa, o instituto público de pesquisas agrícolas do Brasil e a BASF, líder mundial no fornecimento de soluções agrícolas. O Sistema de Produção Cultivance® combina variedades de soja geneticamente modificadas com uma classe de herbicidas imidazolinonas de amplo espectro da BASF, adaptados às condições regionais. Essa tecnologia de tolerância a herbicidas fornece aos agricultores um novo sistema de controle que combate eficazmente um amplo espectro de ervas daninhas. Concebidos para aplicação após o plantio, os herbicidas Cultivance proporcionam aos agricultores a flexibilidade para aplicar o herbicida, quando necessário, para controlar as ervas daninhas durante as primeiras semanas cruciais para o crescimento das culturas. Uma única aplicação proporciona controle de plantas daninhas de folhas largas e gramíneas, inclusive as mais difíceis de controlar, durante o período da cultura. Os agricultores também terão vantagens logísticas e ambientais. Com menos aplicações de herbicidas por hectare, o uso de máquinas e mão de obra diminui, reduzindo os custos para os produtores e a redução da emissão de CO₂ equivalente no ambiente. Há um interesse significativo de outros países vizinhos na América Latina, inclusive Argentina, Bolívia e Paraguai, bem como de países em outros continentes, no desenvolvimento dessa tecnologia para suas variedades de soja. As empresas estão trabalhando para atender às exigências das entidades reguladoras desses países, onde a aprovação pode ser obtida dois anos depois do Brasil. A BASF e a Embrapa acreditam que a biotecnologia vegetal é fundamental para oferecer soluções inovadoras aos agricultores no século XXI, o que permitirá a intensificação sustentável da agricultura em nível mundial e contribuirá para a duplicação da produção de grãos requerida para 2040.

1.2. Impacto ambiental potencial da redução das emissões de CO₂ resultante da introdução da soja Cultivance e de seu herbicida Cultivance no setor brasileiro de soja

Colaboração: Embrapa (Brasil)/BASF (Alemanha-Brasil)/PG Economics (Reino Unido)

O possível impacto ambiental da introdução de uma nova variedade de soja geneticamente modificada e tolerante a herbicidas (GM HT) (conhecida como Cultivance, herbicidas da classe das imidazolinonas) no setor brasileiro de soja foi avaliado.

Impacto sobre emissões de gases de efeito estufa: A adoção de culturas biotecnológicas propiciará uma redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Essa redução decorrerá do menor uso de combustível (devido às aplicações menos frequentes de herbicidas e inseticidas e à queda do consumo de energia para cultivo do solo). Além disso, a facilitação de sistemas de produção com preparo da terra mínimo ou nulo, propiciada pela soja transgênica (particularmente no caso da soja), resultará em menos aração e redução de emissão de CO₂ equivalente na atmosfera. Nesta análise, portanto, presume-se que qualquer redução nas emissões de GEE identificada a partir da adoção de características transgênicas seja atribuível exclusivamente às economias no uso de combustíveis derivadas e da menor incidência de pulverização com herbicidas. O impacto potencial da adoção da soja Cultivance no Brasil resultará em uma queda no número médio de pulverizações com herbicida (duas para Cultivance em comparação com 2,5 para a soja GM HT (tolerante a glifosato) existente e três para a soja convencional). Isto sugere que cada hectare de Cultivance propiciará uma economia potencial de 1,045 litro de combustível (2,87 kg/ha de dióxido de carbono) em relação à soja convencional e de 0,5225 litro de combustível (1,435 kg/ha de dióxido de carbono) em relação à soja GM HT (tolerante a glifosato). A economia anual potencial de combustível a partir da adoção da soja Cultivance dependerá do nível de adoção e uso dessas sementes de soja para substituir a soja convencional ou a soja GM HT (tolerante a glifosato). Usando três cenários possíveis com níveis de adoção entre 10% e 30% da participação no mercado, a economia anual potencial de combustível associada à adoção da soja Cultivance varia de 1,2 milhões de litros a 7,24 milhões de litros. A economia anual potencial de dióxido de carbono variará de 3,11 a 19,9 milhões de kg. Isto corresponde aos benefícios adicionais de economia de carbono associados ao uso de uma única modalidade tecnológica de semente transgênica de soja e soma-se às economias de carbono já propiciadas pelo menor uso de combustível associado à adoção da soja GM HT (tolerante a glifosato) nos últimos anos.

Mudanças no uso de herbicidas e impactos ambientais associados: O impacto ambiental associado ao uso de herbicidas na cultura da soja também será influenciado pela adoção da soja Cultivance. Os estudos da soja Cultivance indicam que o uso provável de herbicidas e o perfil ambiental associado serão os seguintes: com relação ao uso atual de herbicidas na soja

convencional, a adoção da soja Cultivance provavelmente resultará em uma redução líquida de 0,27 kg/ha no uso do ingrediente ativo do herbicida e uma redução de 3,82 unidades EIQ/ha de campo no impacto ambiental associado (medido pelo indicador EIQ). Em comparação com o uso atual de herbicidas na soja GM HT (tolerante a glifosato), a adoção da soja Cultivance provavelmente resultará em uma redução líquida de 0,9 kg/ha no uso do ingrediente ativo do herbicida e uma redução líquida de 12,77 unidades EIQ/ha no impacto ambiental associado. Usando os mesmos três cenários possíveis descritos acima, com níveis de adoção entre 10% e 30% da participação no mercado, as reduções potenciais no uso do ingrediente ativo associadas à adoção da soja Cultivance variam de 0,64 a 6,23 milhões de kg. Isso corresponde a uma redução de 1,3% a 12,9% no uso total anual do ingrediente ativo do herbicida no cultivo brasileiro de soja. O benefício ambiental anual (medido pelo indicador EIQ) associado à mudança no padrão de uso de herbicida poderá ser uma redução de 1,2% a 12% na quantidade total de EIQ/ha resultante do cultivo da soja (a extremidade menor do espectro pressupõe que todo o uso de Cultivance substituirá a soja convencional e a extremidade superior que todo o uso de Cultivance substituirá a soja GM HT, tolerante a glifosato).

1.3. Agricultura molecular e biologia sintética: produção de proteínas recombinantes de alto valor direcionadas para os setores farmacêutico e industrial

Colaboração: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Universidade de Brasília; Universidade de Queensland, Austrália; USP, FMRP; Waters Corporation, EUA/Brasil; National Cancer Institute em Frederick, NIH, EUA; Universidade de Wyoming, EUA; Ludwig Institute for Cancer Research Ltd, EUA;

Produção de proteínas recombinantes em sementes de soja sob o controle de sequências regulatórias de proteínas de armazenamento de leguminosas

A soja supre boa parte da demanda mundial de óleo vegetal e proteínas e também desempenha um papel importante no desenvolvimento da biologia molecular vegetal. As proteínas de armazenamento das sementes da planta são de grande interesse para o desenvolvimento de produtos de interesse comercial através da tecnologia de DNA recombinante. As duas principais proteínas de armazenamento em sementes de feijão e soja são multiméricas e foram caracterizadas bioquimicamente. As proteínas γS de muitas leguminosas consistem em combinações subunitárias que resultam em uma massa molecular de aproximadamente 150-220 kDa. As globulinas γS são compostas de subunidades de β -conglícinina e β -faseolina. As subunidades proteicas individuais variam de tamanho dentro de uma mesma espécie e entre espécies. Essas proteínas respondem por aproximadamente 50% a 70% do total de proteínas. As sequências regulatórias

de β -conglícinina e β -faseolina são específicas do tecido da semente, reguladas temporalmente e expressas tanto no eixo embrionário como nos cotilédones das sementes em desenvolvimento. Sequências de codificação do *hormônio de crescimento humano*; *fator de coagulação humana IX*; *ScFv CD-18* (anticorpo); *Masp2-spider* (proteína sintética para a produção de biopolímeros); *cianovirina*, *grifitsina* (microbicidas); genes de *CTAG*, *GAGE-1* e *PLAC1* (antígenos tumorais) foram clonados sob o controle de diferentes promotores e peptídeos sinal. Usando transformação mediada por biobalística, cada gene foi introduzido no genoma da soja e plantas transgênicas foram obtidas. A presença de sequências codificantes introduzidas foi confirmada por análise molecular. Ensaios bioquímicos foram realizados para detectar a expressão e/ou bioatividade das proteínas recombinantes. Ensaios imunocitoquímicos ultraestruturais mostraram que as proteínas recombinantes acumulavam-se nos vacúolos de armazenamento de proteínas (VAP) derivados do retículo endoplasmático (RE). Moléculas recombinantes foram visualizadas ao longo de todo o lúmen cisternal, mas estavam ausentes no interior dos corpos oleosos da semente. Foram realizados experimentos sobre a utilização de um fracionamento nano-UPLC e Espectrometria de Massa de Alta Definição (HDMS) Sináptica visando o desenvolvimento de um sistema de modo positivo nanoESI para realizar uma caracterização de proteínas recombinantes em algumas sementes com Identidade. A exploração da utilização de sequências regulatórias específicas da semente capazes de orientar e acumular proteínas recombinantes nos VAP de sementes de soja, associada às ferramentas recentes de pesquisa biológica, tem grande potencial para acelerar a caracterização preliminar de biofármacos derivados de plantas e macromoléculas industriais. Utilizando a biologia sintética, a manipulação de rotas metabólicas em sementes de soja e tabaco tem sido realizadas com objetivo de desenvolver sementes “humanizadas” capazes de produzir proteínas recombinantes em grande quantidade e proteínas sintéticas.

1.4. Tecnologia de DNA recombinante e biologia sintética como opção viável para a prospecção e uso sustentável da biodiversidade

A bacia amazônica é uma área de megabiodiversidade. Diferentes modelos têm sido propostos para a criação de uma política de conservação eficaz, aumento da sustentabilidade e agregação de valor à biodiversidade. Ao longo dos anos, a região amazônica tem permanecido associada a um círculo vicioso de desmatamento e nível de emprego declinante. Há uma hipótese que vincula a redução do desmatamento e aumento da governança ao aumento do emprego e da renda associado ao desenvolvimento de vários processos e produtos, no que tem sido descrito como um círculo virtuoso de desenvolvimento. A geração de créditos de carbono também tem sido sugerida como uma estratégia de desenvolvimento viável para a região. Além disso, foi demonstrado que as recentes perdas significativas de florestas e o aumento da renda podem estar ligados principalmente à expansão dos setores da pecuária e plantio da soja. O valor real da biodiversidade permanece desconhecido e as estimativas são especulativas. Estudos baseados

em evidências na região amazônica devem ser realizados com urgência e intensificados. Esses estudos devem ser baseados na avaliação e no desenvolvimento potencial de produtos de alto valor agregado. Isso, por sua vez, depende de tecnologias operacionais e avançadas. Atualmente, há um amplo espectro de tecnologias de DNA recombinante disponíveis que permitem a coleta, manipulação e avaliação efetiva de inúmeras moléculas que existem como produtos de um ecossistema vasto e biodiversificado. Recentemente, um ciclo geral de desenvolvimento foi proposto para os produtos biotecnológicos associados ao agronegócio. Basicamente, o ciclo de desenvolvimento estabelece a nomenclatura adequada e enumera as fases interativas envolvidas, desde a prospecção de moléculas candidatas até sua caracterização, análise e regulamentação. Foram previstos os possíveis comportamentos de dependência dos valores associados em função do tempo por um período arbitrário ao longo do tempo. Em condições ideais, o ganho de conhecimentos resultante dos estudos em andamento produzirá uma diminuição do risco de falha do produto e, conseqüentemente, um aumento dos valores econômicos associados e esperados. Entretanto, em uma situação real, os problemas encontrados durante a pesquisa podem inviabilizar a exploração dos recursos naturais. Portanto, a situação inversa, na qual o valor diminui ao longo do tempo, também pode ocorrer. O desenvolvimento de produtos baseados na ciência avançada está diretamente relacionado à utilização intensiva do conhecimento e de elevados padrões tecnológicos. Isso indica que a utilização da tecnologia do DNA recombinante em seu sentido pleno constitui uma opção viável e uma ferramenta indispensável e útil para orientar o uso sustentável e o desenvolvimento de produtos de alto valor agregado. Isso não se limita apenas à duplicação prevista da demanda mundial de produção de alimentos nos próximos 30 anos, mas também fornece uma ferramenta para a avaliação sustentável da biodiversidade. O uso da tecnologia do DNA recombinante, desde o genoma até as fases de regulação, implica a coleta de alguns organismos (ou partes deles) como fonte de matéria-prima genética que permita prospecção, caracterização, expressão gênica, estudos de prova de conceito (pesquisas para demonstrar a eficácia funcional de uma característica ou tecnologia no organismo alvo para reduzir o risco de falha do produto) e produção de novas moléculas. É fornecido a seguir outro exemplo que descreve uma das várias possibilidades positivas estudadas. A seda da aranha tem sido notada por suas extraordinárias propriedades físicas e mecânicas, tendo sido reconhecida recentemente como um nanomaterial à base de proteínas. Ela tem a capacidade de se auto-organizar em fibras constituídas de folhas beta antiparalelas há mais de 450 milhões de anos. As sedas de aranha são biopolímeros à base de proteínas secretados por células epiteliais especializadas como precursores concentrados solúveis dos blocos de construção repetitivos de estruturas proteicas primárias. Esses biopolímeros são altamente flexíveis e exibem força e resistência extraordinárias, comparáveis às das fibras sintéticas de alto desempenho como o Kevlar. Apesar do alto potencial decorrente das características mecânicas da seda de aranha, a impossibilidade de domesticar aranhas para produzir fibras em quantidades suficientes levou ao desenvolvimento de estratégias alternativas para a produção de proteínas da seda usando

a tecnologia do DNA recombinante. Realizamos o genoma funcional das glândulas de seda da aranha brasileira, que estuda a evolução em nível molecular com o objetivo de desenvolver novos biopolímeros. A possibilidade de produzir novos materiais biodegradáveis com propriedades semelhantes motivou o aumento das pesquisas sobre as proteínas sintéticas da seda. Usando marcadores da sequência de expressão, foram identificadas diferentes sequências codificantes e regulatórias produzidas pelas glândulas de seda ampolada maior, menor, flageliforme e tubuliforme das aranhas. As aranhas *Nephilengys cruentata*, *Avicularia juruensis* e *Parawixia bistrata* foram coletadas e prospectadas nos biomas brasileiros. Com base em dados do genoma e do transcriptoma, conseguimos produzir fibras sintéticas semelhantes à da aranha. Diferentes sistemas de expressão, tais como bactérias, fermento, plantas e animais estão sendo avaliados para definir o sistema mais adequado para produzir proteínas sintéticas semelhantes à da aranha em larga escala ao menor custo. Demonstramos a produção de proteínas sintéticas que podem formar fibras semelhantes à da aranha em bactérias e sementes de soja. Espera-se que, além do potencial de desenvolvimento de biomateriais inovadores e de alto valor agregado, esse trabalho também possa ser usado como um modelo compatível com o padrão proposto, descrito anteriormente. Além dos esforços para conservar a biodiversidade, é necessário um método eficaz, baseado em evidências, para estimar o valor da biodiversidade. O uso da tecnologia do DNA recombinante e biologia sintética poderá constituir uma ferramenta importante e uma opção viável para a avaliação da biodiversidade na forma proposta, além de ser útil para o desenvolvimento de métodos de uso sustentável e produção de novas moléculas. A biotecnologia está enquadrada na opção do círculo virtuoso. Em vista da urgência e da importância estratégica deste tema, a avaliação operacional aqui descrita deve ser associada ao estabelecimento de parcerias entre os setores público e privado, bem como às interações necessárias com os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Referências

- ARAGÃO F, BARROS L, BRASILEIRO A, RIBEIRO S, SMITH F, SANFORD J, FARIA J, RECH E (1996) *Inheritance of foreign genes in transgenic bean (Phaseolus vulgaris L.) co-transformed via particle bombardment*. Theoretical and Applied Genetics 93:142-150
- ARAGÃO F, SAROKIN L, VIANNA G, RECH E (2000) *Selection of transgenic meristematic cells utilizing a herbicidal molecule results in the recovery of fertile transgenic soybean [Glycine max (L.) Merrill] plants at a high frequency*. Theoretical and Applied Genetics 101:1-6
- ASH C, JASNY B, MALAKOFF D, SUGDEN A (2010). *Feeding the future*. Science 327:797
- BAULCOMBE D. (2010). *Reaping the benefits of crop research*. Science 327:761.
- BARRETT C., KIM TY, KIM UK, PALSSON B, LEE SY (2006) *Systems biology as a foundation for genome-scale synthetic biology* (2006). Current Opinion in Biotechnology 17:488-492
- ENDY D (2005) *Foundations for engineering biology*. Nature 449:453
- GIBSON D, GLASS J, LARTIGUE C, NOSKOV V, CHUANG RA, ALGIRE M, BENDERS G, MONTAGUE M, MA L, MOODIE M, MERRYMAN C, VASHEE S, KRISHNAKUMAR R, GARCIA N, ANDREWS-PFANNKUCH C, DENISOVA E, YOUNG L, QI Z, SEGALL-SHAPIO T, CALVEY C, PARMAR P, HUTCHISON III C, SMITH O, VENTER J (2010). *Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome*. Science DOI: 10.1126/science.1190719
- GEBBERS R, ADAMCHUCK I (2010). *Precision agriculture and food security*. Science 327: 828-829.
- KOSSIAKOFF A, KOIDE S (2008) *Understanding mechanisms governing protein–protein interactions from synthetic binding interfaces*. Current Opinion in Biotechnology 18:499-506
- Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture* (2009). The Royal Society. ISBN: 978-0-85403-784-1. 74 p. (www.royalsociety.org).
- RECH E, VIANNA G, ARAGÃO F (2008) *High-efficiency transformation by biolistics of soybean, common bean and cotton transgenic plants*. Nature Protocols 3:410-418
- Teulé F, Cooper A, Furin A, Bittencourt D, Rech E, Brooks A, Lewis R (2009) *protocol for the production of recombinant spider silk-like proteins for artificial fiber spinning*. Nature Protocols 4:341-355
- WEBER W, FUSSENEGER M (2009) *The impact of synthetic biology on drug discovery*. Drug discovery 14:956-963

Biotecnologias para o desenvolvimento sustentável da Amazônia

Spartaco Astolfi Filho¹

1. Potencialidades e desafios para o desenvolvimento da bioindústria na Amazônia

Atualmente, pode-se dizer que é consensual em nosso país a necessidade de conservar o Bioma Amazônico e que, para tal, há necessidade de se criarem alternativas econômicas, agregando valor aos produtos da floresta e, desta forma, contrapor-se à exploração predatória da floresta que se expressa, principalmente na derrubada da floresta, na venda da madeira, o que é seguido de plantio de pastagens ou de monoculturas agrícolas.

Nesse contexto, a biotecnologia no seu mais amplo sentido (clássica e moderna) pode contribuir muito, desenvolvendo bioprocessos ou bioprodutos com base na imensa biodiversidade amazônica, como por exemplo:

- Fitoterápicos e cosméticos;
- Corantes e aromatizantes naturais;
- Novos fármacos como: antibióticos, antineoplásicos, antimaláricos, neuroativos, antiparasitários, etc.;
- Novos procedimentos de controle biológico de pragas e doenças;
- Desenvolvimento de novas fontes de alimentação;
- Procedimentos de reprodução de animais silvestre;
- Domesticação e melhoramento genético de espécies nativas.

¹ Professor Titular da Universidade Federal do Amazonas

Ao lado dessa imensa biodiversidade, enormes questões que nos desafiam dificultam o rápido desenvolvimento da biotecnologia e, conseqüentemente, do setor bioindustrial na Amazônia. Entre eles, podemos citar:

- Deficiência no ensino em todos os níveis;
- Poucos cursos de pós-graduação *stricto sensu* e que se encontram em sua grande maioria ainda em fase de consolidação;
- Infraestrutura para C&T em geral precária;
- Baixa produtividade em CT&I;
- Dificuldades em fixação de pessoal qualificado;
- Baixo salário do pessoal técnico;
- Pequeno número de bioindústrias instaladas na Amazônia;
- Isolamento dos grupos de pesquisa entre si e destes com o setor bioindustrial;
- Alguns estados ainda não têm fundações de amparo à pesquisa;
- Infraestruturas precárias de energia e transporte; e
- Marcos regulatórios ainda não bem estabelecidos.

A seguir serão apontados alguns esforços que estão sendo realizados para superar essas barreiras e alguns caminhos sugeridos.

2. Formação de recursos humanos para o desenvolvimento bioindustrial

Considerando que um dos fatores essenciais para o desenvolvimento de biotecnologias é a disponibilidade de recursos humanos, algumas universidades e ICT da região amazônica passaram decididamente a formar recursos humanos, com foco em biotecnologia, em diferentes níveis, e, como exemplo, enumeramos algumas dessas iniciativas:

- *Atualização* – o curso de “Introdução à Biotecnologia Molecular” tem sido oferecido pela UFAM e completa nesse semestre sua 15ª edição;
- *Especialização em Biotecnologia* – foi oferecido 4 vezes pela UFAM e fez parte da série brasileira itinerante de “Cursos de Fundamento de Biotecnologia”; (apoio: CNPq e Capes);

- *Curso Técnico de Nível Superior em Biotecnologia* – foram oferecidas pela UFAM duas turmas (Apoio Suframa/CBA);
- *Curso de Biotecnologia (Graduação)* – atualmente são 3 os cursos existentes na Região Norte, ambos criados no âmbito do REUNI (MEC), dois deles na UFAM (Manaus e Coari) e o outro na UFPA;
- *Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia - PPGBIOTEC – Doutorado e Mestrado*: é oferecido por um consórcio de instituições de Manaus: UFAM, INPA, Fiocruz-AM, Hemoam, IMT-AM, UEA, Embrapa Amazônia Ocidental, com apoio de diversas instituições de outras regiões. Foi iniciado em 2002, tendo formado até o momento 80 doutores e 35 mestres (apoio: Suframa, Fapeam, CNPq e Capes);
- *Programa de Biotecnologia e Recursos Naturais – Mestrado*: é oferecido pela UEA com forte colaboração do INPA, foi iniciado em 2002 e até o momento formou 50 mestres (apoio: Fapeam, Capes e CNPq).

É importante ressaltar que diversos outros programas de pós-graduação que atuam em áreas relativas ao conhecimento e conservação da biodiversidade e outras áreas afins à biotecnologia têm sido oferecidos em diferentes estados da Amazônia e são também de grande relevância para o desenvolvimento da bioindústria nessa região.

Recentemente, por meio de iniciativa da SEPED/MCT, foi criada a “Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal – BIONORTE”, que lançou por meio do CNPq um edital para projetos de pesquisa e desenvolvimento de biotecnologias por meio de redes cooperativas de pesquisa. Atualmente, está em fase final de conclusão um projeto para a criação e implantação do “Programa de Pós-Graduação da Rede Bionorte – PPG-Bionorte”, que oferecerá em formato de rede um curso de doutorado envolvendo todos os nove estados da Amazônia Legal.

É importante ressaltar que as atividades de ensino e pesquisa acima descritas, embora em fase de implantação ou consolidação, já começam a modificar o panorama da área biotecnológica na Amazônia, pois os jovens profissionais formados estão:

- difundindo seus conhecimentos – como *professores*;
- aprovando seus próprios projetos – como *pesquisadores*;
- publicando e requerendo marcas e patentes – como *inventores*; e
- dando apoio a empresas da área ou incubando suas próprias empresas – como *empresários*.

3. Criação de infraestrutura para PD&I

Nos últimos anos, ocorreu uma sensível melhora na infraestrutura de P&D na Amazônia decorrente principalmente de aplicações de recursos do Proinfra (Finep), do CAPDA (Suframa), das recém-criadas fundações de amparo a pesquisa e do REUNI (MEC). Esses recursos, embora significativos, ainda têm sido insuficientes para completar o complexo infraestrutural necessário.

Além de mais recursos para completar a infraestrutura de P&D regional, o compartilhamento da competência e da infraestrutura instalada, por meio de criação de Redes Cooperativas de Pesquisa, tem se mostrado bastante eficiente tanto para acelerar a formação de recursos humanos como para melhorar a infraestrutura de pesquisa existente e sua utilização. Como exemplos, citamos algumas dessas redes:

- *A Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas – Realgene*: que atuou melhorando a infraestrutura em biologia molecular e genética genômica de laboratórios localizados nas capitais dos estados da Amazônia e desenvolveu um intenso programa de formação de recursos humanos além de sequenciar o transcriptoma do fruto do guaraná e criar condições para que diversos projetos na área genômica fossem realizados (apoio: CNPq/MCT);
- *A Rede Proteômica do Estado do Amazonas – Proteam*, que melhorou a infraestrutura em bioquímica e proteômica de laboratórios localizados em várias instituições do estado do Amazonas, atuou na formação de recursos humanos na área, estudou os proteomas da *Chromobacterium violaceum* e do fruto do guaraná e, além disso, criou condições para que diversos projetos nessa área venham a ser realizados (apoio: Fapeam e Finep);
- Diversas outras redes foram recentemente instaladas e devem também contribuir decididamente no desenvolvimento da biotecnologia na Amazônia, entre elas: Rede Amazônica de Pesquisa e Desenvolvimento de Biocométicos – Redebio (apoio: FAP), Rede de Pesquisas em Malária (apoio: FAP, CNPq e MS) e Rede Pronalmo - Uso da biodiversidade como fonte de novos compostos químicos ativos contra alvos moleculares definidos para o tratamento de malária, tuberculose e doenças mediadas por linfócitos T (apoio: CNPq, Finep, MS e Suframa/CBA).

4. Um exemplo bem-sucedido – a fábrica de preservativos masculinos de xapuri (Natex)

A Fábrica de Preservativos Natex é um excelente exemplo de ação integrada entre o governo do estado do Acre e o governo federal. A iniciativa foi idealizada pela Fundação de Tecnologia do

Acre, visando agregar valor ao látex dentro do estado do Acre, criar empregos, elevar a qualidade de vida dos seringueiros e consequentemente evitar a derrubada da floresta e sua substituição, por exemplo, por pastagens.

Após concluída e certificada, a empresa passou a fornecer preservativos de alto padrão de qualidade, contribuindo dessa forma para diminuir a disseminação de doenças sexualmente transmissíveis, a importação de preservativos e consequentemente os gastos com importações.

Curiosamente, após os investimentos públicos com a montagem da fábrica e a demonstração de sua viabilidade econômica e sustentabilidade, empresas privadas têm demonstrado interesse em adquiri-la, o que em nossa opinião reforça a concepção de que o estado tem grande poder de criar novas opções de desenvolvimento, especialmente em situações em que inicialmente não existe o interesse do capital privado.

Uma vez em operação, essa empresa tem demandado das instituições de ensino e pesquisa da Amazônia o desenvolvimento de projetos de pesquisa que visam agregar mais valor ao produto ou conhecer melhor a floresta para conservá-la. Entre eles, enumeramos:

- Estudos que objetivam substituir o óleo lubrificante sintético dos preservativos por óleos naturais (Funtac e UFAC);
- Desenvolvimento de preservativos aditivados com produtos naturais que possam retardar o processo de ejaculação (Funtac e UFAC);
- Outras utilizações do látex e também de outros produtos florestais não madeireiros que possam ser produzidos pela comunidade de Xapuri (Funtac e UFAC); e
- Análise, por meio de marcadores moleculares, da diversidade genética das espécies da floresta, especialmente da seringueira (Funtac, UFAC e UFAM).

5. Recomendações para a política de CT&I para os próximos anos

Baseando-se no acima exposto e em discussões durante as reuniões preparatórias da 4ª CNCTI, considera-se de grande relevância para o desenvolvimento do setor bioindustrial na Amazônia o seguinte:

- Dar continuidade, melhorando e intensificando a formação de recursos humanos em biotecnologia e áreas correlatas em todos os níveis;
- Oferecer bolsas de doutorado e pós-doutorado, com valores diferenciados, para atrair recursos humanos e, além disso, criar empregos (pelo menos nos setores públicos) também com salários diferenciados para garantir a fixação dos recursos humanos;

- Valorizar com salários dignos o pessoal de nível técnico;
- Dar continuidade e intensificar a melhoria da infraestrutura física de laboratórios e equipamentos, além de melhorar a infraestrutura geral de energia e transporte da região;
- Incentivar a associação de grupos e instituições para criar programas integrados de formação de recursos humanos e de pesquisa em formato de redes;
- Fortalecer as FAP existentes e criá-las nos estados onde ainda não existem;
- Intensificar a atração de empresas do setor para a Amazônia e estimular a criação/incubação de novas;
- Incentivar o desenvolvimento das atividades de produção de matérias-primas a partir de manejo de recursos naturais em reservas florestais públicas e também em propriedades privadas;
- Privilegiar iniciativas empresariais que agreguem valor aos produtos da floresta no interior e em proximidade com a comunidade produtora da(s) matéria(as)-prima(as);
- Privilegiar iniciativas que resultem em atividades empresariais biotecnológicas que sejam amistosas ao meio ambiente e/ou que resultem em recuperação de áreas já degradadas; e
- A exemplo da concepção e criação da Fábrica Natex, incentivar e fomentar iniciativas bioindustriais que fixem o homem à floresta e que garantam a melhoria de seu padrão social e econômico.

Política de estado de ciência tecnologia e inovação para o desenvolvimento sustentável – Biotecnologia

Luiz Antonio Barreto de Castro¹

1. O contexto

O desenvolvimento de uma indústria de biotecnologia de porte no Brasil permanece como um grande desafio para o nosso país. Entretanto, o primeiro programa de biotecnologia é da década de 1980. Nesta época, a biotecnologia foi selecionada como uma área estratégica no Brasil, diante dos avanços científicos que ocorreram no mundo, a partir da década de 1970. Nos anos 1980, não tínhamos massa crítica nem infraestrutura, portanto, não tínhamos competência, ou tínhamos competência muito limitada, em biologia molecular. Não tínhamos um arcabouço legal adequado, nem de patente, nem de biossegurança, para tratar de transgênicos que começaram a ser liberados experimentalmente no mundo, em 1985. O tema não atraía recursos privados porque convivemos com uma inflação acelerada.

Por incrível que pareça, mesmo diante desta realidade, na década de 1980, logo após a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), fizemos os melhores cientistas brasileiros em biotecnologia uma missão à Europa para negociar projetos de cooperação nesta área com Bélgica, França, Alemanha. A delegação incluía importantes líderes brasileiros muito ativos, como Antônio Paes de Carvalho, Diógenes Santiago Santos, Jorge Guimarães e Isaias Raw, que depois contribuíram para avanços importantes da biotecnologia no Brasil. Antônio Paes de Carvalho (palestrante nesta sessão) criou o Polo BioRIO, o maior do país. Diógenes Santiago Santos e Jorge Guimarães criaram importante Polo de Biotecnologia na FURG. Isaias Raw fez do Instituto

¹ Secretário de Políticas de Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

Butantã a principal instituição brasileira na área farmacêutica industrial. Marcos dos Mares Guia, falecido, criou a principal empresa de biotecnologia brasileira, a Biobras, depois vendida para uma multinacional dinamarquesa por falta de uma política adequada de biotecnologia no país, o que somente veio a ocorrer no governo Lula. A Embrapa estabeleceu no Cenargen a melhor competência do país em engenharia genética de plantas, fortemente ativa ainda hoje no cenário nacional e internacional. Nada foi possível, entretanto, antes do Plano Real, nos meados da década de 1990, a não ser formar recursos humanos e estabelecer infraestrutura. Por esta razão, a missão brasileira na Europa, na década de 1980, não teve consequências.

Em maio de 2009, na *Biotechnology Industry Organization*, na Georgia-USA, verificamos que a biotecnologia brasileira é do tamanho da da Georgia: mais ou menos trezentas empresas. As da Geórgia têm faturamento muito maior do que as nossas. Entretanto, a biotecnologia no Brasil é uma área de grande potencial e que vai dar certo, apesar dos quarenta anos de esforço ainda sem sucesso e apesar de não ter sido possível promover o crescimento de uma indústria de porte nos últimos quinze anos.

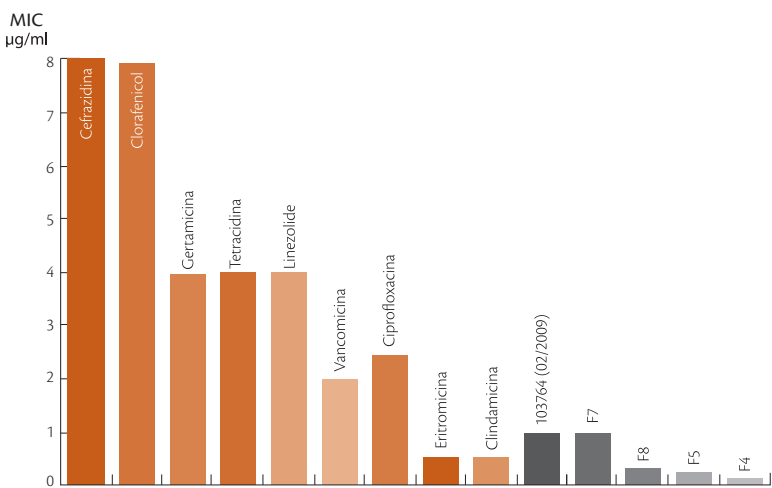
Como vimos nesta 4ª Conferência, em depoimentos dos especialistas em inovação, o Brasil ainda tem um ambiente econômico adverso a investimentos privados de risco, indispensáveis para o desenvolvimento de uma indústria de biotecnologia, uma alta taxa de juros que desestimula investimentos de longo prazo, alta carga tributária, insegurança jurídica, burocracia excessiva e a regulação mais propícia à inovação é muito recente. Este contexto foi em parte discutido nesta sessão temática, como veremos a seguir.

2. As palestras

O professor Antônio Paes de Carvalho, um dos pioneiros da biotecnologia brasileira, apresentou da Extracta-Moléculas Naturais S/A, estratégia e resultados de sua empresa. Ativa há mais de uma década, a Extracta conseguiu a façanha de obter autorização do CGEN para realizar expedições de coleta da biodiversidade brasileira. Realizou 215 expedições que cobriram 10.000 km² na floresta Amazônica, principalmente, classificando botanicamente 4.905 plantas com localização por GPS e fotos digitais.

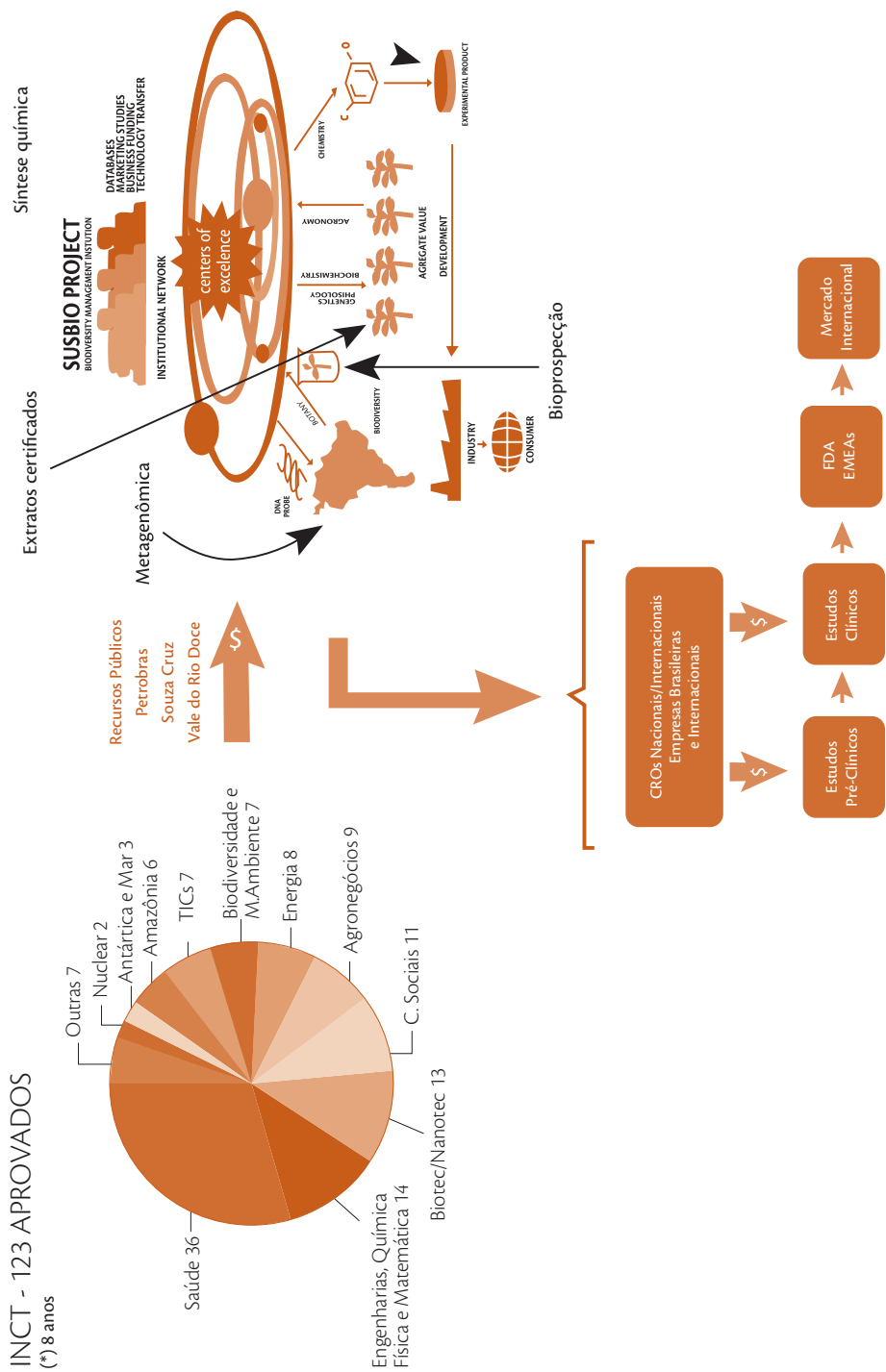
Destas plantas, a empresa obteve 31.492 extratos naturais que constituem a maior base de dados unificada no país, hospedada em *software* da empresa. A estratégia da empresa é trabalhar em regime *cost plus* até a fase II de ensaios clínicos, buscando lucros futuros ligados ao sucesso comercial (usualmente na forma de *royalties*). O resultado mais importante até o momento apresentamos abaixo:

Gráfico 1. MIC do extrato 103764 e frações, comparados a antibióticos comerciais de alta eficácia



Os antibióticos e suas frações são eficientes contra *Staphylococcus aureus*, resistente a meticilina. A empresa espera concluir a fase II dos ensaios pré-clínicos até dezembro de 2011. Daí em diante, depende de negociações com empresas que possam realizar os ensaios clínicos que estão além da sua capacidade financeira. A estratégia da empresa é compatível com proposta do relator, que apresentamos abaixo. A premissa implícita neste diagrama é de que não será possível para o Brasil constituir uma indústria farmacêutica sólida que se constitua em uma plataforma para chegar ao mercado internacional sem a participação da chamada *Big Pharma*, pelo custo muito alto dos ensaios clínicos que podem chegar a centenas de milhões de dólares.

Gráfico 2. Uma plataforma para viabilizar a indústria farmacêutica no Brasil – Fase 2



O depoimento de Pedro Palmeira, responsável pelo principal programa de financiamento da indústria farmacêutica brasileira – Profarma no BNDES, feito em outra sessão temática, na área da saúde, é definitivo neste sentido. O porte financeiro das dez maiores empresas farmacêuticas brasileiras somadas corresponde a 8% da Pfizer, uma das maiores empresas farmacêuticas do mundo.

Tabela 1. As de maior valor de mercado

Leaders in Market Capitalization	Value (Yahoo Finances May 2010)
Amgen Inc. [AMGN] (Thousand Oaks, CA) – 17,000 cols	\$50.3 B
Gilead Sciences, Inc. [GILD] (Foster City, CA) – 3,800 cols	\$32.2 B
Celgene Corporation [CELG] (Summit, NJ) – 2,800 cols	\$24.6 B
Genzyme Corporation [GENZ] (Cambridge, MA) – 12,000 cols	\$13.7 B
Biogen Idec Inc [BIIB] (Cambridge, MA) – 4,700 cols	\$12.9 B
Life Technologies Corporation [LIFE] (Carlsbad, CA – Individualized Medicine) – 9,000 cols	\$8.9 B
Dendreon Corporation [DNDN] (Seattle, WA – active cellular immunotherapy) – 484 cols	\$5.8 B
Illumina, Inc. [ILMN] (San Diego, CA – integrated systems for the analysis of genetic variation and biological function) – 1,700 cols	\$4.8 B
Qiagen N.V. [QGEN] (Netherlands – provides its products to molecular diagnostics laboratories, academic researchers, pharmaceutical and biotechnology companies) – 3,500 cols	\$4.7 B
Human Genome Sciences, Inc. [HGS] (Rockville, MD – pipeline includes novel drugs to treat hepatitis C, lupus, inhalation anthrax, and cancer) – 850 cols	\$4.5 B

O trabalho da Extracta é indicativo do que seria possível fazer no Brasil quanto ao desenvolvimento de fitoterápicos se o CGEN funcionasse. A autorização que a Extracta recebeu é a exceção, não a regra. Pior, o CGEN está sendo processado pelo Ministério Público por improbidade administrativa: favorecimento da biopirataria em favor da ONG *Natural Source Internacional Ltda.* (Inquérito Civil Público no 1.15.000.000.240/2009-72).

As palestras do professor da UFAM, Spartaco Astolfi Filho, e do pesquisador Elíbio Leopold Rech demonstram, pela ordem, a potencialidade que oferece a biodiversidade amazônica para o desenvolvimento de fitoterápicos e da competência da Embrapa/Cenargen para expressão em plantas de moléculas de importância farmacêutica: plantas como biofábricas. O professor Spartaco é Presidente do Conselho Científico da Rede Bionorte. - Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, que tem como um dos objetivos intensificar a formação de doutores. A limitação de massa crítica para C&T na Amazônia é um fator de grande relevância. A região

tem três institutos de pesquisas vinculados ao MCT, uma dezena de universidades federais, cinco universidades estaduais, mais de uma dezena de centros universitários e várias iniciativas locais, com o objetivo de estruturar o sistema de CT&I na região. Entretanto, a distribuição institucional é fortemente concentrada nos estados da Amazônia e do Pará, como se verifica na tabela abaixo.

Tabela 2. Número de cursos de mestrado e doutorado em biodiversidade e biotecnologia nos estados da Amazônia legal.

ESTADO	MSc N3	MSc N4	MSc N5	MSc Total	Dr. N3	Dr. N4	Dr. N5	Dr. Total	Total
Acre	1			1				0	1
Amapá		1		1		1		1	2
Amazonas	6	8	1	15	2	8	1	11	26
Maranhão	4			4				0	4
Mato Grosso	7	1		8		1		1	9
Pará	7	3	2	12		5	2	7	19
Rondônia	1	1		2		1		1	3
Roraima	3			3				0	3
Tocantins	5	1		6		1		1	7
Total	34	15	3	52	2	17	3	22	74

A Rede Bionorte buscará ampliar e consolidar o sistema de CT&I na Amazônia, reduzindo o desequilíbrio existente, de forma a adotar as instituições da região com condições para responder adequadamente aos desafios atuais e futuros. Para isso, será necessário ampliar e modernizar a infraestrutura; formar e fixar pessoal qualificado; apoiar a interação com empresas; ampliar as redes de pesquisa e estruturá-las em institutos temáticos. O Conselho Científico da Rede Bionorte se prepara para apresentar à Capes uma proposta de pós-graduação nos moldes do que foi elaborado pelo Renorbio.

A palestra de Elibio Rech demonstra a competência brasileira para expressão de genes em plantas, utilizando-as como biofábricas. Elibio Rech se prepara para propor à empresa Souza Cruz um projeto de expressão de antígenos contra formas de câncer, precisamente em fumo, responsável por esta doença em humanos.

O coordenador Eduardo Cruz, dono de empresas bem-sucedidas no COMBIORIO, mostrou os caminhos que temos que seguir para permitir que a ciência chegue a mercados internacionais. Ele chama a atenção para três fatores negativos no Brasil:

- Baixa conversão de pesquisa em produto;
- Baixo número de patentes;
- Baixíssimo número de patentes que são *blockbusters*.

Chama a atenção também para dois aspectos já enfatizados no contexto deste documento. O primeiro diz respeito ao longo prazo necessário para sair da ciência ao mercado. A segunda é o porte das empresas de biotecnologia .

Gráfico 3. New drug development timeline

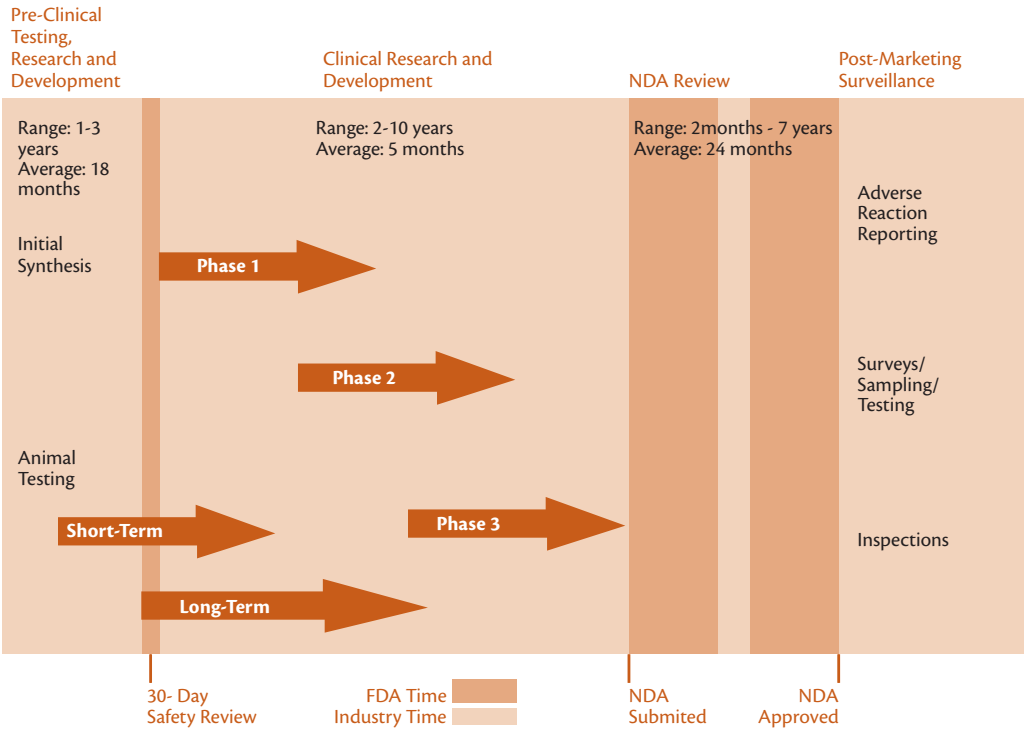


Tabela 3. As de maior valor de mercado

Leaders in Market Capitalization	Value (Yahoo Finances May 2010)
Amgen Inc. [AMGN] (Thousand Oaks, CA) – 17,000 cols	\$50.3 B
Gilead Sciences, Inc. [GILD] (Foster City, CA) – 3,800 cols	\$32.2 B
Celgene Corporation [CELG] (Summit, NJ) – 2,800 cols	\$24.6 B
Genzyme Corporation [GENZ] (Cambridge, MA) – 12,000 cols	\$13.7 B
Biogen Idec Inc [BIIB] (Cambridge, MA) – 4,700 cols	\$12.9 B
Life Technologies Corporation [LIFE] (Carlsbad, CA – Individualized Medicine) – 9,000 cols	\$8.9 B
Dendreon Corporation [DNDN] (Seattle, WA – active cellular immunotherapy) – 484 cols	\$5.8 B
Illumina, Inc. [ILMN] (San Diego, CA – integrated systems for the analysis of genetic variation and biological function) – 1.700 cols	\$4.8 B
Qiagen N.V. [QGEN] (Netherlands – provides its products to molecular diagnostics laboratories, academic researchers, pharmaceutical and biotechnology companies) – 3,500 cols	\$4.7 B
Human Genome Sciences, Inc. [HGS] (Rockville, MD – pipeline includes novel drugs to treat hepatitis C, lupus, inhalation anthrax, and cancer) – 850 cols	\$4.5 B

Fica claro o desafio que temos que enfrentar para criar uma indústria de biotecnologia de porte no Brasil.

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Materiais avançados e nanotecnologia

Nanotecnologias, produtos da agricultura e minerais abundantes

Fernando Galembeck¹

1. Breve diagnóstico

O significado de “nanotecnologias”, neste texto, é o adotado pelo *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), ao definir a classe 977 para as invenções nanotecnológicas: *“This class provides for disclosures: related to research and technology development at the atomic, molecular or macromolecular levels, in the length of scale of approximately 1-100 nanometer range in at least one dimension, and that provide a fundamental understanding of phenomena and materials at the nano-scale and to create and use structures, devices and systems that have novel properties and functions because of their size.”*

Um paradigma de produto nanotecnológico é o pneu usado em automóveis e equipamentos de transportes. Ele incorpora uma grande quantidade de resultados de pesquisa e desenvolvimento tecnológico nas escalas molecular e macromolecular, suas propriedades dependem criticamente de estruturas com dimensões inferiores a 100 nanômetros e têm sido continuamente aperfeiçoadas ao longo de mais de um século. A pesquisa sobre as nanoestruturas formadoras das borrachas e o impacto destas sobre as suas propriedades contribuiu para a compreensão fundamental do fenômeno de elasticidade, fundamentando a premiação Nobel de Paul Flory, e para a criação de materiais e estruturas dotados de propriedades sem precedentes, criticamente dependentes do tamanho das nanoestruturas formadoras. O sucesso do pneu e a sua onipresença na nossa vida podem ser atribuídos, entre outros, a dois fatores: a satisfação de necessidades de bilhões de pessoas e a capacidade de incorporar mudanças incrementais ou radicais,

¹ Professor Titular da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

muitas delas nanotecnológicas, que fazem o paradigma de “pneu” de uma geração muito diferente daquele da geração seguinte.

A fabricação de pneus utiliza matérias-primas de baixo valor unitário, sendo a maioria delas obtida de fonte renovável ou muito abundante, mas o resultado tem enorme impacto econômico, estratégico e ambiental. Muitos outros produtos essenciais à vida humana e fabricados em grandes quantidades compartilham as mesmas características: suas propriedades dependem criticamente de nanoestruturas, são continuamente aperfeiçoados graças à pesquisa sobre essas nanoestruturas.

Por essas razões, uma grande parte do esforço global de pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologias tem estado ligada a setores industriais de grande porte: materiais para construção civil e mecânica, equipamentos de transporte, energia, comunicações e informação, têxteis e vestuário, embalagens e revestimentos, produtos para a saúde humana, animal e vegetal, materiais e equipamentos para lazer e para o meio ambiente, entre outros – além do agronegócio e dos setores de serviços. Já estão presentes no mercado numerosos produtos, introduzidos pelas mais importantes empresas industriais globais, destacando-se os dos setores químico e de tecnologias de informação. Por outro lado, é também notável a presença de empresas novas, criadas para explorar as oportunidades geradas pelas nanotecnologias.

O cenário brasileiro mostra algumas características positivas: i) várias empresas dos setores químico, farmacêutico, de materiais para construção, madeira, papel e celulose já apresentam produtos nanotecnológicos; ii) os resultados já obtidos têm estimulado outros empresários; iii) há uma significativa base científica, nas universidades e em alguns centros de pesquisa, que produz publicações científicas em quantidade compatível com a produção global brasileira e qualidade internacional.

Por outro lado, há também algumas características negativas, e a principal é o fato de a indústria de materiais para comunicação ser quase inexistente. Por isso, o esforço de pesquisa em nanotecnologia nestas áreas é inconsequente, econômica e estrategicamente¹ e os resultados dos vultosos gastos nacionais na pesquisa básica terminam por ser apropriados por grandes empresas estrangeiras. Dois outros pontos importantes são a insegurança jurídica, determinada pela falta de posicionamento governamental com relação às questões de regulação e ainda pouca preocupação com as possibilidades de impacto das nanotecnologias sobre o ambiente e a saúde humana.

2. Principais desafios

O principal desafio nesta área está em transformar o enorme potencial das nanotecnologias em ferramentas úteis de criação de riqueza, segurança e poder para a nação brasileira, beneficiando

amplamente a sua população. Isto é parte de um desafio mais amplo, que está em agregar valor a tudo que se produz no país e aos seus recursos naturais, fazendo ao mesmo tempo uma defesa dos seus ecossistemas naturais e corrigindo os danos predatórios já causados ao ambiente.

O Brasil tem riquezas naturais consideráveis e emerge hoje, no mundo, como um grande produtor agropecuário, ainda que utilizando apenas uma pequena fração do seu território. A capacidade brasileira de inovação em produção mineral e no agronegócio responde pela sua liderança global de muitas *commodities*, destacando-se os casos dos complexos cana-de-açúcar e soja. Nestes, o destaque do Brasil é devido a grandes aportes de ciência e tecnologia realizados continuamente durante décadas, ao lado de políticas públicas bem-sucedidas e de uma grande participação empresarial privada.

O agronegócio é hoje a fonte de uma vultosa produção brasileira de alimentos, energia e de matérias-primas industriais.² Em algumas cadeias produtivas, o Brasil é líder global e em muitas outras tem posição de destaque, quase sempre crescente. O mesmo ocorre quanto à produção mineral, principalmente no caso de minérios abundantes ou produtos minerais de baixo valor unitário, mas de grande demanda.

É necessário que estas posições sejam melhoradas e ampliadas, utilizando as poderosas ferramentas das nanotecnologias, o que pode ser feito de várias maneiras:

- Criando produtos industriais baseados em matérias-primas derivadas da agricultura e de minerais abundantes, usando-as como elementos construtivos de nanoestruturas estruturais e funcionais sofisticadas, que incorporem o estado da arte;
- Produzindo insumos agrícolas (fertilizantes, defensivos, produtos veterinários, materiais de construção e irrigação) de base nanotecnológica que contribuam para o aumento da produtividade, de uma forma cada vez mais limpa, sustentável e que proteja o meio ambiente;
- Produzindo novas tecnologias de mineração e de recuperação ambiental que reduzam os ônus da atividade extrativa e maximizem o valor dos seus produtos;
- Maximizando o aproveitamento dos vultosos resíduos da atividade agrícola e da mineração, extraindo deles o máximo de valor;
- Desenvolvendo e inovando no aproveitamento de minérios da “cadeia das nanotecnologias”, tais como aqueles que contêm lítio, grafite, índio, terras-raras, entre outros.

Um grande objetivo é a criação de novas atividades produtivas baseadas em recursos renováveis dos ecossistemas, cujo principal resultado seja a agregação de valor ao próprio ecossistema e cujo resultado final seja a proteção e perenização do ecossistema. Há muitos casos a considerar, mas o de maior vulto é, obviamente, a floresta amazônica.³ É necessário retirar da floresta,

sem danos, o que é repostado abundantemente, ou seja: água, ar e energia solar. Pode-se retirar da floresta, por exemplo, óleos, ceras e látex, gomas, desde que estes sejam produzidos e transportados de forma não agressiva. Por outro lado, a floresta e seus rios têm carência de constituintes simples e de baixo valor, como o cálcio, o que cria limitações sérias ao desenvolvimento da própria biota. Carências de cálcio podem ser corrigidas, realizando-se a calagem, mas a custos de transporte inaceitáveis. Por outro lado, o emprego de sistemas de liberação controlada no fornecimento de cálcio e outros insumos críticos pode permitir o uso de quantidades muito inferiores, que provocam gastos muito menores com transporte.

Um caso de convergência bem-sucedida entre um produto da floresta e a nanotecnologia é o dos nanocompósitos de borracha natural produzidos a partir do látex da seringueira e argilas.⁴ O trabalho realizado inicialmente no laboratório do autor, na Unicamp, gerou uma atividade empresarial que hoje já atinge, por exemplo, as indústrias de papel e de calçados. Aliás, a própria borracha natural produzida pela seringueira é um nanocompósito natural, o que explica as suas singularidades e enorme importância tecnológica devido à impossibilidade da sua completa substituição por borrachas sintéticas. Tal como ocorreu com a borracha natural, outros produtos da floresta devem poder ser alçados a um novo patamar de sofisticação e de valor no mercado, beneficiando grandes populações de produtores e a própria região, como um todo.

Outro desafio muito importante decorre da natureza dos produtos nanotecnológicos, que frequentemente são materiais avançados. Sua introdução no mercado não é feita enquanto os novos materiais não tenham sido testados e aprovados na fabricação de utensílios, equipamentos ou qualquer uma das múltiplas formas de uso nas quais podem ser vantajosos. O trabalho de desenvolvimento e inovação não se esgota no material em si, mas nos produtos em que ele será eventualmente usado.

O autor vivenciou esse problema em diferentes situações. Um caso exemplar é o da empresa Orbys, que licenciou patente de processo de fabricação de nanocompósitos de látex, da Unicamp. O desenvolvimento do produto Imbrik, da Orbys, exigiu do empresário Eduardo Figueiredo um intenso trabalho junto a numerosas empresas de diferentes setores industriais, que produz uma conclusão importante: não basta desenvolver o material nanotecnológico, é preciso também desenvolver os produtos que os utilizarão.

Além disso, a introdução de um novo material produz rupturas, maiores ou menores, em cadeias produtivas maduras e pode causar a eliminação de outras cadeias. Por isso, é um processo que gera resistências e oposições pessoais e institucionais importantes.

Finalmente, há um enorme desafio exatamente na identificação das áreas em que a nanotecnologia pode ou não gerar resultados. Isso exige um esforço de prospectiva⁵ e de definição de prioridades

que, infelizmente, não é nem familiar nem simpática a muitos pesquisadores brasileiros. Entretanto, as políticas públicas não podem dar precedência aos pequenos interesses individuais ou de grupos, em detrimento dos grandes objetivos nacionais.

3. Recomendações para política de CT&I nos próximos anos

Este autor coordenou um grupo que propôs uma política para a nanotecnologia no Brasil, em 2003⁶, e ainda produziu outros trabalhos, que descrevem detalhadamente suas recomendações para a área. A principal delas é que as atividades de pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia sejam executadas, desde seu início, em um ambiente de interação e cooperação entre pesquisadores de universidades ou centros de pesquisa e empresas. Esta proposta não foi implementada e, de fato, não tem sido, em geral, bem recebida. Algumas pessoas a criticam, usando numerosos argumentos que enfatizam a falta de interesse das empresas em inovação e as dificuldades formais, legais e burocráticas na sua implementação. Outra proposta do mesmo documento foi a descentralização das atividades de nanotecnologia, que também foi muito criticada, alegando-se supostas vantagens de uma centralização de atividades em grupos de “altíssimo nível”.

Uma demonstração da viabilidade de se ter atividades científicas de fronteira em nanotecnologia associadas ao desenvolvimento tecnológico e à inovação está sendo feita na prática pelo Instituto Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Materiais Complexos Funcionais (Inomat), um dos INCT formados em resposta a um edital do MCT.⁷ Este instituto está bastante ligado ao setor químico, que tem no Brasil uma atividade inovadora significativa, faz uma contribuição expressiva ao PIB nacional e conta com importantes empresas de capital brasileiro, algumas delas com atuação multinacional, ao lado de um extenso rol de empresas de portes médio e pequeno.

As atividades do Inomat com empresas são de vários tipos: projetos de P&D conjuntos, licenciamento de propriedade intelectual, consultoria e prestação de serviços. O esforço dedicado a cada um destes tipos de atividades é muito diferente, mas todas elas são tratadas seriamente. A prestação de serviços, que é muitas vezes considerada como sendo uma atividade de pouco valor científico, inadequada para universidades, é tratada muito seriamente no Inomat, porque é muitas vezes o caminho para o conhecimento mútuo e a aproximação entre pesquisadores deste INCT e profissionais ou dirigentes de empresas. Por exemplo, um ensaio de microscopia eletrônica realizado para uma empresa, que produza resultados de alta qualidade e relevantes, e seja feito dentro de prazos e custos razoáveis é uma credencial para que a empresa considere objetivos mais ambiciosos, na sua aproximação com os grupos universitários.

Da mesma forma, as atividades de consultoria não podem ser consideradas como uma via de mão única, na qual o pesquisador universitário simplesmente transfira conhecimento à empresa.

Muito ao contrário, a experiência do autor com consultoria mostra que é um caminho de mão dupla, em que o consultor pode aprender muito, não apenas em termos de conhecimento técnico-científico, mas principalmente quanto à relevância desse conhecimento. Um trabalho de consultoria bem feito contribui em muito para a reflexão sobre as atividades de pesquisa do consultor e também para a sua atividade didática, seja na graduação ou pós-graduação.

As empresas que interagem ou já interagiram com os pesquisadores do Inomat, desde a sua criação, são as seguintes:

- *Consultoria*: Oxiten S/A, Mauá-SP; Celulose Irani S/A, Porto Alegre-RS; Natura Ltda., Cajamar-SP; Laboratório Evidence, Fortaleza-CE; Montana Química S/A, São Paulo-SP; Johnson & Johnson, São José dos Campos-SP.
- *Projetos conjuntos*: Braskem S/A, Salvador-BA; Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda., Itapira-SP; Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE; Embrapa Pesquisa Agropecuária, Rio de Janeiro-RJ; Petrobras S/A, Salvador-BA e Rio de Janeiro-RJ; Souza Cruz S.A./British American Tobacco, Rio de Janeiro-RJ.
- *Licenciamento de propriedade intelectual*: Contech Produtos Biodegradáveis Ltda., Valinhos-SP; Orbys Desenvolvimento de Tecnologia de Materiais Ltda., São Paulo-SP; Bunge Biphor LLC, White Plains, NY-EUA; Bunge Participações, São Paulo-SP; IQT S/A, Taubaté-SP.
- *Serviços eventuais*: Globe Química Ltda., Cosmópolis-SP; Citrosuco S/A, Matão-SP; Araújo Engenharia e Integr. em Equipamentos Ind., Vinhedo-SP; Indaiá Brasil Águas Minerais, Fortaleza-CE; Agripec Química e Farmacêutica, Maracanaú-CE; Cesde – Indústria e Comércio de Eletrodomésticos Ltda., Maranguape-CE; Bracol – Indústria de Couros Ltda., Cascavel-CE; Bermas – Indústria e Comércio Ltda., Maracanaú-CE; Petropar Embalagens S/A, Horizonte-CE; Esmaltec S/A, Maracanaú-CE; Camy Plast Br – Indústria e Comércio de Plásticos Ltda., Fortaleza-CE; Carnaúba do Brasil, Fortaleza-CE; Blausigel – Indústria e Comércio Ltda., Cotia-SP; GEA Niro Soavi Brazil, Campinas-SP.

Esta lista tem aumentado constantemente e evidencia atitudes muito favoráveis à interação entre universidades e empresas. Em muitos casos, essa interação ocorre sem participação significativa de recursos de agências de fomento oficiais, estaduais ou federais, com uma grande dispersão regional: as universidades e empresas participantes estão localizadas nos cinco estados brasileiros em que atua o Inomat: São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Bahia e Ceará. Participam empresas de porte pequeno, médio e grande, tal como nos programas de nanotecnologia de sucesso em outros países.

Há também projetos em execução, dentro da linha de subvenção da Finep, com as seguintes empresas: Dublauto Ind. e Com. Ltda., Bariri-SP, "Incorporação de propriedades da nanotecnologia

em materiais têxteis (palmilhas e forros) para calçados”; Oxiten S/A Indústria e Comércio, Mauá-SP, “Desenvolvimento de catalisador para produção do monômero estireno”; Plaspel Reciclagens Maringá Ltda, Maringá-PR, “Laboratório de Inovação Tecnológica em Macromoléculas (Labitem)”; Petrobras S/A, Rio de Janeiro-RJ, “Desenvolvimento de catalisadores em escala piloto para a reforma de gás natural”. Portanto, o Inomat está demonstrando a viabilidade da criação, execução e manutenção de atividades bastante intensas de CT&I em nanotecnologias no ambiente institucional brasileiro. Isto evidencia que os principais requisitos para a expansão destas atividades são a *atitude* e a *competência* das pessoas envolvidas, mais do que a disponibilidade de recursos governamentais ou as medidas de ordem legal, que de fato têm se mostrado pouco efetivas.

Outra proposta importante e que pode ser implementada rápida e facilmente, a um custo baixíssimo, é que os pesquisadores universitários brasileiros e os estudantes de graduação e pós-graduação pratiquem a leitura de documentos de propriedade intelectual. A falta de um mínimo de atenção às patentes foi denunciada pelo autor como um poderoso mecanismo de transferência de recursos de um país ainda pobre, como o Brasil, para grandes corporações, sem a consciência de que isto esteja ocorrendo.⁸ Trata-se de um grave problema ético, que tem de ser corrigido.

Finalmente, o grande dinamismo da área requer uma atividade constante de acompanhamento, no estilo de observatório. Esta função está sendo executada, mas ainda de forma limitada, pelo LQES News⁹ e pelo boletim Nano em Foco, da ABDI¹⁰, ambos com a participação de membros do Inomat.

Concluindo: a experiência dos últimos dez anos demonstra a viabilidade e o sucesso de atividades de nanotecnologia no Brasil, baseadas em uma estreita cooperação entre universidades e indústrias, realizada de uma forma capilar, distribuída entre numerosos laboratórios, em várias partes do país. A expansão desse modelo poderá contribuir para uma rápida aceleração do impacto das nanotecnologias como veículos portadores de futuro, dispensando complexas mudanças na legislação, tanto quanto recursos especialmente vultosos.

Referências

- GALEMBECK, F. ; Rippel, M. M.; Nanotecnologia: Estratégias Institucionais e de Empresas. In: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. (Org.). Estudos Estratégicos: Nanotecnologia. Brasília, DF: NAE, Presidência da República, 2005, v. 1, p. 6-120.
- GALEMBECK, F.; *Synergy in Food, Fuel and Materials Production, Energy Environ. Sci.*, 2010, 3, 393 – 399.
- BECKER, B.; **Novos** Padrões de Desenvolvimento via Inovação, Conferencia Plenária na 4a. CNCTI, 2010.
- RIPPEL, M. M. e Galembeck, F.; *Nanostructures and Adhesion in Natural Rubber: New Era for a Classic*. J. Braz. Chem. Soc., 20, 1024-1030, 2009.
- GALEMBECK, F. ; Rippel, M. M.; Nanocompósitos poliméricos e nanofármacos: fatos, oportunidades e estratégias. Parcerias Estratégicas (Brasília), Brasil, v. 18, p. 41-60, 2004.
- Programa de Nanotecnologia do PPA 2004-2007 (MCT, 2003).
- www.inomat.iqm.unicamp.br.
- GALEMBECK, F. . *Ethical issues of nanotechnology*. In: *Third Session of the World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology*, 2004, Rio de Janeiro, RJ. Proceedings - COMEST Third Session. Paris : UNESCO, 2003. p. 127-132.
- http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news.html.
- <http://www.abdi.com.br/?q=node/1596>

Materiais avançados 2010-2022

Fernando Rizzo¹

1. Introdução

Um dos aspectos característicos do progresso da civilização humana tem sido sua dependência no desenvolvimento e nas aplicações de novos materiais, o que levou tais materiais a servir como marco temporal de diferentes etapas da evolução das sociedades, desde os primórdios de nossa história. Nas últimas décadas, em grande parte por influência da corrida espacial, a relevância dos materiais no desenvolvimento tecnológico tem aumentado significativamente, tornando-os, em muitos casos, fatores determinantes para a introdução de novas tecnologias e agentes fundamentais do processo de inovação. Uma simples observação de nosso cotidiano revela a importância dos materiais em áreas tão diversas como energia, telecomunicações, saúde, defesa e meio ambiente, entre outras.

Por esse motivo, a realização de estudos prospectivos sobre materiais é uma prática frequente em vários países, como parte da estratégia de definição de políticas de financiamento apropriadas para o desenvolvimento científico e tecnológico de diversos setores.

A constatação da necessidade de que iniciativas desse tipo sejam realizadas no Brasil motivou o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em 2007, a realizar um grande estudo prospectivo sobre materiais avançados que contribuísse para a definição de tópicos com relevância tecnológica a serem priorizados pelas agências de fomento, mas ainda requerendo um significativo

¹ Diretor do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

investimento em pesquisa fundamental. A primeira dificuldade para realizar um estudo dessa natureza foi a escolha dos temas a serem focalizados. A seleção final foi determinada com base no atendimento a um ou mais dos seguintes critérios: i) importância do tema para o desenvolvimento tecnológico de setores específicos que representassem determinantes nacionais ou imperativos globais; ii) potencial futuro de aplicação ou oportunidade de mercado; iii) aproveitamento e agregação de valor a recursos naturais do país; iv) identificação do tema como área portadora de futuro. Com base nesses critérios, foram selecionados oito temas voltados para materiais avançados em: 1) defesa nacional e segurança pública; 2) aplicações em eletrônica, magnetismo e fotônica; 3) energia; 4) atividades espaciais; 5) meio ambiente; 6) recursos naturais minerais e biológicos; 7) saúde médica-odontológica; e 8) tribologia.

O estudo foi desenvolvido em diversas etapas que abrangeram, para cada tema considerado, um panorama da situação atual, uma visão perspectiva e finalmente uma série de recomendações prospectivas, levando em conta dimensões variadas, como: recursos humanos, infraestrutura, marco regulatório, investimento e mercado. Em cada fase do estudo, foram produzidas notas técnicas e, ao final, os resultados principais foram reunidos em uma publicação intitulada **Materiais Avançados 2010-2022**.

Uma descrição sucinta da motivação e dos tópicos tratados em cada tema é apresentada a seguir:

Em **defesa e segurança pública**, o Brasil não pode deixar de se posicionar estrategicamente e de forma categórica, no espectro das possibilidades econômicas e dos compromissos internacionais. Uns poucos programas tecnológicos arrojados na área de defesa poderão tornar-se importante contribuição de forma a gerar diferenciais de capacidades e competências dissuasórias. Tecnologias consolidadas, como soldagem entre metais e cerâmicas, também são gargalos importantes para o setor. Blindagem balística e eletromagnética, materiais metálicos e compósitos especiais, sensores avançados e simulação computacional em ciência e engenharia de materiais são o foco deste trabalho que destaca os segmentos específicos possíveis de superar barreiras econômicas e cerceamentos tecnológicos.

Em **eletrônica**, os materiais avançados estarão no cerne das decisões sobre quais tecnologias são baseadas em princípios físicos fundamentais que, enquanto possibilitem a construção e manufatura de novos dispositivos nanométricos, sejam capazes de permitir a integração de arquiteturas e de operação com a tecnologia atual. Se roteiros estratégicos preveem a evolução da tecnologia de chips CMOS (*complementary metal-oxide-semiconductor*), até pelo menos o ano 2020, por muito tempo após isso deverá permanecer como um componente importante dos dispositivos eletrônicos em uma transição de talvez várias décadas, até que um novo paradigma tecnológico se torne dominante.

Em **magnetismo**, nunca antes a vida das pessoas foi tão significativamente dependente do desenvolvimento de novos materiais com propriedades magnéticas especiais. Em muitos aspectos, a sociedade é dependente de processos automatizados que usam materiais ferromagnéticos em quase todas as atividades essenciais. A capacidade de controlar o crescimento de filmes finos e multicamadas em escala atômica, que se atingiu na área de semicondutores, verifica-se na área de magnetismo. Os novos materiais devem ser aperfeiçoados para evitar agressão ambiental, devem ser limpos e gastar pouca energia. Uma das aplicações mais promissoras é no desenvolvimento de refrigeradores magnetocalóricos, que poupam energia e evitam o uso de substâncias baseados nos clorofluorcarbonos, que destroem a camada de ozônio.

Em **fotônica**, o século 21 vivenciará incomparáveis impactos tecnológicos na sociedade. Isso devido ao amplo leque de produtos inovadores, como em: mostradores (usados em televisores, câmeras fotográficas, telefones celulares); em sensores de alta sensibilidade (para pesquisa científica, monitoramento de ambientes limpos, medicina e diagnóstico e sistemas de segurança); em dispositivos luminescentes e células solares de alta eficiência; em *lasers* industriais para processamento de materiais; e nas tecnologias de informação e comunicação. A biofotônica no Brasil, em particular, fortalecerá seu papel de provedor de alimentos para o mundo.

Em **aplicações espaciais**, os materiais empregados servem às funções de estrutura, propulsão, proteção térmica, sensoriamento e controle da condição operacional dos sistemas de voo. Foguetes de sondagem, veículos lançadores de satélites e satélites para diversas aplicações, todos em atendimento ao Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), e suas dependências em materiais avançados são objeto de recomendações aqui contidas e validadas por instituições oficiais do programa. Os subsídios orbitam uma diretriz institucional do setor que almeja a criação de uma empresa integradora para sistemas espaciais, capaz de reunir e consolidar diversas tecnologias amadurecidas sob forma de produtos inovadores que possam ser utilizados com dualidade de emprego civil e de defesa.

Em **energia**, o aumento da demanda (somado ao crescente apelo por fontes renováveis, eficientes, com emissões de gases de efeito estufa reduzidas e segurança no fornecimento energético) impulsiona o desenvolvimento de tecnologias de geração de eletricidade. São descritas, então, as principais necessidades de desenvolvimento de materiais nas frentes de produção em bi-combustíveis; eletricidade solar; energia nuclear; energia eólica; produção e armazenamento de hidrogênio; e células o combustível. Alguns destaques vão para fabricação de filmes e de camadas finas; desenvolvimento de ligas metálicas especiais; desenvolvimento de materiais cerâmicos estruturais; cerâmicas elétricas; materiais refratários; catalisadores resistentes a desativação; compósitos estruturais reforçados com fibras; materiais para separação; combustíveis nucleares e semicondutores.

Em **meio ambiente**, o Brasil poderá exibir nas próximas décadas um caráter de âncora tecnológica e contribuir em escala mundial na remediação de uma série de problemas do planeta, seja em decorrência de causas naturais, seja por efeitos antropogênicos, tais como: mudanças climáticas, elevação do nível do mar, presença de poluição atmosférica, extinção de espécies animais e vegetais, acidificação dos oceanos, destruição da camada de ozônio, degradação dos solos, chuva ácida, destruição de habitats, superexploração de recursos hídricos, contaminações por produtos químicos perigosos, contaminação microbiológica e derramamentos de hidrocarbonetos. Tais problemas ao mesmo tempo requerem investimentos no desenvolvimento e na produção de materiais e tecnologias de materiais e também representam grandes oportunidades de investimentos pelo governo e pelo empresariado.

Em **recursos naturais minerais e biológicos**, os recentes desenvolvimentos científicos e tecnológicos têm criado um elevado número de oportunidades de criação de materiais avançados. Essas oportunidades respondem positivamente à necessidade de transição da economia atualmente baseada em matérias-primas e combustíveis fósseis para uma economia caracterizada pelo desenvolvimento sustentável e de baixo uso de carbono, que contribua para a mitigação das emissões de poluentes e, portanto, para a minimização das mesmas contribuições antrópicas já citadas. Com base em matérias-primas abundantes ou renováveis, o leitor será norteado pelas importâncias de tópicos tecnológicos, tais como: caracterização de materiais avançados e de suas fontes naturais; rotas alternativas para produção de insumos básicos para fertilizantes; produção de materiais agroquímicos avançados; reaproveitamento de rejeitos da atividade mineral e do agronegócio, como insumos para produção de materiais avançados; e outros.

Em **saúde médica-odontológica**, a política de desenvolvimento produtivo vigente, que dá sustentabilidade ao ciclo de expansão econômica, abriga metas como a redução do déficit comercial do Complexo Industrial da Saúde para US\$ 4,4 bilhões até 2013 e desenvolvimento de tecnologias para produção local de 20 produtos estratégicos para o Sistema Único de Saúde até 2013. Destaques são dados às tecnologias de materiais, servindo, portanto, aos implantes ortopédicos; próteses endovasculares; materiais dentários; nanoestruturas para diagnóstico e tratamento de doenças; materiais carreadores para sistemas de liberação controlada; e materiais para engenharia tecidual. Cruciais para o desenvolvimento de qualquer setor, as ações institucionais a serem efetivadas nessa e nas demais áreas de materiais incluem a formação de recursos humanos, que devem incluir especializações e cursos técnicos em *scale-up* e em gestão tecnológica.

Em **tribologia**, uma área multidisciplinar (de grande interesse industrial quanto ao domínio científico e tecnológico dos fenômenos inerentes aos movimentos relativos de superfícies), as perdas econômicas e o impacto ambiental pelo efeito negativo dos atritos e desgastes chamam atenção nas estatísticas. Cerca de 1% a 6% do produto interno bruto de países desenvolvidos são desperdiçados no desgaste tribológico. 20% dessas perdas podem ser evitadas com aplicação do

conhecimento já existente em desgaste, atrito e lubrificação. O relato dos especialistas aponta para a necessidade de se implementar programas estáveis de formação de recursos humanos em tribologia com o estabelecimento de metas a serem cumpridas pelos grupos acadêmicos que operam em rede de alcance nacional.

2. Recomendações

As seguintes recomendações gerais são apresentadas para o fortalecimento do setor de materiais em áreas relevantes, com significativo impacto no desenvolvimento sustentável do país:

- Definição de programas de grande porte em materiais avançados sobre temas prioritários para setores estratégicos, com envolvimento da indústria e do governo, evitando pulverização de recursos;
- Investimento em infraestrutura de grandes laboratórios nacionais para pesquisa na fronteira do conhecimento;
- Criação de redes temáticas em áreas portadoras de futuro com metas de curto, médio e longo prazo.

Referências

Vision 2020, Materials Technology Roadmap, American Chemical Society, 2000.

Materials Foresight Panel, Mapping out the future for the road ahead, Institute of Materials, Minerals and Mining, UK, 2006.

Steel Industry Technology Roadmap, American Iron and Steel Institute, 2003.

International Technology Roadmap for Semiconductors, IRC, 2010.

Materials for Life Cycle, EUMAT, Belgium, 2006.

Nanoroad, Roadmap Report Concerning the Use of Nanomaterials in the Aeronautics Sector, EC, 2006.

Materiais Avançados 2010-2022, CGEE, 2010.

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Microeletrônica

Relatório da sessão “Microeletrônica”

Jacobus W. Swart¹

1. Pesquisa, desenvolvimento e inovação em microeletrônica

1.1. Introdução

Os participantes da Sessão Temática de Microeletrônica foram os seguintes:

Jacobus W. Swart	Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI/MCT	Coordenador/ Apresentador
Nilton Itiro Morimoto	Presidente da Sociedade Brasileira de Microeletrônica e Professor da Escola Politécnica/Universidade de São Paulo	Apresentador
Armando Gomes Júnior	Freescale	Apresentador
Henrique de Oliveira Miguel	Secretaria de Política de Informática/MCT	Relator/Apresentador

Todos os palestrantes foram orientados previamente para que apresentassem um panorama geral da área de microeletrônica no mundo e no Brasil, uma avaliação sobre o cenário brasileiro atual e, por fim, um conjunto de propostas e recomendações para os próximos anos.

Dessa forma, os palestrantes apresentaram panoramas, avaliações, recomendações e propostas com foco no desenvolvimento científico, tecnológico, industrial e política pública industrial e tecnológica.

¹ Diretor do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI).

De forma geral, todos concordaram que a necessidade de o país dispor, em bases competitivas e inovadoras, de uma indústria de semicondutores entrou definitivamente na agenda das políticas públicas nos últimos anos, tendo como fundamento o Programa Nacional de Microeletrônica, de dezembro de 2002, do Ministério de Ciência e Tecnologia, e o estudo Estratégias para Uma Indústria de Circuitos Integrados no Brasil, de março de 2004, do BNDES.

Em 2004, a área de semicondutores foi considerada uma prioridade estratégica pela Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE). Em 2007, acrescentou-se a essa prioridade a tecnologia de dispositivos optoeletrônicos, com foco nos mostradores de informação (*displays*). Um novo conjunto de medidas e propostas passou a integrar, então, o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional 2007-2010 (PACTI) e o Programa Mobilizador de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), lançada em maio de 2008.

Nas análises e estudos realizados nos últimos anos, foram identificadas diversas condições e justificativas que explicam a importância da implantação da indústria de semicondutores no país aliada ao crescimento das atividades de pesquisa e desenvolvimento. As principais são as seguintes:

- O seu *caráter estratégico*, em razão de que os dispositivos semicondutores são os principais componentes responsáveis pela inovação, tecnologia e funcionalidade dos diversos produtos não só do complexo eletrônico, como de praticamente de todas as outras áreas estratégicas, considerando-se que todas necessitam de algum tipo de controle, monitoramento, sensoramento, eletrônico para melhorar a sensibilidade, seletividade, enfim, a qualidade da medida;
- A sua *relevância econômica*, com vendas mundiais que passaram de US\$ 26 bilhões em 1986 para US\$ 256 bilhões em 2008, com crescimento médio superior a 10% ao ano, segundo dados da *World Semiconductor Trade Statistics (WSTS)*;
- A *desverticalização tecnológica e desconcentração do investimento*, com a desintegração das atividades de produção e o surgimento de novos modelos de negócios, levando à desconcentração territorial da indústria — originalmente concentrada nos EUA, na Europa e no Japão — com o surgimento de novos atores como a Coreia do Sul, Taiwan, Malásia, Cingapura e, mais recentemente, a China. A participação dos países da Ásia/Pacífico era de 7% em 1986 e atingiu 49% em 2008;
- O surgimento de *nichos de mercado e novos modelos*, tendo em vista que a tecnologia de produção de semicondutores possibilita hoje criar circuitos inteiros em um único componente (o circuito integrado), com centenas, milhares e até milhões de outros componentes, digitais e analógicos, com componentes passivos e mesmo microcomponentes eletromecânicos. Assim, novas e mais complexas funções são integradas em um único

componente. A evolução se apresenta, por exemplo, nos componentes chamados SOC (*system on chip*), o que permite a existência de nichos de mercado relevantes, especialmente favoráveis ao ingresso de países retardatários, como o Brasil.

Adicionalmente, observou-se que, no final dos anos 1980, havia 23 empresas atuando no setor de semicondutores no Brasil, enquanto que atualmente tanto as atividades de pesquisa e desenvolvimento como as atividades industriais foram reduzidas significativamente. As exportações brasileiras de componentes semicondutores, em geral de baixa complexidade, passaram de US\$ 50 milhões em 2000 para US\$ 57 milhões em 2009. As importações, por sua vez, passaram de US\$ 2 bilhões em 2000 para US\$ 3,2 bilhões em 2009. Assim, o *déficit* brasileiro em componentes semicondutores tem crescido tanto em decorrência da pequena produção nacional quanto do aumento no uso de componentes integrados nos equipamentos e produtos, principalmente os circuitos integrados do tipo microprocessadores, memórias, microcontroladores, etc.

As principais ações e medidas do PACTI e da PDP visaram então formar e capacitar recursos humanos em microeletrônica, apoiar a criação de empresas de projeto de circuitos integrados, estabelecer um marco regulatório que incentive investimentos nesta área e a mais relevante ação do governo federal: a criação e a implantação da empresa pública federal denominada Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada S.A. (Ceitec), vinculada ao MCT.

No cenário internacional, a pesquisa e as inovações na área de semicondutores e tecnologias afins têm passado por alterações e mudanças aceleradas, gerando impactos em novas tecnologias, produtos e modelos de negócios. As novas tecnologias tornaram-se extremamente complexas, de alto custo e risco, assim como o setor produtivo, onde se nota uma grande concentração e fusão de empresas dedicadas à difusão dos *wafers* (*foundries*). Também as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação estão sendo desenvolvidas em grandes centros, localizados na Europa (Bélgica, França e Alemanha), Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul e Formosa (Taiwan).

As empresas do setor estão se recuperando da crise iniciada em 2008, mas observa-se: (i) uma concentração de empresas de fabricação (difusão), (ii) opção por terceirização de etapas produtivas e (iii) manutenção de investimentos nos centros já consolidados – Europa, Estados Unidos e Ásia. Alguns dos recentes e mais significativos movimentos dessa indústria foram o crescimento das *fabless* e das empresas especializadas nas atividades de *back-end*.

Ou seja, o cenário nacional e internacional é extremamente desafiador. Mas para apoiar o ressurgimento dessa indústria no Brasil e ao mesmo tempo criar um ambiente sustentável, significativos investimentos em ciência, tecnologia e inovação serão necessários. As ações deverão concentrar-se nas seguintes diretrizes: formação e capacitação de recursos humanos, ampliação e modernização da infraestrutura de P&D, políticas públicas de fomento e financiamento à pesquisa e às atividades industriais.

2. Desafios para o Brasil no campo da pesquisa, desenvolvimento e inovação em microeletrônica

A primeira apresentação do painel abordou os aspectos tecnológicos da área de microeletrônica e foi proferida pelo professor Jacobus W. Swart.

Na sua visão, estamos vivendo a era do silício, sendo a microeletrônica um dos alicerces da tecnologia da informação e comunicação da atual sociedade da informação. Os componentes eletrônicos são a base para as inovações desde os anos 50 do século XX até a sociedade interconectada que já vivemos hoje.

Assim, a sociedade da informação é caracterizada pelo grande número de produtos que são colocados à sua disposição, como microcomputadores portáteis, celulares, equipamentos de acesso à Internet, comunicação sem fio com grandes velocidades de comunicação e de capacidade de transmissão de dados, além da crescente digitalização da informação, mídias, convergência digital, etc.

A crescente integração dos componentes eletrônicos e de sua capacidade de processamento e de comunicação encontrou uso e aplicações também cada vez mais poderosas e diversificadas. Ao mesmo tempo, mais se exigiram dos laboratórios e centros de P&D que antecipam as tecnologias dos componentes, tanto dos processos de fabricação dos circuitos integrados quanto no seu uso para aplicações integradas com outras tecnologias.

Alguns exemplos do uso crescente dos circuitos integrados foram apresentados: uso de sistemas inteligentes em veículos, minikits de diagnósticos, próteses biônicas, sensores para monitoramento de pacientes, geração de energia fotovoltaica, diodos emissores de luz baseados em semicondutores orgânicos e inorgânicos em substituição às lâmpadas convencionais e outros que serão importantes para a sociedade moderna, pois deverão reduzir o consumo de energia e também gerar energia limpa e menos poluente. Resumindo, a importância da microeletrônica deve-se aos seguintes fatores:

- Encontra aplicação e uso nas mais diversas áreas do conhecimento;
- Os semicondutores são chaves para a criação e o desenvolvimento de produtos inovativos e estão na base das mais diversas indústrias modernas.

Por outro lado, a situação atual brasileira, em que a quase totalidade dos circuitos integrados são importados, resultaram em quatro pontos principais:

- Balança comercial negativa;

- Dependência de produtos importados, requerendo-se licença do país produtor na exportação de produtos brasileiros para alguns países considerados sensíveis;
- Restrições e dificuldades para importação de componentes semicondutores destinados a programas estratégicos, como o desenvolvimento de satélites, programa nuclear, exploração de petróleo, processamento de alto desempenho e outros;
- Autonomia tecnológica e industrial restritas.

Em relação aos institutos de P&D com atividades na área de microeletrônica e áreas afins, há no país os seguintes centros:

- CTI – projeto, MEMS, empacotamento, teste, *displays* e painel fotovoltaico;
- INPE – sensores e materiais;
- LNLS – MEMS e nanotecnologia;
- IPT – MEMS/Microfluídica;
- CETEC/RS – Silício e painel fotovoltaico;
- CEITEC/MCT – projeto de circuitos integrados e processamento físico-químico de lâminas de silício;
- 12 centros de projeto de circuitos integrados do Programa CI-Brasil.

Uma estimativa dos recursos humanos envolvidos na área de microeletrônica nos centros públicos federais acima mencionados é inferior a 500 pessoas. Em grandes laboratórios e centros de pesquisa mundiais, como o IMEC, na Bélgica, e o LETI, na França, existem mais de 3.000 pesquisadores atuando em microeletrônica. O quadro de pesquisadores brasileiros de uma forma geral é inferior a países líderes no setor de tecnologia da informação e comunicação e comparativamente menor ainda no caso de pesquisadores dedicados a essa área.

Os desafios para o país nos próximos quatro anos foram identificados em cinco itens:

- Ampliar a formação de recursos humanos e atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação;
- Inovar em componentes para novas aplicações – agricultura, meio ambiente, saúde, educação, entretenimento, energia, telemetria, transporte, TIC verde etc.;
- Aumentar a interação dos centros de P&D com a indústria e a criação de *spin-offs*;
- Organizar a cadeia da propriedade intelectual;
- Realizar planejamento estratégico de médio e longo prazo.

As recomendações e metas propostas para os quatro próximos anos foram as seguintes:

- Priorizar PD&I nos seguintes temas – MEMS, sensores, encapsulamento e teste de dispositivos eletrônicos (*back-end*) e integração de sistemas, projeto de circuitos integrados, LED e OLED, eletrônica orgânica, fotovoltaico, TIC verde; aplicações em redes de sensores, energia, saúde, instrumentação, telemetria, educação e entretenimento;
- Criar observatórios tecnológicos;
- Incentivar a inovação e a aplicação de TI em setores estratégicos e áreas prioritárias da PDP;
- Estimular a produção de silício com valor agregado no Brasil, tanto em grau eletrônico quanto em grau solar e de lâminas (*wafers*);
- Ampliar o aporte de recursos do FNDCT para centros de P&D aplicados a indústria;
- Aperfeiçoar o modelo de gestão do FNDCT, visando estabelecer programa e ações de longo prazo – programas plurianuais, integração de mecanismos de apoio (crédito, subvenção, bolsas, capital de risco e outros); criar novos modelos de operação da subvenção econômica à inovação prevista na Lei de Inovação/Lei do Bem para apoiar demandas estratégicas de P&D, excluindo o P&D da Lei de Licitações (Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993), maior flexibilidade de contratação de recursos humanos para P&D, isenção do ICMS e outras medidas similares;
- Multiplicar por pelo menos 4 vezes as equipes de PD&I dos centros e laboratórios, priorizando áreas estratégicas;
- Ampliar e modernizar os laboratórios de micro e nanofabricação, projeto e aplicações, incluindo um grande centro nacional;
- Fortalecer o Programa CI-Brasil, com suporte continuado aos centros de projeto, visando à sua sustentabilidade;
- Formar 1 mil projetistas de circuitos integrados e 250 especialistas em processo de fabricação de componentes eletrônicos.

O segundo painelistas, professor Nilton Morimoto, apresentou um foco mais científico para a área de microeletrônica.

Além dos aspectos já apresentados anteriormente, relativos à importância da microeletrônica, considerada elemento base de todo o desenvolvimento tecnológico presente em todos os setores da economia moderna, acrescentou que as palavras-chave do setor de TIC para os próximos quatro anos serão **conectividade** e **interoperabilidade** (de sistemas, de funções e de equipamentos). Neste período, os dispositivos e componentes continuarão baseados no silício, principal elemento tecnológico, utilizarão cada vez mais tecnologias ópticas de transmissão, haverá

o desenvolvimento e o uso de sistemas BIO e NANO, ampliando os sistemas pervassivos e a interação homem-máquina e, ainda, se prevê o aumento dos sistemas de controle de processos, baseados em sensores inteligentes.

Para os próximos dez anos, a palavra-chave será **ubiquidade da informação**, entendida como a propriedade ou estado de ubíquo ou onipresente, ubiquação, onipresença de sistemas, de funções e de equipamentos. Os dispositivos e componentes continuarão a ser baseados no silício, as tecnologias ópticas de transmissão serão dominantes, haverá o desenvolvimento de dispositivos e componentes baseados em fenômenos quânticos/ópticos, o uso de sistemas BIO e NANO, ou seja, dos sistemas pervassivos e a interação homem-máquina se consolidarão e continuará o crescimento do uso dos sistemas de controle de processos, baseados em sensores inteligentes.

Em diversos outros setores em que se preveem novas tendências tecnológicas, a microeletrônica baseada em silício estará e continuará presente. As tecnologias baseadas em produtos e processos utilizados na microeletrônica continuarão a gerar inovações.

Para acompanhar a verdadeira revolução científica, tecnológica e industrial, o Brasil precisa fomentar a formação de recursos desde o ensino técnico, passando pela graduação em ciências (física, química, biologia, computação) e engenharias, além de ampliar a pós-graduação. Será necessário também estimular o interesse dos alunos desde o ensino básico para as áreas de ciência e tecnologia. Foram apresentadas diversas propostas, como aumento do número de vagas na graduação, estabelecendo cursos noturnos e em novas unidades da federação, estimular a criação de centros de P&D em empresas, fortalecer os centros de P&D governamentais, fortalecer/criar centros de P&D privados e fomentar a execução de projetos de bens finais por empresas no Brasil, tanto por empresas nacionais quanto multinacionais, em produtos para nichos de mercado ou para aplicações específicas para o mercado brasileiro, mas com possibilidade de exportação para países com sociedade e economia similares à brasileira.

Especificamente em microeletrônica, foram apresentadas iniciativas como o Programa ICDSW, que visa à modernização da infraestrutura tecnológica das instituições de ensino e pesquisa, por meio da atualização de *software* e ferramentas de projeto de circuitos integrados em uso nas instituições de ensino brasileiras. Outra importante iniciativa é o Programa Nacional de Microeletrônica, que objetiva apoiar e promover a consolidação dos programas de pós-graduação, por meio da implementação de bolsas de mestrado e doutorado para linhas de pesquisa ligadas à área de microeletrônica, desenvolvimento de *IP-cores* e formação e capacitação de recursos humanos em projeto de circuitos integrados; criação de dois centros de treinamento de projetistas de circuitos integrados em Porto Alegre e em Campinas; Programa Brasil-IP, que visa desenvolver *IP-cores* e formar recursos humanos capacitados a projetar circuitos integrados, sendo destinado a alunos de graduação. Ainda para alunos de graduação, será criado o programa FPGA para Todos.

Os desafios e as recomendações apresentadas, todas consistentes com as anteriores, foram as seguintes:

- Disseminar o conhecimento da microeletrônica nas pequenas e médias empresas;
- Estimular o uso/desenvolvimento de tecnologia “nacional”;
- Estimular a criação/modernização/ampliação de centros de P&D em empresas;
- Estimular a cooperação entre empresas e com centros/grupos de pesquisa;
- Fomentar/modernizar os laboratórios/centros de pesquisa e desenvolvimento, públicos e privados (fundações e associações), em processos de micro e nano: eletrônica e sistemas; materiais; física; química; computação; bio (ciências, química, física, etc.); etc.;
- Fomentar as *IC Design Houses* que atuam na área de pesquisa em projetos de sistemas eletrônicos (incluindo CI);
- Fomentar o treinamento de recursos humanos qualificados para atuarem nos laboratórios de pesquisa e nas DH para que estes adquiram conhecimento e experiência na execução de projetos industriais.

O terceiro painelistas, representante da empresa americana *Freescall*, focou os aspectos relacionados à indústria de semicondutores. A sua apresentação analisou o momento atual da indústria de semicondutores, que fatura mais de US\$ 200 bilhões/ano. Essa indústria está em permanente e contínua evolução; novos cenários, modos de operação e modelos de negócios desafiam os grandes *players*, apesar das ameaças, existem também oportunidades.

Na sua visão, as indústrias de semicondutores entendem que hoje o grande desafio não se resume somente a como “colocar” mais transistores em um *chip* e sim o que fazer com 0,5 bilhão de transistores. Outra tendência observada é a crescente especialização da indústria, considerando que as fábricas tornaram-se muito caras, da ordem de bilhões de dólares, e justificam-se somente para alto volume de produção. Em consequência, algumas empresas especializaram-se exclusivamente na fabricação de circuitos integrados (*foundries*). O uso cada vez mais intenso dos serviços prestados pelas *foundries* levará à consolidação em megafábricas mundiais. As exceções ficarão por conta de tecnologias especiais e de nichos de mercado.

Uma vez que as *foundries* encarregam-se da produção, as demais empresas do setor focam nas atividades de projeto, teste, aplicações e vendas, tornando-se total ou progressivamente em empresas *fab-less*. As empresas que seguem este modelo identificam a necessidade do mercado, especificam, desenvolvem e vendem os seus *chips* para os fabricantes de equipamentos, seus clientes finais. Logo, as barreiras de entrada para novas empresas de semicondutores diminuiram, em decorrência da atuação das *foundries*, uma vez que se exige um menor capital para iniciar uma

empresa. Assim, o número de empresas *fab-less* cresce, e o faturamento dessas empresas também assume proporções significativas. Neste segmento, a tendência de consolidação é baixa. Note-se também que as *foundries* estão prestando serviços também para grandes e tradicionais empresas de semicondutores.

Observa-se também no cenário internacional o crescimento de empresas especialistas, substituindo o modelo tradicional de empresas que fabricavam todos os componentes semicondutores, do diodo ao microprocessador. A competição em todo e qualquer segmento tornou-se muito difícil, senão impossível. A tendência é o crescimento e o domínio de empresas especialistas em famílias de componentes e o surgimento de fornecedores de blocos e módulos reutilizáveis de projeto, os denominados *IP-providers*.

Para confirmar as alterações dos últimos anos, apresentou a lista dos principais fabricantes em 1996 e em 2009. A Intel continua líder mundial. Os fabricantes de memória cresceram e estão em segundo lugar. Os fabricantes coreanos se consolidaram e duas empresas americanas *fab-less* estão entre as 15 maiores – Qualcomm e Broadcom.

Considerando o contexto atual e para os próximos anos para essa indústria no cenário internacional, bem como as medidas em andamento no Brasil, foram apresentadas as seguintes recomendações:

- Manter o programa de formação de projetistas de CI (CI-Brasil);
- Estimular a criação e expansão de *Design Houses*, as 17 já criadas são sementes para as futuras *Fab-less* e *IP Providers*;
- Atrair novos centros de *design* de empresas multinacionais de CI (adensamento do capital humano);
- Apoiar a pesquisa básica para diferenciação de segmento das *Design Houses*;
- Estimular a transição das *Design Houses* que forem competitivas para *Fab-less*;

O último painelistas apresentou uma visão geral da legislação vigente e os programas estratégicos de apoio ao setor de microeletrônica, abrangendo a Lei de Informática e o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (Padis). Os programas estratégicos específicos para a área de microeletrônica estão contemplados no Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional PACTI 2007-2010 e na Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP).

A Lei de Informática, ou melhor, a Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação e dá outras providências. Esta Lei

estabelece que as empresas que realizem atividades de desenvolvimento ou produção de bens e serviços de informática e automação no Brasil e que investirem em atividades de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia da informação farão jus, até 31.12.2019, à redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) em percentuais variáveis estabelecidos no art. 4º da Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.176, de 11 de janeiro de 2001, e pela Lei nº 11.077, de 30 de dezembro de 2004.

Os produtos considerados bens e serviços de informática e automação que podem beneficiar-se dos incentivos da Lei de Informática são aqueles descritos no art. 2º do Decreto nº 5.906, de 26 de setembro de 2006, e relacionados no Anexo I do Decreto nº 5.906, com a redação dada pelo art. 1º do Decreto nº 7.010, de 16 de novembro de 2009. Observa-se que os componentes semicondutores, bem como os optoeletrônicos e mesmo alguns componentes passivos podem receber esses incentivos. No entanto, não há nenhuma empresa fabricante de semicondutores beneficiada com o incentivo da Lei de Informática.

Essa constatação, combinada com o fato de que o segmento de semicondutores no Brasil conta hoje com apenas uma fábrica de encapsulamento de memórias SDRAM, duas de semicondutores discretos (componentes isolados, não circuitos integrados, tais como diodos, transistores etc., utilizados, por exemplo, na fabricação de fontes de alimentação) e uma empresa de projeto de circuitos integrados pertencente a uma empresa multinacional, mostra claramente o esforço que o país precisou e precisará realizar para criar e desenvolver um ecossistema microeletrônico no Brasil.

A partir dessa constatação e de estudos realizados no governo federal, optou-se por estabelecer um conjunto de incentivos e benefícios específicos para a área de microeletrônica. Foi então criado o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (Padis), instituído pela Lei nº 11.484, de 31 de maio de 2007, e regulamentado pelo Decreto nº 6.233, de 11 de outubro de 2007, que concede incentivos e benefícios com o objetivo primordial de atrair investimentos produtivos para o Brasil, seja na área de projeto, seja nas etapas de fabricação de circuitos integrados propriamente ditas. O Padis permite a desoneração de investimentos em ativo fixo das empresas, com a redução a zero das alíquotas da contribuição para o PIS/Pasep, da Cofins e do IPI, concedendo também a isenção de imposto de renda (IR) e de tributos incidentes sobre a produção e a comercialização de circuitos integrados e demais componentes semicondutores.

Pode se habilitar ao Padis pessoa jurídica que realize investimento em pesquisa e desenvolvimento no valor correspondente a 5% (cinco por cento) do seu faturamento bruto no mercado interno, deduzidos os impostos incidentes na comercialização e o valor das aquisições de produtos incentivados, e que exerça isoladamente ou em conjunto as seguintes atividades:

I – eletrônicos semicondutores classificados nas posições 85.41 e 85.42 da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), as atividades de:

- a) concepção, desenvolvimento e projeto (*design*);
- b) difusão ou processamento físico-químico; ou
- c) encapsulamento e teste.

II – mostradores de informação (*displays*), as atividades de:

- a) concepção, desenvolvimento e projeto (*design*);
- b) fabricação dos elementos fotossensíveis, foto ou eletroluminescentes e emissores de luz; ou
- c) montagem final do mostrador e testes elétricos e ópticos.

Com esta nova legislação, espera-se atrair novos investimentos em pesquisa e desenvolvimento e também em atividades de projeto e fabricação de componentes e dispositivos semicondutores.

Em relação aos programas de apoio à área de semicondutores, foi apresentado resumidamente o Programa Nacional de Microeletrônica (PNM), criado a partir de 2002. O PNM é um programa nacional, considerado prioritário no âmbito da Lei de Informática, que visa prioritariamente formar e capacitar recursos humanos. Foram então concedidas anualmente bolsas de pós-graduação do CNPq para cursos de microeletrônica e tecnologias afins. Também foi estabelecido um programa de implementação de centros de projetos (*design houses*) de dispositivos semicondutores, o *CI-Brasil*.

A partir de junho de 2005, foi criado o Programa CI-Brasil, que estabeleceu no país, até 2008, sete centros de projeto de circuitos integrados (*design houses*): Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada (Ceitec) (Associação Civil); Centro de Pesquisa Renato Archer (CTI); Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI-TEC); Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus (CT-PIM); Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (Cesar); Laboratório para Integração de Circuitos e Sistemas (LINCS); Centro para Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene) e Centro de Pesquisas Avançadas Wernher von Braun. Estes centros receberam recursos para aquisição da infraestrutura de equipamentos, licenças de uso para as ferramentas de projetos de circuitos integrados (*Electronic Design Automation – EDA*) e também bolsas para os projetistas de circuitos integrados. Em 2010, o país já conta com 18 *design houses* estabelecidas, as quais, no entanto, precisam tornar-se competitivas, autossustentáveis e inseridas na cadeia global.

Para apoiar as ações das *design houses*, foi elaborado um programa de treinamento e capacitação de projetistas de circuitos integrados, prevendo, inicialmente, capacitar até 2010 cerca de 1.000 projetistas nos quatro centros de treinamento a serem implantados. Em função da crise econômica de 2008, houve uma redução no número de projetistas e no número de centros de projeto: foram formados, até o final de 2009, 340 projetistas nos dois centros de treinamento: CT 1 em Porto Alegre e o CT 2 em Campinas.

Outra importante ação foi a criação da empresa Ceitec S.A., criada em 10 de novembro de 2008, instalada em um complexo de 14.600 m², com 5,6 ha de área construída, na cidade de Porto Alegre (RS). A empresa tem como finalidade precípua o projeto e a fabricação de circuitos integrados e como missão principal o desenvolvimento do segmento de semicondutores, capacitando o Brasil com conhecimento tecnológico e recursos humanos qualificados na área. A Ceitec possui duas unidades principais, um centro de pesquisa e desenvolvimento, inaugurado em 27 de março de 2009, e uma unidade fabril, inaugurada em 5 de fevereiro de 2010.

A Ceitec é a única fábrica comercial de circuitos integrados de aplicação específica (ASIC) no país e na América do Sul, tem o domínio da tecnologia para realizar a especificação, projeto, construção, instalação e operação de equipamentos de fabricação de lâminas em sala limpa classe 100 (com 800 m²), com tecnologia CMOS. Essa tecnologia utilizada na fabricação de semicondutores é extremamente complexa, seja para a sua operação e manutenção, seja pela necessidade de instalações de alto custo, existentes somente em poucos países.

O foco de atuação da Ceitec S.A. compreende três segmentos de produtos e tecnologias: RFID - identificação por radiofrequência (ex: rastreabilidade animal e veicular, etiquetas eletrônicas); comunicação sem fio (ex: WIFI, WIMAX); multimídias digitais: moduladores e demoduladores (ex: TV digital, rádio digital).

O volume de investimentos aportados pelo governo federal neste empreendimento é de cerca de R\$ 450 milhões, demonstrando o empenho do governo na viabilização de uma indústria de semicondutores no país.

Em 2010, o centro de pesquisa e desenvolvimento da Ceitec terá 120 engenheiros, incluindo mestres, doutores, engenheiros com larga experiência na indústria de semicondutores e engenheiros recém-formados. Além desses, a fábrica deverá empregar cerca de 40 profissionais altamente especializados. Com esta equipe técnica, a Ceitec S.A. projetará e colocará no mercado produtos de ponta na área de semicondutores, capazes de competir nacional e internacionalmente, criando uma massa crítica em desenvolvimento de alta tecnologia.

O *déficit* comercial e tecnológico crescentes e o potencial de inovação que os semicondutores e os mostradores de informação (*displays*) representam tornaram essas áreas prioritárias, além de no PACTI, também na PDP.

O Subprograma Microeletrônica, integrante do Programa Mobilizador Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) da PDP, tem como objetivo principal ampliar a produção local e as exportações de componentes microeletrônicos. Suas metas são implantar duas empresas de fabricação de circuitos integrados (ou MEMS), envolvendo a etapa de *front end*, e elevar o número de *design houses* do programa CI Brasil de sete para 14, fortalecendo sua atuação. Além disso, os desafios para o futuro são implantar empresas brasileiras de base tecnológica e converter o Brasil em plataforma de exportação para grandes *players* internacionais.

O Subprograma Displays, também integrante do Programa Mobilizador Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) da PDP, tem como objetivo fomentar o desenvolvimento tecnológico e produção locais em *displays* e seus componentes. Para tanto, estão sendo tomadas medidas para a modernização da infraestrutura tecnológica, como o fortalecimento e a capitalização do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI). Também estão sendo desenvolvidas atividades para identificar “janelas de oportunidades” para a entrada de empresas brasileiras em tecnologias emergentes de *displays*.

Para cumprir as metas dos subprogramas Microeletrônica e *Displays* da PDP, foram estabelecidas ações e medidas que visam aliar os instrumentos e mecanismos de atração de investimentos do PADIS com os existentes nos demais órgãos de governo afetos ao assunto: MCT, MDIC, MF, BNDES, ABDI e Apex-Brasil. Assim, foi proposto pela PDP e estão sendo implementados o Programa de Atração de Investimentos em Microeletrônica (PAIEM) e o Programa de Atração de Investimentos em Displays (PAIED), nos quais foram definidas as estratégias e empresas a serem contatadas. Missões coordenadas pela APEX foram realizadas em 2009 na Ásia e para 2010 estão programadas mais duas missões: Europa e Estados Unidos.

As recomendações apresentadas para os próximos anos neste painel foram as seguintes:

- Formar e capacitar recursos humanos para os diferentes elos da cadeia de P&D, projeto e produção de componentes;
- Desenvolver e transferir tecnologia;
- Realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento em cooperação com empresas e ICT;
- Executar serviços científicos e tecnológicos;
- Ampliar os investimentos em PD&I e produção;

- Identificar os novos ambientes e modelos de negócios;
- Participar de projetos governamentais estruturantes e de aplicações estratégicas;
- Apoiar a criação de normas brasileiras;
- Buscar inserção internacional;
- Estabelecer políticas públicas continuadas, estáveis e de médio/longo prazo com contrapartidas, metas, gestão e acompanhamento;
- Apoiar/fomentar a PD&I em áreas estratégicas;
- Utilizar o poder de compra e o poder regulador do Estado;
- Definir programas/projetos governamentais estruturantes e em áreas/aplicações estratégicas;
- Promover investimentos, financiamento e a cooperação internacional.

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

Desafios para o desenvolvimento das TICs no Brasil

Claudio Aparecido Violato¹ & Claudio de Almeida Loural

1. Cenário atual

Inicialmente, apresenta-se uma rápida caracterização das Tecnologias de Informação e de Comunicação (TIC) nos dias de hoje.

Parte-se da constatação de que as TIC são, certamente, um dos motores do desenvolvimento mundial nas últimas décadas, seja porque elas em si constituem um importante e dinâmico setor da economia, seja porque constituem a base sobre a qual são desenvolvidas quase todas as atividades das sociedades modernas.

As TIC experimentaram um enorme desenvolvimento nos últimos 30 a 40 anos, a partir da digitalização da infraestrutura e dos serviços de telecomunicações, um processo que promoveu uma íntima aproximação dos mundos das telecomunicações e da informática, alterando profundamente a cultura tradicional das telecomunicações e transbordando seus efeitos para várias outras áreas da atividade econômica.

Esse impacto já fora, de alguma maneira, intuído, ainda nos anos 1970, quando os franceses apresentaram um famoso estudo sobre a informatização da sociedade, que apontava para o desenvolvimento proporcionado pelo processamento da informação e para a existência das redes que promoveriam a difusão da informação e seu impacto de caráter global.

Quando se observa como se deu esse desenvolvimento, verifica-se que a ciência e a tecnologia tiveram uma contribuição mútua, com a ciência gerando novas tecnologias e as tecnologias

¹ Diretor de Tecnologia da Fundação CPqD.

estimulando e viabilizando novos desenvolvimentos científicos, bastante marcadas pelas questões das aplicações, num paradigma, podemos dizer, de complementação das forças tecnológicas e de mercado, ou seja, do *market pull* e do *technology push*. A Internet é um exemplo representativo dessa mútua contribuição. Ela não apenas surgiu por demanda dentro da comunidade de ciência e tecnologia como, posteriormente, seu potencial de aplicações proporcionou condições para um extraordinário desenvolvimento tecnológico nos mais diversos campos das áreas de comunicações e de tecnologia da informação.

Nos últimos anos, as TIC vêm se caracterizando pelo peso que o usuário tem na própria concepção dos produtos. Hoje se fala muito de *user centric technologies*, ou seja, nas tecnologias que são centradas na participação e na própria demanda do usuário como elemento estimulador de novas soluções e na criação de novos produtos.

Outro aspecto que caracteriza o desenvolvimento das TIC está ligado à dinâmica do setor. O ciclo de vida dos produtos de TIC está cada vez mais curto, diferentemente de áreas mais tradicionais, como agricultura e transportes, nas quais os ciclos de vida dos produtos são relativamente longos. Exemplo dessa situação são os aparelhos de telefonia celular: os modelos são rapidamente substituídos nas prateleiras por outros mais novos, de forma que muitos modelos acabam sendo considerados obsoletos poucos meses depois de lançados no mercado.

Essa dinâmica permite o aparecimento de novos atores, exige retorno mais rápido do investimento e cria novos modelos de negócio para explorar oportunidades que se desdobram continuamente.

Deve-se notar que, atualmente, as TIC são tecnologias que não só permitem a comunicação entre seres humanos como também abrem novas possibilidades pela comunicação entre máquinas, ou entre objetos (sensores e atuadores), constituindo o que se denomina de “Internet das Coisas”, uma das visões da Internet do futuro. As interações entre humanos (H2H) e entre máquinas (M2M), e também entre humanos e máquinas (H2M e M2H), passam a ter papel fundamental na evolução do ambiente do setor das telecomunicações. Nos últimos tempos, a incorporação de TIC nos mais variados produtos e essa nova possibilidade de comunicação abrem grandes oportunidades para renovar setores mais tradicionais da atividade econômica.

2. Dinâmica da pesquisa e desenvolvimento no setor

Essa evolução proporcionou uma substancial alteração da própria dinâmica do processo de inovação nas telecomunicações. No passado, há 30 ou 40 anos, a atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) era centrada nos laboratórios das grandes operadoras; hoje, após as quebras de monopólios, a P&D se realiza principalmente nos fornecedores de equipamentos e de sistemas

de *software* e nos desenvolvedores de serviços. Naquela época, o processo de inovação era, essencialmente, sequencial (as atividades de pesquisa eram seguidas de desenvolvimento, prototipagem, engenharia de produto, fabricação e comercialização), enquanto que hoje essas fases se superpõem, com intensa interação entre as atividades de P&D, de engenharia e de mercado. No passado, havia também o predomínio de padrões fechados, proprietários, e, embora a UIT elaborasse diversas séries de recomendações técnicas que eram seguidas pelos fabricantes e pelas operadoras, nada garantia que produtos de diferentes fabricantes, desenvolvidos de acordo com as mesmas recomendações técnicas, pudessem interoperar completamente. Atualmente, ao contrário, há uma exigência de padrões globais, interoperáveis de fato, com interfaces abertas que possibilitam o desenvolvimento de novas aplicações. No passado, o sistema de inovação era fechado, com pequeno número de atores, e com elevadas barreiras de entrada devido ao alto investimento necessário para a atividade de P&D. Hoje, o sistema de inovação é muito mais aberto, mais flexível e com menores barreiras de entrada. Com isso, o processo de inovação atual tornou-se bem mais veloz do que era no passado.

Sob uma perspectiva mais tecnológica, podem-se identificar três principais vetores de desenvolvimento: mobilidade, capacidade (banda larga) e tecnologias centradas no usuário. A mobilidade se mostrou, desde a introdução dos serviços de telefonia móvel celular, um atributo extremamente interessante e conveniente para o usuário, e é hoje um dos fatores mais determinantes do ritmo de demanda de inovação tecnológica. O segundo grande vetor que estimula o desenvolvimento tecnológico é o da capacidade, da necessidade cada vez maior de banda larga transparente, sem restrições a qualquer tipo de mídia (voz, texto e, principalmente, vídeo). O terceiro vetor, caracterizado pelas tecnologias centradas no usuário, tem colocado uma forte e continuada demanda de inovação em novos terminais e nas características de usabilidade e de segurança que são exigidas para que o usuário tenha confiança no uso dos novos serviços de TIC.

As tecnologias habilitadoras para atender a essas demandas são aquelas relacionadas com a infraestrutura física de transporte e de acesso ópticos, passando pelo acesso sem fio, até os terminais, e com a conectividade intensa que as plataformas baseadas no protocolo IP permitiram. No contexto dos serviços e aplicações, são críticas as questões de segurança, dos sistemas intensivos em *software* e dos sistemas *middleware* para adaptação das aplicações à rede.

Do ponto de vista da mobilidade, a tecnologia mais emblemática é a do acesso sem fio; no caso da capacidade, é o acesso óptico e o transporte óptico no núcleo da rede; e, no caso das tecnologias centradas no usuário, é o *software* a tecnologia básica que tem evoluído para atender a flexibilidade exigida.

3. O contexto brasileiro

No cenário brasileiro, podemos elencar várias realizações nos últimos 30 a 40 anos. Nesse período, ocorreu um amadurecimento científico e tecnológico muito grande no Brasil. Quem participou desse processo, certamente, pode verificar como o país cresceu dos anos 1970 para cá em termos não só do conhecimento científico, do crescimento da base científica, mas também do desenvolvimento tecnológico, que se difundiu extraordinariamente. Observamos nesse período a estruturação de grandes programas de formação de pessoal e de P&D, que construíram competências nas diversas áreas citadas anteriormente, e o Brasil tem hoje, em maior ou menor grau, pessoal com muita competência nessas áreas.

Por fim, em termos de instrumentos, o Brasil criou nas duas últimas décadas um conjunto de instrumentos bastante importante para o apoio a P&D, como fundos setoriais, lei de informática, lei de inovação e mecanismos de subvenção, os quais constituem recursos que são mobilizados para o desenvolvimento tecnológico.

Por outro lado, existem grandes desafios, pois o Brasil ainda precisa criar uma cultura realmente voltada para a inovação, especialmente no setor empresarial, onde os investimentos nesse sentido são ainda muito tímidos (a situação vem mudando, mas há ainda muito para ser feito nessa área). O país tem também carência de engenheiros e técnicos em todos os níveis e perfis. Não se pode pretender realizar um desenvolvimento sólido na área de TIC sem formar engenheiros em quantidade adequada. Por fim, cabe citar o peso da burocracia e o apego ao formalismo, que muitas vezes fazem que os programas de P&D não sejam gerenciados objetivamente em termos dos resultados a serem obtidos, mas sim com um foco nas exigências burocráticas e operacionais, numa abordagem que tem se mostrado inadequada à dinâmica do setor a qual exige respostas rápidas, que levem rapidamente os resultados do laboratório para o mercado, e incompatível com a própria natureza da atividade de P&D.

Novas e concretas oportunidades para o desenvolvimento tecnológico das TIC no Brasil existem. Por exemplo, a universalização do acesso em banda larga à Internet. Nas últimas semanas, o governo federal lançou o Plano Nacional de Banda Larga (PNBL), que constitui uma excelente oportunidade a ser aproveitada para estruturar ações nos setores acadêmico e empresarial e nos institutos tecnológicos para a promoção da educação e da tecnologia do país.

Adicionalmente, devido ao fato de a economia brasileira estar em crescimento, ser bastante diversificada e apresentar elevado potencial de exportação, existe uma série de oportunidades para usar as TIC com o objetivo de renovar setores tradicionais, como agricultura, transporte e energia. Pode-se citar, por exemplo, o *smart grid*, a rede elétrica inteligente, que deverá introduzir um novo dinamismo na infraestrutura de energia elétrica dentro dos paradigmas das TIC,

constituindo-se em outro fator estruturante para o desenvolvimento do setor. As novas possibilidades das redes de sensores e da comunicação máquina a máquina e o uso inteligente do espectro, viabilizado pela tecnologia de radio cognitivo, por exemplo, promoverão grandes transformações também nos setores do agronegócio, de logística e de transporte.

Mecanismos financeiros para viabilizar a realização de programas de P&D já existem, como já foi dito anteriormente. Agora, no contexto do PNBL, volta-se a falar no poder de compra do Estado, mecanismo utilizado por todos os países desenvolvidos para fortalecer suas indústrias, promover a competitividade e gerar riqueza. O Brasil também deve lançar mão desse mecanismo para se inserir adequadamente num patamar de competitividade comparável a de outros países líderes do mundo.

4. Recomendações

Para concluir, no sentido de encaminhar sugestões factíveis para o enfrentamento dos desafios e aproveitamento das oportunidades na área das TIC, destacam-se algumas recomendações elaboradas em reunião preparatória para esta conferência nacional, que contou com a participação de diversos membros da comunidade científica e tecnológica, representando os setores de telecomunicações e de informática:

1. Estimular fortemente a formação de engenheiros e profissionais de TIC em todos os níveis, pois sem pessoal qualificado o país não será capaz de vencer os desafios apontados.
2. Estimular a criação de posições de trabalho para profissionais de alta qualificação, pois a política de formação de pessoal tem que estar conjugada com o estabelecimento de estímulos para a absorção desse pessoal em postos de trabalhos desafiadores, incentivando as empresas a contratar também mestres e doutores.
3. Estimular a criação e o fortalecimento de empresas nacionais de base tecnológica, e assim aumentar o nível de competitividade do país.
4. Incentivar parcerias com empresas, nacionais e estrangeiras, com o objetivo de atrair e criar laboratórios de P&D, aproximando mais a atividade de desenvolvimento das aplicações e do mercado e facilitando a absorção das tecnologias geradas nos centros de pesquisa e nas universidades.
5. Estimular as empresas estatais e privadas a fazer encomendas a fornecedores de equipamentos e de serviços com tecnologia nacional, visando aproveitar o mercado interno

para o fortalecimento dessa indústria e desses provedores de serviço, criando riqueza e empregos internamente e se capacitando para aproveitar o enorme potencial de exportação existente no Brasil. No caso de empresas estatais, por meio de determinações específicas, e, no caso das empresas privadas, por meio de incentivos fiscais e creditícios.

6. Apoiar e financiar a participação ativa de entidades e profissionais brasileiros em esforços internacionais de padronização e assim identificar, com bastante antecedência, o potencial de uma nova tecnologia e poder colocar mais rapidamente novos produtos no mercado.
7. Estimular o desenvolvimento das TIC com atenção ao meio ambiente, tanto no sentido de que os equipamentos sejam cada vez menos consumidores de recursos naturais, como para manter, monitorar e controlar o bom uso dos enormes ativos ambientais do Brasil, com aplicações por meio de redes de sensores.
8. Estabelecer regras claras e simples para o uso dos recursos governamentais para P&D, em especial dos fundos setoriais, que considerem a natureza e o risco intrínseco da atividade de P&D e o dinamismo do setor.

Pesquisa em computação: essencial para o avanço da CT&I

Virgílio Augusto Fernandes Almeida¹

1. TIC no Brasil e no mundo

As Tecnologias da informação e Comunicação (TIC) têm profundo impacto sobre as economias dos países avançados. De acordo com estimativas do *Bureau of Economic Analysis* do governo americano², em 2006, os setores com uso intenso de TI foram responsáveis por 4% dos 13.247 bilhões de dólares da economia americana e contribuíram com 14% do crescimento do PIB do país. Como referência, o financiamento da pesquisa em computação pelo governo federal foi em torno de 3 bilhões de dólares, menos de 0.025% do PIB. Essa contribuição substancial para economia reflete apenas uma parte dos benefícios globais dos investimentos de longo prazo na pesquisa em computação – TI.

No entanto, o impacto da tecnologia da informação vai muito além da sua influência na redução de custos de produtos tradicionais e ganhos de produtividade nos setores de serviços. O impacto do uso intensivo de TI permeia toda a sociedade. De acordo com Apte e Nath³, trabalhadores em “informação” já representam 70% da força de trabalho dos Estados Unidos. O processamento de informações por parte dos trabalhadores representa um componente em crescimento do PIB e baseia-se essencialmente nas tecnologias da informação. TIC têm sido consideradas também como o motor de inovação das economias avançadas. Vários setores industriais dependem de TI e de empregados qualificados nessas tecnologias para crescerem.

¹ Professor de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

² Erik Brynjolfsson, “The IT Productivity GAP,” *Optimize*, Issue 21, July 2003, available at http://ebusiness.mit.edu/erik/Optimize/pr_roi.html; accessed October 28, 2008.

³ U. Apte and H. Nath, “Size, Structure, and Growth of the U.S. Economy,” Center for Management in the Information Economy, Business and Information Technology (BIT) Working Paper, UCLA, December, 2004.

Por exemplo, as engenharias mecânica e automotiva, as tecnologias médicas, as tecnologias de energia e as tecnologias de automação e o setor de serviços e logística têm dependência vital das tecnologias da computação. De acordo com uma pesquisa divulgada pelo Ministério da Educação e Pesquisa da Alemanha⁴, em 2007, executivos de vários setores industriais esperam que 11,2% de todas as inovações comercializáveis devem se basear nos progressos da computação, colocando TI em terceiro lugar nas prioridades de pesquisa, após a nanotecnologia e biotecnologia. É importante ressaltar que tanto a nanotecnologia quanto a biotecnologia fazem uso intensivo de tecnologias da computação. TIC são também garantias para a manutenção de posições de liderança tradicionais da Alemanha, como a indústria automobilística. Segundo⁵, um carro BMW é hoje praticamente “uma rede de computadores”.

A evolução da tecnologia da informação tem mudado fundamentalmente a condução da pesquisa em outras áreas do conhecimento, permitindo pesquisas inovadoras que vão desde o mapeamento do cérebro humano até a modelagem das mudanças climáticas. Os pesquisadores de várias áreas da ciência são confrontados com problemas de pesquisa cada vez mais complexos e cuja abordagem tem sido crescentemente multidisciplinar em sua natureza. Os avanços da computação criam o ambiente adequado, capaz de suportar simulações de experimentos complexos, visualização de grandes conjuntos de dados e gerenciamento de enormes volumes de dados.

2. Principais desafios em TIC

A pesquisa em computação visa também desenvolver modelos, métodos e tecnologias para ajudar a projetar, produzir e operar os sistemas computacionais e de informação. Em resumo, a ciência da computação cria construções artificiais não limitadas pelas leis da natureza, busca os limites fundamentais do que pode ser computado, trata do crescimento exponencial de certos fenômenos e busca compreender as ações racionais, analíticas e complexas que estão associadas à inteligência humana. No Brasil, foram propostos pela Sociedade Brasileira de Computação cinco grandes desafios de pesquisa de longo prazo (2006-2016), a saber: 1) Gestão da informação em grandes volumes de dados multimídia distribuídos; 2) Modelagem computacional de sistemas complexos artificiais, naturais e socioculturais e da interação homem-natureza; 3) Impactos para a área da computação da transição do silício para novas tecnologias; 4) Acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento e 5) Desenvolvimento tecnológico de qualidade: sistemas disponíveis, corretos, seguros, escaláveis, persistentes e ubíquos. Para alcançar resultados significativos e relevantes, é necessário aumentar significativamente recursos de pesquisa para a área de computação. Nos EUA, os recursos para a pesquisa de computação vêm

4 R. Achatz, Siemens, Economist Oct 11, 2007.

5 ICT 2020: Research for Innovations, Federal Ministry of Education and Research, Germany, 2008.

de diversas agências, desde a NSF até o DoD (*Department of Defense*), incluindo também o DoE (*Department of Energy*) e o NIH (*National Institutes of Health*). No NSF, a área de computação tem um orçamento de 648 milhões de dólares e esse orçamento vem crescendo a uma taxa de 10% nos últimos três anos. Isso reflete a prioridade e multidisciplinaridade da pesquisa em TIC.

3. Recomendações para política de CT&I em TIC

A pesquisa em computação é fundamental para a evolução do setor da tecnologia da informação (TIC), estratégico para a formulação de políticas de desenvolvimento social e industrial do país. As inovações derivadas da pesquisa em TI são vitais para o desenvolvimento e a segurança nacional, além de oferecer potencial para aumentos relevantes na eficiência de componentes-chaves para elevar a qualidade de vida no Brasil, como educação, saúde e segurança. Assim, a existência de políticas de governo para a pesquisa e a geração de conhecimentos em TI é necessária para que o país possa ter estratégias e políticas públicas voltadas para esse setor. Vários países têm articulado políticas nacionais para as tecnologias da informação e comunicação. Em 2009, o presidente Obama criou o Programa Stimulus para recuperação econômica dos EUA⁶. O plano de \$825 bilhões de dólares contempla três áreas ligadas às tecnologias da informação, a saber: 20 bilhões para sistemas inteligentes na área de saúde, em especial o chamado sistema computadorizado de registros médicos, 11 bilhões para a criação de redes inteligentes para distribuição de energia e 6 bilhões para expandir a rede de banda larga para áreas rurais e comunidades carentes. Em março de 2010, o primeiro-ministro da Inglaterra anunciou um plano para construir o futuro digital da Grã-Bretanha⁷, concentrando em três objetivos estratégicos: i) digitalizar a Grã-Bretanha, criando redes de banda larga para 100% dos cidadãos ingleses; ii) personalizar os serviços do governo para cada cidadão, por meio das tecnologias digitais e iii) economizar os gastos do governo, por meio do aumento da eficiência da máquina pública com o uso de tecnologias digitais inovadoras. O caminho para a preparação do Brasil para um futuro digital requer o fortalecimento do sistema de pesquisa e desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação. As principais ações sugeridas para fortalecer a pesquisa e o desenvolvimento da computação no Brasil estão apresentadas a seguir.

- Metas
 - Fortalecer a eficiência e o impacto da pesquisa científica e tecnológica em computação. Por exemplo, estabelecer metas estratégicas para a pesquisa em computação no país, como os grandes desafios propostos pela Sociedade Brasileira de Computação para 2016.

6 American Recovery and Reinvestment Act of 2009 <http://www.recovery.gov/Pages/home.aspx>

7 Digital Economy Act 2010, United Kingdom, www.opsi.gov.uk/acts/acts2010/ukpga_20100024_en_1

- Fortalecer a pesquisa básica em computação.
- Aumentar o nível de investimento em pesquisa em computação.
- Atrair talentos técnicos e científicos em escala global para a computação no país.
- Atrair laboratórios de pesquisa das grandes corporações multinacionais para o Brasil.
- Institucionalidade
 - Formular programas de pesquisa & desenvolvimento estáveis, abrangentes e em escala compatível com as o papel das TIC na sociedade brasileira.
 - Promover a integração digital global, especialmente com os principais parceiros internacionais do Brasil.
- Recursos humanos
 - Formar recursos humanos qualificados em regiões carentes, em especial o Nordeste e a Amazônia, com estímulos diferenciados.
 - Introduzir temas relativos a inovação tecnológica, patentes e propriedade intelectual na formação de técnicos e pesquisadores nas áreas estratégicas.
 - Qualificar a força de trabalho para as habilidades das sociedades da informação (*computational thinking*), incluindo disciplinas no ensino fundamental e médio. Isso difere fundamentalmente de preparar a força de trabalhar para uso instrumental da informática.
 - Atrair talentos técnicos e científicos em escala global para a computação no país.
 - Fortalecer a cadeia de formação e educação em computação em todos os níveis, desde o ensino básico até a pós-graduação.
- Infraestrutura e fomento
 - Criar infraestrutura avançada e sofisticada de TIC (i.e., banda larga nacional, *cloud-computing*) no Brasil para que a população, usuários e desenvolvedores estimulem a inovação e competitividade global.
 - Ampliar as equipes de PD&I das instituições públicas e seus laboratórios.
- Financiamento
 - Usar o poder do estado para especificar sistemas avançados de TIC que, em conjunto com políticas preferenciais de compra, vai alavancar tecnologias nacionais de *software* e TIC.
- Marco regulatório
 - Revisar e consolidar legislações de segurança e privacidade digitais.

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Nuclear (P&D, atores e cadeias produtivas)

O Programa Nuclear da Marinha nos contextos nacional e internacional

Luciano Pagano Junior¹

O Programa Nuclear da Marinha (PNM) foi criado sob a égide do desenvolvimento da tecnologia própria. Sua principal motivação foi estratégica, visando conferir à Marinha melhores condições para a consecução da sua missão constitucional, por meio da construção de um reator nuclear para propulsão nuclear de submarinos. A prática decorrente do princípio básico da tecnologia autóctone permitiu a nacionalização de grande parte da cadeia de suprimentos e do conhecimento associado a ela. As suas consequências mais visíveis são a implantação de todas as etapas do ciclo do combustível nuclear, em particular do processo de enriquecimento isotópico de urânio, em escala piloto ou de demonstração.

O ciclo do combustível nuclear é constituído por vários processos físico-químicos que, em sequência, permitem fabricar o combustível nuclear usado em reatores de potência, comerciais ou não. O ciclo é constituído pelas etapas de prospecção e mineração; conversão; enriquecimento; reconversão e fabricação do elemento combustível. A primeira é executada pelas Indústrias Nucleares do Brasil (INB), estatal responsável pelo abastecimento do combustível para as usinas nucleares brasileiras. O Brasil possui a sétima maior reserva de urânio do planeta, tendo prospectado apenas um terço do seu território. Estima-se que as reservas brasileiras possam ser a segunda ou a terceira maior do mundo. A unidade da INB localizada em Caetité, a 800 km de Salvador, responde pela extração e beneficiamento do urânio brasileiro na forma de *yellow cake*. A tecnologia requerida para esta etapa do ciclo é amplamente dominada, e a futura expansão da capacidade produtiva, para atender Angra III e usinas subsequentes, depende tão somente de investimentos para garantir a autossuficiência nacional.

¹ Superintendente do Programa Nuclear da Marinha do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP).

A etapa de conversão, por meio da qual o *yellow cake* é transformado em hexafluoreto de urânio – HU, não está implantada em escala industrial no país. Por esta razão, o *yellow cake* brasileiro é enviado pela INB à França ou ao Canadá (depende de licitação internacional) para ser transformado em HU. A Marinha, por sua vez, está construindo uma unidade piloto de conversão para demonstrar a sua tecnologia e, sobretudo, para atender suas necessidades operacionais. Esta unidade, com conclusão prevista para o ano corrente, não é capaz de atender a demanda industrial de Angra I, II e III (cerca de quarenta vezes maior). Entretanto, ela poderá servir de paradigma para o projeto, construção e operação de uma unidade industrial para a INB, adequada à demanda comercial das usinas brasileiras. A tecnologia para tanto está disponível na Marinha.

A etapa de enriquecimento isotópico constitui o principal gargalo tecnológico do ciclo do combustível nuclear. Não é por acaso que ela representa cerca de 34% do preço de um elemento combustível. O mercado internacional de serviços de enriquecimento é oligopolista, concentrado em poucas empresas, e sujeito a rígido controle de exportação por parte dos países desenvolvidos. Desta forma, governos estrangeiros controlam o acesso a este serviço. Por esta razão e pelo caráter estratégico desta tecnologia, a Marinha desenvolveu o seu próprio processo de enriquecimento na década de 1980 e, desde então, vem aperfeiçoando por meio do aumento de produtividade do elemento separativo: as ultracentrífugas. Dada a importância econômica desta etapa, a Marinha e a INB firmaram um acordo para a construção, ora em curso, de uma unidade industrial de enriquecimento isotópico de urânio em Resende, RJ, com o propósito de atender a 100% das necessidades de Angra I e 20% das de Angra II. Assim, a tecnologia desenvolvida pela Marinha com fins estratégicos poderá gerar benefícios comerciais concretos para a indústria brasileira. Apenas oito países no mundo são capazes de enriquecer urânio comercialmente.

A reconversão e fabricação do elemento combustível são etapas rotineiramente realizadas na INB. O conhecimento do processo de fabricação não implica, entretanto, o domínio do projeto de elementos combustíveis. Esta é uma tecnologia ainda em desenvolvimento, sobretudo no âmbito da Marinha, que requer a implantação de laboratórios de validação e testes. Não obstante, dado um projeto de combustível, a INB e a Marinha têm tecnologia e infraestrutura para produzi-lo em escala industrial e piloto, respectivamente.

Por fim, o primeiro reator nuclear de potência projetado por brasileiros está em construção nas instalações da Marinha em Iperó, SP. A sua conclusão está prevista para 2014, quando os testes pré-operacionais e o seu comissionamento deverão ser iniciados. Dada a sua baixa potência, o seu projeto específico não é adequado à aplicação imediata na geração comercial de energia elétrica. Contudo, a tecnologia de sistemas e materiais desenvolvida para a sua construção e o *feed-back* a ser obtido durante a sua operação constituem importante base de conhecimento para o projeto de reatores maiores. Vale notar que a indústria nuclear norte-americana teve sua gênese no projeto de propulsão nuclear da *US Navy* na década de 1950.

A crescente demanda por energia, sobretudo nas economias emergentes, e a necessidade do controle da emissão de gases com forte efeito estufa apontam para o renascimento da energia nuclear no mundo. A maior participação da fonte nuclear na matriz energética das grandes economias traz incertezas quanto à disponibilidade de matérias-primas e de serviços especializados na próxima década. Especialistas preveem a possibilidade, dependendo do crescimento econômico futuro, da falta de urânio e de serviços de conversão e de enriquecimento. Naturalmente, a indústria nuclear mundial pode reagir e investir na exploração de novas minas de urânio e na construção de usinas de conversão e de enriquecimento. Este cenário representa interessante oportunidade para a indústria nuclear brasileira, já que dispomos da tecnologia para todas as etapas do ciclo do combustível e de amplas reservas de urânio. Apenas três países no mundo dispõem de tecnologia abrangendo todo o ciclo e de abundantes reservas minerais de urânio: EUA, Rússia e Brasil.

1. Desafios e propostas

Para que o Brasil possa se posicionar de forma vantajosa na indústria nuclear mundial – mesmo que não o faça na condição de exportador, permanecendo protegido contra eventuais desabastecimentos de mercado, faz-se necessário consolidar a tecnologia já desenvolvida e incorporá-la ao processo produtivo. A importância dessa transformação, do conhecimento de laboratório para a produção, decorre da participação da energia nuclear na economia brasileira, já que cerca de metade da energia elétrica consumida no estado do Rio de Janeiro é gerada em Angra I e Angra II. A participação e a importância tendem a crescer com a construção de Angra III.

Os desafios imediatos do PNM estão concentrados na conclusão das unidades ora em construção, o que, naturalmente, depende da manutenção do orçamento previsto ao longo dos próximos quatro anos. A unidade piloto de conversão e o protótipo do reator de propulsão permitirão a consolidação da tecnologia em desenvolvimento no âmbito da Marinha. Embora não diretamente ligado ao PNM, o aumento de capacidade de fabricação de ultracentrífugas pela Marinha representa um enorme desafio a ser vencido, caso haja a decisão do MCT em expandir a capacidade de enriquecimento industrial da INB em Resende, RJ. Esta decisão, é importante frisar, acarretaria o aumento de escala deste processo fabril, permitindo a nacionalização de diversos insumos que ora são importados.

Em todos os cenários, se faz importante discutir e implementar um modelo de gestão compatível com a execução de projetos com alto risco tecnológico, incluindo:

a) uma sistemática mais adequada para aquisição de bens e serviços; b) um processo de financiamento que permita certa estabilidade orçamentária plurianual; c) e a utilização do sistema de

pesquisa e desenvolvimento para a formação e fixação de jovens pesquisadores e engenheiros em áreas estratégicas, tais como a nuclear. Cada um destes itens constitui uma proposta de modificação do modelo de gestão atual que, a juízo deste autor, facilitaria enormemente a consolidação e, mesmo, a expansão das conquistas já realizadas.

- a) Nova sistemática para aquisição de bens e serviços: a lei de licitações vigente não oferece ferramentas adequadas para lidar com situações comuns em projetos complexos, tais como: a1) como licitar serviços que envolvam informações sigilosas sem divulgar amplamente segredos tecnológicos (às vezes necessários para descrever o objeto da licitação) e sem ferir os princípios da administração pública, dentre eles o da transparência?; a2) como licitar serviços e produtos ainda em fase de protótipo, onde há elevado risco tecnológico de insucesso por parte do contratado? Normalmente, as empresas evitam assumir riscos pouco conhecidos, já que seriam penalizadas pelo insucesso nos termos da lei, o que inibe o processo de inovação;
- b) Financiamento com estabilidade orçamentária: b1) a incerteza do orçamento plurianual faz que os projetos sejam divididos em objetos “licitáveis” dentro do exercício corrente e do valor nele disponível. Esta prática introduz interfaces e a consequente divisão de responsabilidade dentro do projeto. Um bom exemplo é a montagem de unidades piloto, em que a empreiteira que montou a primeira parte da instalação pode não ser a mesma que vencerá as licitações subsequentes (nos anos seguintes). Nesse caso, a clara identificação de responsabilidades sobre eventuais defeitos e mal funcionamento não é uma tarefa simples. As dificuldades aumentam muito quando a contratação de um determinado objeto interfere nas atividades de um terceiro, caso típico de equipamentos que atrasam a montagem de instalações. Equipamentos que não foram contratados conforme previsto no planejamento do projeto, por conta da falta de recursos (ou contingenciamento), atrasam a obra como um todo e aumentam o retrabalho; e b2) a irregularidade do orçamento tem consequência direta sobre o desenvolvimento de produtos e serviços por parte das empresas participantes da cadeia de suprimento. No início da década de 1990, várias pequenas empresas de alta tecnologia foram formadas em torno do PNM. Com as dificuldades orçamentárias vividas pela Marinha desde o final daquela década até alguns anos atrás, os bens e serviços desenvolvidos não foram contratados neste período e aquelas empresas perderam a sua capacitação ou faliram. Um exemplo emblemático é a fabricação de válvulas para vácuo. A empresa fornecedora saiu do mercado e, hoje, a fabricação é feita pela própria Marinha, que verticalizou sua produção. Assim, a inovação ao longo da cadeia de suprimentos depende da continuidade de encomendas, o que, por sua vez, depende da estabilidade orçamentária;

- c) Formação e fixação de mão de obra especializada: a idade média dos trabalhadores da área nuclear é superior a cinquenta anos. A renovação, com a superposição de atuação, é fundamental para a manutenção da tecnologia desenvolvida nas últimas décadas. A tecnologia está, em grande parte, nas pessoas. Ela é formada pelo conhecimento adquirido e pela experiência prática vivida pelos técnicos que participaram da sua criação. A melhor forma de mantê-la e permitir sua posterior expansão é formar novos talentos e fixá-los nas instituições que atuam na área, permitindo a convivência entre novos e experientes talentos e a “passagem de serviço”. A superposição da atuação entre recém-formados e especialistas próximos da aposentadoria, por alguns anos, é pré-requisito para a manutenção da tecnologia existente. O sistema de pós-graduação brasileiro forma cerca de dez mil doutores por ano, muitos dos quais não conseguem colocação no mercado. O problema imediato está na fixação de pesquisadores nas instituições e empresas que constituem o setor nuclear brasileiro. Para tanto, uma das possibilidades, no âmbito da política de CT&I, é a implantação de bolsas de fomento tecnológico e de pós-graduação em áreas de interesse da indústria nuclear. Desta forma, os bolsistas desenvolveriam suas atividades em temas escolhidos pelas empresas e instituições nucleares, relacionando-os a tecnologias do setor e agregando valor ao processo produtivo. Esta ferramenta permitiria, ainda, transferir conhecimentos às universidades brasileiras, muito embora não resolva por completo o problema da fixação da mão de obra formada.

2. Recomendações

A renovação do modelo de gestão vigente poderia, de maneira incisiva, fortalecer a política de desenvolvimento produtivo e a inovação tecnológica no âmbito da indústria nuclear e da sua cadeia de suprimentos. Para tanto, três ações são recomendadas para a política de CT&I: a implantação de uma nova sistemática para aquisição de bens e serviços especiais da cadeia de suprimentos da área nuclear; o estabelecimento de um sistema de financiamento com estabilidade orçamentária plurianual; e a implantação de bolsas de pós-graduação e de fomento industrial para a formação e fixação de mão de obra especializada, renovando a força de trabalho do setor com idade próxima da aposentadoria.

Energia nuclear

Othon Luiz Pinheiro da Silva¹

A avaliação da magnitude das reservas energéticas renováveis e não renováveis nacionais me trazem grande otimismo em face dos desafios do crescimento econômico e do desenvolvimento social sustentável do Brasil. Tenho a convicção de que, com o devido aporte de planejamento, tecnologia e adequada gestão, nosso país pode ser autossuficiente em energia no mínimo por mais de meio século, o que constitui grande fator de alavancagem e diferencial competitivo no concerto das nações.

A autossuficiência energética contribuirá para a manutenção de nossa vocação pacífica. A interpretação das notícias internacionais cotidianas nos indica que a busca da segurança energética pelos países, visando garantir o suprimento de insumos e fontes primárias, tem sido provavelmente o maior motivador das demonstrações de força, ameaças e conflitos internacionais, passados e atuais.

Nesta oportunidade, focarei a energia que será utilizada pela nossa sociedade sob a forma de eletricidade e as fontes primárias necessárias para a sua produção.

Em nosso planeta, 39% da energia elétrica são produzidas a partir da queima do carvão, 25% queimando gás ou óleo, 19% a partir de hidrelétricas, 16% nuclear e 1% pelas demais fontes.

O Brasil constitui honrosa exceção, pois nos últimos cinco anos cerca de 90% da eletricidade têm sido produzidos pela fonte hídrica, limpa, barata e renovável. Os cerca de 10% de complementação térmica requerida pelo sistema elétrico vêm sendo, na sua quase totalidade, garantidos pelas duas centrais nucleares nacionais, Angra 1 e Angra 2, e pelas termelétricas a gás, cujas

¹ Presidente da Eletrobrás Eletronuclear.

contribuições são praticamente idênticas. Nos últimos dois anos, já se verifica uma pequena, porém crescente, contribuição da biomassa, e o recente leilão de energia de reserva da ANEEL aponta também para uma crescente contribuição da fonte eólica no futuro.

Nos últimos 60 anos, houve grande transformação na sociedade brasileira. A população urbana, que representava apenas 20% dos brasileiros, passou a representar cerca de 80%, com os decorrentes problemas de saneamento básico e transporte de massa, juntamente com a industrialização crescente do país. Todas essas atividades são intensivas em consumo de eletricidade.

Embora o Brasil esteja em décimo lugar mundial na produção bruta de eletricidade, nosso consumo *per capita* nos coloca na nonagésima posição. Temos, portanto, que, paralelamente aos programas de eficiência energética, como o Procel, que visam reduzir o consumo sem perda dos benefícios proporcionados pela eletricidade, aumentar de forma significativa a oferta, disponibilizando grandes blocos de energia para atender o inexorável crescimento econômico e desenvolvimento social.

Embora todas as fontes primárias de energia devam concorrer na composição da matriz de geração de eletricidade, para a produção de grandes blocos de energia elétrica, a prevalência da fonte hídrica permanecerá pelas próximas décadas. A contribuição do carvão e da energia nuclear, entretanto, se tornará crescentemente necessária. Entretanto, o uso do carvão mineral tende a sofrer crescentes restrições políticas e econômicas, tendo em vista as preocupações ambientais globais com os efeitos das emissões de gás carbônico nas mudanças climáticas. Esse fato faz que a energia nuclear tenda a ter sua contribuição ampliada.

As grandes reservas brasileiras de urânio, o domínio tecnológico que o país tem sobre o ciclo do combustível nuclear e as preocupações com as mudanças climáticas globais, exacerbadas pelos limitados resultados da recente Conferência COP-15, são as motivações da presente carta.

Nestes últimos sessenta anos de transformação econômica e social, o Brasil construiu um formidável conjunto de hidroelétricas, elevando de cerca de 2.000 para mais de 90.000 megawatts a capacidade de geração instalada. A maior parte deste grande aumento de capacidade foi construída em regiões do país nas quais a topografia era favorável à construção de hidroelétricas dotadas de grandes reservatórios e que já haviam sofrido desmatamento em virtude de algum ciclo agropecuário passado (café, cana, gado, por exemplo). Estas condições especiais minimizaram o impacto ambiental da implantação deste grande sistema renovável de geração de eletricidade.

A avaliação do potencial hidráulico remanescente indica que, de forma otimista, poderíamos ainda dobrar a capacidade hidroelétrica instalada, tratando com muita seriedade e racionalidade a questão socioambiental.

O atendimento às restrições socioambientais manteve praticamente constante, desde o início da década de 1990, o estoque de água nos reservatórios das hidroelétricas nacionais, o que trouxe a necessidade de uma contribuição térmica para garantir o suprimento de eletricidade. No período 2002-2008, esta contribuição essencial oscilou entre 6,8% e 11,3%.

Nas condições econômicas atuais, as termoeletricas que produzem eletricidade a menor preço são as nucleares, seguidas das que queimam carvão mineral.

O consumo *per capita* de eletricidade no Brasil é de cerca de 2.000 kWh/ano, muito abaixo do patamar de 4.000 kWh/ano que caracteriza o consumo mínimo dos países desenvolvidos, com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) igual ou superior a 0,9. Note-se que o IDH brasileiro é inferior a 0,8.

Esse indicador nacional de 2.000 kWh/ano encontra-se abaixo da média mundial e é inferior a menos da metade dos indicadores equivalentes para países que recentemente ascenderam ao nível de *desenvolvidos*, como Portugal (4.500) e Espanha (5.600). Isso sem fazer comparações mais desfavoráveis, como Rússia (5.700), Coreia do Sul (6.400), França (7.200) e Japão (7.400).

Por outro lado, quando se compara nosso indicador aos de China (1.300) e Índia (500), percebe-se a dimensão do desafio colocado a esses países, muito maior que o brasileiro, e a vantagem competitiva que temos em relação a eles.

Aproveitando todo o nosso potencial hidroelétrico, para atingir o patamar de 4.000 kWh/ano, e o correspondente IDH 0,9, precisaremos complementar o sistema elétrico nacional com 15 usinas térmicas de 1.000 MW. Se almejarmos níveis comparáveis aos da Espanha, seriam necessárias cerca de 60 usinas do mesmo porte, e se o nível da França for a meta, cerca de 101.

O ciclo de implantação de um empreendimento para gerar grande quantidade de energia elétrica é de seis a dez anos, quando se consideram os estudos e levantamentos preliminares necessários, projeto, licenciamento, construção e início de operação. Isto nos leva a concluir que, para o planejamento do sistema elétrico, dez anos é curto prazo, trinta anos é médio prazo e o planejamento de longo prazo, considerando a possível exaustão de alguma fonte primária de energia e os efeitos das mudanças climáticas, deve ser de, no mínimo, cinquenta anos.

Admitindo-se que até o ano 2060 a população brasileira se estabilize em torno de 250 milhões de habitantes, para atingir o mesmo padrão de consumo de energia elétrica e IDH da Espanha, hoje, precisaremos, portanto, construir a mesma capacidade nuclear que a França tem hoje, construída no período 1970-1995. Para atingir os padrões da França atual, a expansão da capacidade nuclear necessária seria equivalente àquela que os Estados Unidos construíram entre as décadas de 1950 e 1990.

As grandes reservas de urânio nacionais somadas ao domínio tecnológico do ciclo do combustível permitem que tais desafios possam ser superados pelo Brasil com autossuficiência, sem criar dependência de fontes primárias importadas. Mais ainda, esses dois fatores permitem que o país atenda as suas necessidades simultaneamente, tendo uma participação significativa no mercado internacional desse energético.

As características geológicas do solo nacional fazem crer que somente a Austrália, com suas cerca de 1 milhão de toneladas conhecidas, poderia nos superar em termos de reservas minerais de urânio. Às atuais 310.000 toneladas comprovadas, deverão se somar pelo menos 800.000 toneladas adicionais, hoje ainda especulativas, mas com grande possibilidade de serem confirmadas.

Essas reservas comprovadas equivalem a 238 anos de operação do gasoduto Bolívia-Brasil (25 milhões de metros cúbicos por dia) ou a 46 anos de abastecimento da Europa com gás proveniente da Rússia (130 milhões de metros cúbicos por dia), supondo que todo ele fosse utilizado para a geração elétrica.

Se considerarmos adicionalmente as reservas brasileiras especulativas, elas seriam equivalentes a 164 anos de abastecimento da Europa com o gás russo.

Em termos de geração de recursos financeiros, a cotação da tonelada de urânio no mercado *spot* do dia 04 de janeiro de 2010 era de US\$ 99 mil, valorando as reservas brasileiras comprovadas em mais de US\$ 30 bilhões. Considerando as reservas adicionais especulativas, esta valoração chegaria a mais de US\$ 100 bilhões.

Em termos de potencial energético, as reservas nacionais de urânio comprovadas equivalem a cerca de 7 bilhões de barris de petróleo. Se considerarmos também as reservas adicionais especulativas, essa equivalência seria de 25 bilhões de barris.

As estimativas das reservas de óleo do pré-sal divulgadas pela mídia variam de 19 bilhões de barris (campos de Tupi, Iara e Parque das Baleias) até 50 bilhões de barris. Verifica-se, portanto, que as reservas de urânio brasileiras têm dimensões muito significativas.

A dimensão das reservas nacionais de urânio e a provável liderança mundial do Brasil na posse desse valiosíssimo recurso mineral energético, associadas ao domínio tecnológico do seu processamento, fazem-nos crer que seria do maior interesse nacional iniciar uma ampla discussão sobre sua exploração, similar àquela que hoje está em curso no país sobre as reservas de petróleo do pré-sal.

Essa discussão deverá inicialmente estabelecer diretrizes para a expansão do parque de geração nuclear brasileiro em longo prazo, incluindo o Plano Decenal de Energia e o Plano Nacional de Energia. Definidas essas necessidades, será possível passar à discussão do uso das reservas de urânio nacionais, estabelecendo-se modalidades adequadas de exploração que permitam garantir a autossuficiência e o retorno social sustentável desta atividade econômica, também em longo prazo.

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Pesquisa e desenvolvimento em saúde

Pesquisa e desenvolvimento em saúde: o futuro de uma política setorial

Ogari de Castro Pacheco¹

1. Desenvolvimento e inovação em áreas estratégicas

Como todos sabemos, o nível de conhecimento no campo da PD&I, atualmente, no Brasil, é absolutamente baixo. Com a rarefação de cérebros e a infraestrutura existente que não se compara aos países desenvolvidos, a consequência é que a pesquisa e o desenvolvimento são escassos, esparsos e muito aquém das necessidades do país. As razões para tal quadro estão nas raízes, no modelo de desenvolvimento da indústria farmacêutica do país.

É acaciano dizer que a indústria farmoquímica e a biotecnologia são dependentes da farmacêutica. E a indústria nacional nasceu da cópia e nela permanece, salvo raras exceções. A lógica é simples (e traiçoeira):

1. A produção farmacêutica é tecnologicamente muito mais simples (e disseminada) que a farmoquímica e a biotecnológica. Entendam bem, não disse que é banal, corriqueira, mas que, fruto da vinda de subsidiárias das multinacionais para o Brasil, vieram profissionais, importou-se tecnologia e formaram-se técnicos ao longo de todos estes anos;
2. Quanto à lucratividade, a margem da indústria farmacêutica é significativamente maior que a das indústrias farmoquímicas e biotecnológicas;
3. A escala necessária para a viabilização da farmoquímica e biotecnológica não se conseguiu atingir, pois o interesse maior da indústria farmacêutica instalada no país (compreensivelmente) era a importação dos insumos das matrizes estrangeiras, e as nacionais não tinham outra saída a não ser importar o que precisavam de onde houvesse oferta.

¹ Presidente do Conselho Diretor da CRISTALIA

Em face do acima exposto, o desenvolvimento das indústrias farmoquímica e biotecnológica nacional foi lento, incipiente e inconsistente (salvo raríssimas exceções).

2. Do Geifar às PPP

Não é de hoje que o governo se preocupa com a nossa situação de dependência externa quanto aos insumos farmacêuticos ativos (IFA).

Já pela balança comercial francamente desfavorável (desde sempre), já pela dependência estratégica que a não produção de IFA no país acarreta, urge que providências sejam tomadas. Desde o Geifar, passando pelo Demprifar, várias tentativas foram feitas, buscando estimular o desenvolvimento tecnológico nos campos farmoquímico e biotecnológico para com isso minimizar nossa extrema dependência externa. Diminuíríamos, por consequência, nosso déficit comercial específico, à custa de uma redução expressiva de nossas importações de IFA.

Eis que surge uma luz no fim do túnel: as PPP. Compreendendo que o melhor estímulo para a pesquisa, desenvolvimento e inovação é a garantia de mercado. O governo lançou um bem equacionado e ambicioso projeto, o das PPP. Assim garante-se um mercado público a quem desenvolver a tecnologia verticalizadamente, ou seja, que se produza no país do IFA ao produto terminado; que a empresa privada que demonstrar esta capacidade transfira a tecnologia para um laboratório estatal. Assegura-se, assim, o desenvolvimento tecnológico no país, bem como a incorporação ao conhecimento ao Estado.

Uma forma de aumentar exponencialmente a eficácia do projeto das PPP poderia ser com o uso do poder de compra do mercado privado. Como isto poderia ser feito? Já dissemos que a indústria farmacêutica é portfólio dependente. Pois bem, se os pedidos de registro das empresas privadas que utilizasse IFA produzidas localmente fossem tratadas prioritariamente, numa fila especial, com certeza haveria uma procura grande dos produtores de IFA nacionais que evidentemente investiriam mais em PD&I e expansão de suas fábricas. Maneira simples, eficiente, geradora de empregos, impostos e conhecimento que ficaria no país. Diminuição do déficit comercial e expansão de indústria farmoquímica e biotecnologia seriam consequências diretas e altamente benéficas.

A indústria farmacêutica nacional: panorama atual e desafios à luz da ação do BNDES e outros agentes

Pedro Palmeira Filho¹

A indústria farmacêutica, fortemente baseada em ciência e tecnologia, apresenta-se como uma forte indutora e difusora de tecnologias avançadas na economia. Além de seu papel indutor das “novas ciências”, o desenvolvimento da indústria farmacêutica parece contribuir de forma positiva para duas variáveis caras a qualquer governo – a econômica e a social.

No Brasil, o investimento em P&D farmacêutico revela-se de forma um tanto quanto tímida. O mercado farmacêutico brasileiro, apesar de figurar entre os dez maiores em nível global, não foi capaz de induzir a presença de uma indústria farmacêutica integrada e com razoável grau de densidade tecnológica. Essa indústria apresenta-se concentrada quase que exclusivamente nas atividades de produção de medicamentos e *marketing*.

Ao longo da trajetória de industrialização brasileira e de toda a cadeia farmacêutica, atividades mais intensivas em tecnologia e em ciência, relacionadas à saúde, não foram incorporadas à atividade industrial. A pesquisa e o desenvolvimento em saúde para prospecção e validação de novos alvos terapêuticos com base no entendimento dos mecanismos das patologias em nível molecular, o desenvolvimento e a produção de insumos farmacêuticos ativos para o “ataque” a esses alvos, seja pela rota da tradicional síntese química ou pela moderna biotecnologia, demandam competências não frequentemente observadas nas empresas e instituições científico-tecnológicas nacionais.

A realidade adversa, contudo, não ofusca a necessidade de o país perseguir o *catch up* no setor farmacêutico. Este se mostra não só como desejável, ao possibilitar maior inserção nacional em

¹ Chefe do Departamento de Produtos Intermediários, Químicos e Farmacêuticos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

atividades de maior intensidade tecnológica e permitir melhorias nos termos de troca a favor do Brasil, mas também como estratégico, visando à redução da vulnerabilidade da política nacional de saúde.

O momento parece ser de encruzilhada. Será ainda possível planejar e colocar em marcha políticas públicas e estratégias empresariais que fortaleçam a competitividade da cadeia farmacêutica brasileira, objetivando ganhos econômicos e sociais para o país? Ou estaria o “jogo” já perdido para a meta de enraizar de vez essa cadeia no Brasil?

Assim, dadas as perspectivas de mudanças na dinâmica da indústria farmacêutica, surgem ameaças, mas também oportunidades para o desenvolvimento dessa indústria no país e para a atuação do BNDES.

As projeções otimistas de crescimento do mercado farmacêutico nos países emergentes, a crescente importância do paradigma biotecnológico como rota para a pesquisa e a produção de novas drogas, as pressões regulatórias e a pressão de governos no intuito de reduzir os crescentes gastos com saúde em países desenvolvidos e em desenvolvimento formam um cenário que já vem provocando alterações no comportamento estratégico das grandes empresas farmacêuticas.

Há fortes indícios de que a biotecnologia é o motor da inovação no desenvolvimento de novos medicamentos. Cerca de um quinto das novas moléculas lançadas no mercado mundial é de origem biotecnológica e, nos últimos anos, as empresas de biotecnologia conseguiram mais aprovações de medicamentos do que as grandes empresas farmacêuticas, apesar de estas últimas terem investido mais em P&D.

Nesse contexto, as empresas farmacêuticas que adotaram a inovação como estratégia têm procurado concentrar esforços na internalização e no fortalecimento de competências dinâmicas, que lhes permitam buscar a sustentabilidade de suas vantagens competitivas, construídas exclusivamente sobre base química, em um cenário em que a biotecnologia cada vez mais se apresenta como paradigma tecnológico para a P&D farmacêutica. Nesse processo, as empresas farmacêuticas prospectam oportunidades em empresas de biotecnologia, que ocorrem tanto nas formas de parcerias e colaborações, quanto via aquisições diretas.

Movimentos de fusão e aquisição, buscando a internalização de capacidades complementares, bem como a captura de sinergias comerciais e em pesquisa já são de longa data conhecidos na indústria farmacêutica global. Contudo, recentemente, corroborando a percepção da moderna biotecnologia como novo paradigma de pesquisa para drogas terapêuticas, esses movimentos parecem demonstrar o interesse das grandes corporações globais em internalizar competências

e *pipeline* em biotecnologia. Em 2009, a aquisição da Wyeth pela Pfizer e do controle da Genentech pela Roche, envolvendo vultosas cifras, são exemplos nessa direção.

Por outro lado, percebe-se, também, um interesse crescente dessas empresas em adquirir ativos em mercados emergentes, ainda que, à primeira vista, a aquisição não pareça incorporar sinergias estratégicas para a adquirente. O mercado brasileiro não vem fugindo ao olhar das grandes corporações.

Assim, a consolidação da moderna biotecnologia como trajetória tecnológica capaz de reduzir o *innovation gap* na indústria farmacêutica, bem como a ascensão dos países emergentes como mercados a serem explorados de forma mais vertical pelas empresas globais, traz o Brasil para uma posição central nessa indústria. O movimento desafia empresários e *policy makers* locais a engendrar ações coordenadas que, de um lado, possam evitar uma desnacionalização e, de outro, consigam induzir movimentos que fortaleçam a indústria farmacêutica brasileira, por meio da internalização de capacidades tecnológicas que permitam a mudança técnica dos sistemas produtivos, garantindo *outputs* sempre próximos à máxima produtividade.

O BNDES, como ator ativo da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), vem contribuindo para o esforço conjunto de fortalecer o Complexo Industrial da Saúde (CIS) no Brasil, por meio de ações de fomento e apoio financeiro, reembolsável e não reembolsável, via capital ou financiamento, possibilitadas pelo BNDES-Profarma e pelo Funtec. Muito já foi realizado, mas ainda permanecem enormes desafios.

Um deles, possivelmente o maior, constitui-se na indução e no apoio financeiro à atividade inovadora nas empresas farmacêuticas brasileiras. O financiamento, ainda que a um custo significativamente baixo, pode estimular investimentos em inovações incrementais, mas dificilmente vai fomentar inovações mais próximas da radicalidade. Nesse sentido, merecem destaque as seguintes ações já em curso: a subvenção econômica, operacionalizada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia/Finep; o apoio não reembolsável a projetos colaborativos do BNDES, via Funtec; e o estudo para operacionalização de um instrumento de compartilhamento de riscos em torno de um determinado projeto, também por parte do BNDES.

O esforço, contudo, não parece estar concentrado apenas na capacidade de financiamento da inovação. A formação de um ambiente institucional estável e propício à geração de novos produtos parece, também, ser condição necessária para que as empresas farmacêuticas nacionais promovam investimentos de maior risco. Não menos importante é o papel a ser desempenhado pela própria empresa farmacêutica nacional. A estratégia de limitar a empresa a uma “máquina comercial” deveria começar a perder espaço para outras mais ousadas, que envolvam desenvolvimento

de drogas mais eficazes, seja em um esforço interno ou em arranjos colaborativos com instituições científico-tecnológicas ou mesmo com outras empresas.

Permanece o desafio de fortalecer a indústria nacional. Ainda que em número reduzido, algumas empresas nacionais já alcançaram determinado porte e nível de competências que as habilita a almejar a posição de empresas internacionalizadas, com atuação global. Ainda muito longe de poderem competir em condições próximas aos grandes grupos farmacêuticos transnacionais, essas empresas podem, contudo, planejar a entrada em mercados mais desenvolvidos, por meio de aquisições compatíveis com seu porte. A atuação em mercados mais maduros, de maior contestabilidade, poderia ser vista, menos como um movimento de expansão de mercados e mais como possibilidade de atuar onde a oferta científica e tecnológica de fato ocorre, contribuindo, assim, para a internalização mais acelerada de competências tecnológicas e organizacionais.

Os dois principais desafios à atuação do BNDES – inovação e fortalecimento de grupos nacionais – justificam-se pelo esperado aumento da concorrência interna no mercado de genéricos, que deve reduzir, no médio e longo prazo, as margens desse segmento. Para garantir a sustentabilidade das empresas no futuro, torna-se imprescindível o movimento em direção à inovação. Contudo, para sustentar o custo das atividades associadas ao desenvolvimento de novos medicamentos, é necessário um volume significativo de recursos. Empresas com estrutura de capital mais forte serão mais capazes de destinar os recursos necessários para essas atividades.

Por fim, será fundamental, para o processo de construção de uma indústria nacional realmente competitiva, a predisposição dos atores privados e governamentais para a articulação permanente em torno do objetivo de fortalecer e desenvolver o Complexo Industrial da Saúde brasileiro, com destaque para os órgãos de fomento – BNDES e Finep –, para a agência reguladora – a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) –, para os Ministérios da Saúde e da Ciência e Tecnologia e, obviamente, para as empresas farmacêuticas nacionais.

Relatório da sessão “Pesquisa e desenvolvimento em saúde”

Carlos Augusto Grabois Gadelha¹

1. Pesquisa e desenvolvimento em saúde: o futuro de uma política setorial

Este relato pretende apresentar alguns dos principais elementos desenvolvidos pelos participantes da mesa sobre pesquisa e desenvolvimento em saúde, apontando para dimensões analíticas e políticas que colaboraram para os propósitos da conferência de “lançar um olhar para o futuro” e de subsidiar a construção de propostas concretas para uma estratégia de longo prazo. Está, assim, fora da proposta e escopo deste texto a realização de uma descrição formal e detalhada das apresentações, considerando também que cada participante foi convidado a produzir um texto sintético. Este trabalho segue, portanto, a orientação da conferência para apresentar uma síntese analítica e política que expressa a visão apreendida nas apresentações e no debate realizado na sessão, sendo, todavia, de responsabilidade do relator, inclusive no que toca aos eventuais erros ou omissões.

O coordenador da mesa, Secretário Reinaldo Guimarães, ressaltou, inicialmente, o peso da saúde nos esforços de pesquisa e desenvolvimento em termos internacionais e nacionais, evidenciando seu caráter estratégico e diferenciado no contexto geral da CT&I. No Brasil, isso se apresenta de forma concreta em praticamente todos os indicadores das atividades científicas e tecnológicas, como a participação nas publicações científicas, nos recursos alocados e nos grupos de pesquisa cadastrados no diretório nacional.

¹ Vice-Presidência de Produção e Inovação em Saúde da FIOCRUZ.

Esta tendência tende a se consolidar como fica evidente pela participação da saúde nos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), que constitui uma das mais importantes iniciativas recentes para orientar a atividade de pesquisa para as áreas do futuro, articulando redes nacionais em áreas estratégicas. Dos 122 INCT, 41 se dedicam à área da saúde humana, respondendo por 33% das iniciativas apoiadas.

Do ponto de vista industrial, o mercado e a base produtiva do país têm um peso importante no contexto global. A indústria farmacêutica brasileira vem se expandindo significativamente e, no presente, o mercado nacional é o 9º em termos globais, apresentando um valor das vendas no patamar de R\$ 33 bilhões ao ano. Na área de equipamentos médico-hospitalares e odontológicos, também se observa um crescimento recente muito dinâmico, com o mercado já atingindo cerca de R\$ 8 bilhões ao ano. No campo das vacinas, a concentração do mercado na área pública – em torno de 95% do consumo total – tem garantido uma expansão da capacidade produtiva e tecnológica associada ao Programa Nacional de Imunizações, refletindo a potencialidade de se articular a demanda pública com o desenvolvimento tecnológico e a estratégia de inovação.

A despeito desta capacidade produtiva e industrial, foi destacada a fragilidade tecnológica nacional no Complexo Industrial da Saúde, como evidenciado pelo déficit comercial decorrente da baixa capacitação tecnológica. Em quase todos os segmentos do Complexo da Saúde, esta fragilidade aparece – com algumas exceções como os equipamentos odontológicos –, colocando em risco os próprios objetivos constitucionais do SUS relacionados à universalização do acesso à saúde.

Na dimensão política, o coordenador da mesa apontou os seguintes desafios para a área de pesquisa e desenvolvimento em saúde:

1. A necessidade de uma atuação vertical no campo da pesquisa e desenvolvimento em saúde, a exemplo do padrão bem-sucedido já existente nas áreas de petróleo e gás, capitaneado pela Petrobras, da agropecuária, associada à atuação da Embrapa, já se colocando esta abordagem também para a área de defesa. Nesta perspectiva, destacou que a saúde ainda precisa avançar e que elementos de verticalização do fomento – como a criação de uma instituição setorial – precisariam ser colocados em discussão, de modo a aproximar as pesquisas das necessidades de saúde da população.
2. A política de CT&I em saúde (CT&IS) encontra-se no limiar de um novo patamar para permitir sua configuração como uma política de Estado, devendo se expandir e conquistar uma posição de estabilidade em longo prazo.

3. Há necessidade de mudança no regime jurídico e no modelo de gestão das unidades públicas de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e produção em saúde, de modo a garantir sua sustentabilidade e a efetividade e eficiência das ações.
4. O desenvolvimento das atividades de P&D em saúde deve considerar, de um lado, a dinâmica industrial e de mercado e, de outro, as necessidades sociais (esta é uma peculiaridade da P&D em saúde). Com isso, os requerimentos de articulação institucional são decisivos, como os já constituídos no contexto da Política de Desenvolvimento Produtivo, havendo, porém, áreas que precisam avançar, como a de propriedade intelectual.

O empresário Ogari Pacheco enfatizou em sua palestra a retomada de uma política de desenvolvimento para a área farmacêutica com as iniciativas para o estabelecimento de parcerias público-privadas (as Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo – PDP – lançadas em 2009). Na realidade, representa uma retomada da perspectiva de uma intervenção integrada para o setor, recolocando, em novas bases, as iniciativas que remontam o Grupo Executivo da Indústria Farmacêutica (GEIFAR, 1963).

Entre os elementos recentes que mudaram a configuração da indústria, destaca-se o forte impacto do advento dos medicamentos genéricos que alteraram a configuração da área farmacêutica. Este processo é essencial porque as áreas mais intensivas em tecnologia – a farmoquímica e a biotecnologia em saúde – dependem do dinamismo da indústria farmacêutica. É neste contexto que as políticas recentes para o estímulo às parcerias público-privadas são estratégicas ao assegurar o mercado para viabilizar a produção de princípios ativos no país, que ainda é fortemente dependente de importações.

Para permitir o avanço na política de desenvolvimento tecnológico nacional em saúde, destacam-se as seguintes sugestões:

1. A efetiva incorporação das inovações pelo setor produtivo pressupõe a necessidade de considerar, primordialmente, as necessidades das empresas, envolvendo o direcionamento do fomento, das subvenções e de outros mecanismos de estímulo às atividades de P&D em saúde.
2. Além do papel importante do uso do poder de compra do Estado, é importante se conceber e introduzir mecanismos adicionais para estimular a inovação pela via do mercado não governamental.
3. No âmbito regulatório, as instâncias relacionadas à vigilância sanitária, à propriedade intelectual e à regulação de preços devem conceber mecanismos para um tratamento diferenciado das iniciativas nacionais que introduzam inovações tecnológicas (como um

“protocolo Verde-Amarelo” que, por exemplo, permita o *fast track*). Progressivamente, esta mobilização do aparato regulatório permitiria inclusive aumentar a oferta dos produtos em saúde, com impacto na redução dos preços.

O palestrante Pedro Palmeira, do BNDES, enfatizou a importância do Complexo Industrial da Saúde no contexto nacional. As indústrias da saúde são das mais intensivas em conhecimento e em inovação, com impacto na estrutura industrial brasileira, representando, pela ótica das despesas, mais de 8% do PIB, de acordo com o IBGE. Todavia, observa-se uma fragilidade marcante em termos de conhecimento e de inovação, que se reflete num déficit comercial em torno de R\$ 7 bilhões que torna vulnerável a política nacional de saúde.

Esta situação se mostra ainda mais crítica para pensar o futuro ao se considerar a perspectiva de aumento nos gastos em saúde, decorrentes do envelhecimento da população, do aumento da renda, das mudanças no perfil epidemiológico e do fato de o Brasil ter optado por um Sistema Universal de Saúde.

Especificamente no âmbito da indústria farmacêutica, de um lado, é possível afirmar que há um setor produtivo consolidado e em expansão, observando-se um crescimento do mercado superior a 11% ao ano (em termos correntes). A estrutura do mercado é oligopólica, seguindo o padrão internacional, e as empresas nacionais aumentaram sua participação, são capitalizadas e têm tradição no setor. De outro lado, e seguindo a dinâmica geral do complexo, a fragilidade da estratégia de “máquina comercial” sem um comprometimento mais intenso com a inovação é marcante, podendo comprometer a competitividade da indústria no longo prazo. Em termos políticos, o poder de compra do Estado ocupa um lugar de destaque como principal fator indutor da inovação em saúde, reconhecendo-se o papel do ambiente regulatório estável e em processo de aperfeiçoamento.

O palestrante destacou ao final o papel do BNDES – e que também deve ser destacado como elemento central de uma política articulada de inovação – no financiamento às atividades econômicas e tecnológicas em saúde. O Profarma, criado em 2004 para o apoio à indústria farmacêutica, amplia seu escopo de atuação em 2007 para todo o Complexo Industrial da Saúde. A carteira de financiamento do programa atualmente é de R\$ 1,57 bilhões, mobilizando um investimento de R\$ 3,1 bilhões quando se consideram as contrapartidas, o que representa um salto qualitativo na ação desenvolvimentista para a saúde. Além da ampliação do escopo do programa, destaca-se também o foco prioritário na inovação nesta segunda fase, já mobilizando quase 30% do total dos financiamentos para o complexo, no qual é mitigado o risco no investimento nestas atividades.

Além destes recursos para as empresas, o BNDES dispõe de um fundo não reembolsável para o desenvolvimento tecnológico (Funtec), envolvendo instituições de CT&I, visando gerar externalidades tecnológicas para o investimento produtivo na inovação. Na área da saúde, este programa já possui em carteira um valor de R\$ 197 milhões, destacando-se o apoio a atividades biotecnológicas no campo da saúde humana.

O contexto atual de expansão da demanda em saúde, de importância crescente dos mercados emergentes no cenário global e de existência de um setor produtivo consolidado, mostra-se bastante favorável para a inovação em saúde no país. O aproveitamento desta oportunidade, no entanto, depende do enfrentamento de desafios para o futuro voltados ao fortalecimento das competências para inovar das empresas nacionais do Complexo Industrial da Saúde, destacando-se a necessidade de um apoio mais incisivo para as atividades inovadoras orientadas pelas demandas estratégicas em saúde, a consolidação de grupos nacionais que sejam competitivos no contexto global, a articulação em torno do uso do poder de compra do Estado e a utilização do conhecimento pela atividade produtiva, gerando benefícios sociais.

Objetivando contribuir para uma visão prospectiva que incorpora a apresentação efetuada ao final pelo relator responsável por este documento – centrada em aspectos conceituais e desdobramentos políticos de longo prazo – e pelas diversas concepções e sugestões apresentadas pelos participantes da sessão, incluindo o debate com o público, destacam-se as seguintes perspectivas para uma agenda nacional de longo prazo para a inovação em saúde:

1. Há um reconhecimento de que a pesquisa em saúde apresenta uma dimensão bem mais ampla do que a envolvida na necessidade da inovação no âmbito do Complexo Econômico-Industrial da Saúde (CEIS)¹. Todavia, esta é estratégica para articular as atividades de C&T com o desenvolvimento, pela via da transformação e dinamização produtiva. Sendo assim, a saúde se apresenta como uma área estratégica de longo prazo para o padrão nacional de desenvolvimento ao aliar as dimensões econômica, social, de equidade (pessoal e territorial), científica e tecnológica (líder em termos dos esforços mundiais de P&D em conjunto com a área de defesa), ambiental e geopolítica internacional.
2. O foco na saúde necessariamente remete para uma abordagem da pesquisa e desenvolvimento centrada nas finalidades e na missão destas atividades para a qual convergem diversas áreas de conhecimento e tecnológicas. Isso impõe a necessidade de se pensar um sistema produtivo e de inovação cujas partes se articulam para um objetivo de natureza social. É neste

¹ Adota-se a terminologia de Complexo-Econômico industrial da Saúde (CEIS) para evidenciar que, além das atividades industriais, também engloba todas as atividades econômicas relacionadas à saúde, especialmente a área de serviços, que tem um grande peso econômico e uma contribuição significativa para a dinâmica de inovação (para tanto, basta considerar o papel da pesquisa e assistência médica no padrão de inovação do complexo).

contexto que a consolidação da perspectiva política estratégica para o desenvolvimento do CEIS deve ser buscada (assim como se verifica para a área agropecuária e de defesa ou energia que, de fato, constituem complexos econômicos orientados pelas finalidades), se valendo do alto grau de convergência já obtido no período recente entre a Política de Desenvolvimento Produtivo (MDIC), o PAC da Saúde (Mais Saúde/MS) e o PAC da Inovação (MCT).

3. A abordagem centrada na saúde também remete inerentemente para a necessidade de articulação da política de P&D e de inovação com a dimensão social do desenvolvimento. A antiga dicotomia levantada pelo pensamento estruturalista entre a modernização produtiva e a exclusão social pode assumir características diversas na sociedade do conhecimento, relacionadas ao risco do descolamento do padrão de inovação das necessidades sociais. O ponto de partida para uma política de inovação deve ser a necessidade social, o que na saúde se reflete muito concretamente na necessidade de acesso aos bens e serviços em todos os níveis de complexidade (como preceito constitucional do Sistema Único de Saúde), assim como às ações de promoção e prevenção.
4. Nesta perspectiva, a pauta política deve sempre ser norteadada pelas necessidades de saúde, não havendo, em um sistema universal, uma dicotomia entre as necessidades do sistema público e do sistema privado, o que seria incompatível com a concepção da saúde como um direito do cidadão (e não apenas do consumidor). Em outras palavras, a agenda política pautada pelas necessidades de saúde não pode deixar margem a uma dicotomia entre inovações para o SUS (como se este fosse um sistema para os excluídos) e uma inovação para o mercado.
5. Esta abordagem sistêmica voltada às finalidades estratégicas atuais e prospectivas, por sua vez, remete para a necessidade de articulação das distintas esferas de intervenção estatal, com ênfase para a política de saúde, industrial, de inovação e de C&T. O avanço recente, marcado pela criação do GECIS – uma das iniciativas mais exemplares de ação intersetorial que envolve 15 ministérios e instituições públicas –, atua nesta direção e deve ser consolidado e aprofundado como política de Estado para a inovação em saúde numa perspectiva de longo prazo. Pode-se afirmar que o campo da saúde reflete de modo contundente que políticas setoriais fragmentadas fazem parte de uma agenda do passado e que as políticas sistêmicas que articulam diversas atividades econômicas e de P&D são um grande desafio para o futuro. Na perspectiva sistêmica, ao se colocar a saúde como foco e objetivo estratégico, podem ser superadas, do ponto de vista da política pública, as dicotomias entre a promoção à saúde, a prevenção, a assistência e os interesses específicos dos setores de atividade econômica. Certamente, é papel do Estado arbitrar os diversos interesses setoriais, mas se a saúde da população for o alvo – em que a inovação não aparece como um fim mas como um meio – passa-se a ter um critério claro para a

orientação estratégica e para a busca de convergência e de sinergias no âmbito do sistema de saúde e de inovação.²

6. Como desdobramento, os requerimentos de articulação de políticas e instrumentos para viabilizar estratégias bem-sucedidas de inovação são de grande envergadura, destacando-se a modernização do Estado para o uso do poder de compra em favor da inovação para atender às necessidades de saúde, convergente com mecanismos de fomento e de incentivos, além de um aparato regulatório que articule a lógica sanitária e a econômica de modo ágil e eficiente. Esta necessidade de articulação institucional com foco na demanda social certamente é dos grandes desafios estratégicos para a inovação em saúde numa perspectiva de longo prazo para reverter as assimetrias internacionais.
7. A perspectiva sistêmica, ao enfatizar o Complexo Econômico-Industrial como o elo frágil do Sistema Nacional de Inovação em Saúde, revelado pelo elevado e crescente déficit comercial e pelos indicadores precários de inovação em saúde (Pintec/IBGE, por exemplo), também revela que, sem a criação de uma capacidade de inovação no âmbito do setor produtivo nacional, a barreira entre o conhecimento e o seu uso social não será superada. Nesta perspectiva, os mecanismos de incentivo à inovação devem considerar as especificidades do setor produtivo para serem bem-sucedidas, inclusive para viabilizar a interação com as instituições de C&T. Sem um setor produtivo inovador, dinâmico e fortalecido para enfrentar a concorrência global, a nossa base de conhecimento não alimentará um padrão de desenvolvimento que viabilize a universalização do acesso, o direcionamento da inovação para as necessidades específicas do país e a geração de renda, emprego qualificado e riqueza no país.
8. Por fim, aparece como uma grande resultante de todo o debate a necessidade de uma profunda modernização do Estado brasileiro para consolidar e aprofundar a estratégia de inovação em saúde como uma das grandes prioridades nacionais. Nesta direção, o fortalecimento de organizações e instrumentos de Estado – como a expansão nacional da Fiocruz como instituição estratégica de Estado, a expansão e ampliação do escopo dos programas em saúde do BNDES e da Finep, as novas abordagens para a Anvisa e o INPI e as mudanças no marco legal para viabilizar o uso sistemático e seguro do poder de compra do Estado, além da avaliação de transformações no aparato institucional de fomento à pesquisa em saúde, entre outros desafios – devem ser fortemente considerados para ancorar uma estratégia necessariamente de longo prazo e de grande envergadura no campo da inovação em saúde.

2 Por exemplo, ao se colocar o câncer como um problema de saúde, pode-se pensar em uma estratégia de inovação que envolva desde a organização dos serviços de atenção básica para a promoção e a prevenção até a produção de novos produtos farmacêuticos e de vacinas e equipamentos para diagnóstico.

Em síntese, a saúde emerge do debate claramente como um campo estratégico para a ciência, tecnologia e inovação do país, sendo uma das grandes apostas para a estratégica nacional de desenvolvimento no longo prazo. Revela e sintetiza, ao mesmo tempo, a necessidade de uma política de CT&I comprometida com as necessidades sociais, impondo a definição de orientações estratégicas para O QUE vamos inovar (quais são as grandes escolhas tecnológicas – a dimensão técnico-econômica); PARA QUEM vamos inovar (a quem serve a inovação – a dimensão social); e ONDE vamos inovar (a dimensão territorial do desenvolvimento).

Contribuição para a 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - documento institucional

Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz

1. Apresentação

O **Instituto Oswaldo Cruz**, instituição que originou o complexo da Fundação Oswaldo Cruz (IOC-Fiocruz) completou 110 anos em 25 de maio de 2010. Hoje tem como sua missão: *promover política, gestão e ações de pesquisa, desenvolvimento tecnológico, inovação, ensino, informação e serviços de referência no campo da pesquisa biomédica, visando à saúde da população brasileira*. Em sua visão de futuro, o IOC-Fiocruz busca ser *um Instituto de Pesquisa e Tecnologia internacional de excelência, formador de cientistas e técnicos, reconhecido pela qualidade de sua ação de referência de diagnóstico, assistência e vigilância epidemiológica e capaz de responder às demandas na área de saúde com rapidez e confiabilidade*.

O IOC-Fiocruz se estrutura em **Laboratórios de Pesquisa e Inovação** que são avaliados externamente a cada 4-6 anos, criados, fechados ou recredenciados, tendo se expandido de 50, em 1991, para 71, em 2008. As decisões estratégicas do IOC-Fiocruz são tomadas em seu **Conselho Deliberativo**, integrado pelos representantes dos laboratórios, das categorias profissionais e da direção. Uma dessas decisões foi a participação de uma delegação de 18 pesquisadores e gestores na 4ª CNCTI, levando sugestões e trazendo as diretrizes nacionais para orientar seu planejamento. Este documento institucional sistematiza essas propostas.

2. Breve perfil do instituto Oswaldo Cruz-Fiocruz, reflexo da política científica desenvolvida

O IOC-Fiocruz faz ciência para a saúde da população brasileira, por meio de pesquisa, ensino, serviços de referência, preservação de coleções científicas e produção de informação e comunicação de qualidade. O IOC-Fiocruz monitora e reporta regularmente sua produção científica, e o indicador de número de artigos publicados por ano em revistas indexadas internacionais mostra uma evolução crescente: de 262 artigos, em 2002, passou a 423 artigos, em 2009, acompanhando o crescimento da produção científica brasileira, em ritmo mais intenso do que a produção científica mundial. Dispõe também de um algoritmo para monitorar os diferentes produtos de pesquisa e ensino, valorando diferentemente publicações em revistas com diferentes fatores de impacto, resumos, conferências e palestras proferidas, livros publicados, eventos científicos organizados, patentes depositadas, concedidas ou licenciadas, teses, dissertações e monografias orientadas, aulas e cursos ministrados, participação em bancas examinadoras, consultorias, entre outros. O algoritmo utilizado registrou 48.304 pontos, em 2005, e 73.467 pontos, em 2009, um aumento de 52% em 5 anos. A formação de recursos humanos para a ciência e tecnologia do país está ancorada na pesquisa desenvolvida desde a primeira turma formada em 1911, até a organização dos atuais programas de pós-graduação *stricto sensu*, *lato sensu*, de estágios de graduação e de formação de técnicos de nível médio. Ao todo são 4 cursos de especialização, 6 cursos de mestrado acadêmico, 2 de mestrado profissional, 6 de doutorado, e 2 de mestrado no exterior (Moçambique e Argentina), entre outros, com mais de mil matrículas ativas por ano. Destaque especial é dado à formação de doutores, com mais de 600 já titulados nos 30 anos de sua pós-graduação.

O IOC-Fiocruz considera estratégica a manutenção da diversidade nos seus temas da pesquisa, e reforça a ideia de que deve haver equilíbrio em relação aos recursos que visam ao fomento à inovação e à pesquisa básica no conjunto dos temas. Busca também acompanhar as áreas estratégicas do Ministério da Saúde. Superou sua antiga estrutura departamental e criou áreas matriciais de integração temática e flexível entre seus laboratórios, organizando assim os projetos específicos de cada laboratório, sua produção científica e seus projetos em redes.

A tradição de **pesquisa em doenças infecciosas** é o ponto forte e a marca institucional do IOC-Fiocruz: doença de Chagas, leishmanioses, malária, toxoplasmose e outras protozooses, doenças bacterianas e fúngicas, viroses e riquetsioses, DST/AIDS, dengue, febre amarela e outras arboviroses e helmintoses. A área de **pesquisa em doenças crônicas, degenerativas e genéticas** está sendo nucleada para fortalecer a vertente que prepara massa crítica e projetos de investigação alinhadas às necessidades do novo cenário epidemiológico brasileiro, que combinam o peso de doenças infecciosas - especialmente as vinculadas à pobreza e condicionadas

pelas mudanças ambientais com o peso das doenças crônicas que crescem com o envelhecimento da população e com os determinantes sociais da saúde. As **abordagens multidisciplinares** se aplicam a diferentes objetos de investigação, primariamente a doenças infecciosas, como é a tradição no IOC-Fiocruz, mas também a outros problemas de saúde: taxonomia e biodiversidade, genômica funcional, farmacologia, inovações terapêuticas e bioprodutos, fisiopatologia e estrutura, epidemiologia, vigilância e diagnóstico em saúde, educação e sociedade, imunologia e imunoproteção. Além do conjunto de equipamentos disponíveis nos diversos laboratórios de pesquisa, o parque tecnológico do IOC-Fiocruz também alberga **Plataformas Tecnológicas da Fiocruz**, para prestação de serviços, permitindo a complementaridade de diferentes técnicas. São utilizados equipamentos de alto custo e de caráter multiusuário, mantidas com recursos institucionais. Atualmente, abrangem: Imagem; Citômica; Genômica/Proteômica/Bio-informática; Biossegurança NB2/NB3; Criogenia; Suprimento de Água Reagente e de Meios de Cultura Certificados.

O IOC-Fiocruz vem se somar às demais instituições nacionais para fortalecer uma política de desenvolvimento científico que articule a pesquisa básica com as demandas por inovação, o diálogo com a indústria, visando a tecnologias para produtos e processos que assegurem crescimento e fortalecimento do complexo industrial da saúde para maior autonomia do país em relação à pesada dependência externa deste setor. Mas também vem se somar ao brado pelo desenvolvimento de tecnologias sociais que fortaleçam o desenvolvimento local, que tragam educação, ciência, cultura e inclusão social a todos os municípios do país, capilarizando as atividades de pesquisa e democratizando o acesso ao saber acadêmico e seu compartilhamento e integração com os saberes populares.

Dos diversos temas tratados na 4ª CNCTI, o IOC-Fiocruz gostaria de destacar cinco, para os quais a experiência institucional traz demandas consideradas de dimensão nacional, com impacto para toda a pesquisa brasileira, a saber:

1. Consolidação das coleções biológicas brasileiras no desenvolvimento tecnológico e preservação do patrimônio de biodiversidade;
2. Relações saúde-ambiente;
3. Pesquisa translacional & produção de animais de laboratório;
4. Ensino de biociências e saúde;
5. Gestão participativa.

3. Consolidação das coleções biológicas brasileiras no desenvolvimento tecnológico e preservação do patrimônio de biodiversidade (temáticas: ciência, tecnologia e cultura; biotecnologia e biodiversidade)

As coleções biológicas, consideradas registro e testemunho da biodiversidade, representam a memória para os estudos de sistemática e taxonomia nas áreas de botânica, microbiologia, zoologia, ecologia e epidemiologia de agentes etiológicos, reservatórios e vetores ao longo do tempo. Os recursos biológicos das coleções são patrimônio cultural brasileiro que impactam no conhecimento da biodiversidade genética de organismos relacionados a pesquisas em saúde pública, com potencial uso na produção de novos insumos de interesse biotecnológico.

A Convenção sobre Diversidade Biológica ratificada em 1998 por 187 países, inclusive o Brasil, lançou o desafio do aprimoramento das ações de conservação da biodiversidade, propondo bases de colaboração tecnológica, com incorporação de novos métodos e processos que permitam a caracterização rápida e confiável do acervo e processo de readaptação gerencial e financeira diferenciadas com países industrializados. Os princípios ali fixados representam novo paradigma no cenário internacional, que inclui o reconhecimento dos direitos soberanos dos países sobre seus recursos biológicos, tidos como patrimônio comum da humanidade até 1992. Este novo contexto favoreceu o reconhecimento estratégico das coleções biológicas nacional e internacionalmente, amparados nos aspectos de degradação crescente do meio ambiente; lançou um apelo mundial para o conhecimento da biodiversidade; identificou avanços dos estudos envolvendo biotecnologia com aplicação industrial e econômica; propôs estruturação de centros de recursos biológicos integrando coleções microbiológicas com realização de serviços especializados.

No contexto nacional, a Política Nacional de Biodiversidade permanece como desafio, dada a necessidade de se rever a legislação pertinente a coleções biológicas, garantir recursos financeiros para manutenção de infraestrutura adequada e investir fortemente na formação de mão de obra especializada de nível médio e superior, taxonomistas e curadores. É urgente a harmonização na formulação, coordenação e supervisão das políticas nacionais, no âmbito dos ministérios do Meio Ambiente, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Saúde, dos Transportes e da Ciência e Tecnologia.

Desse modo, defendemos de forma fundamental a promoção de ações para:

- a) Formular e implementar uma política nacional de coleções científicas para apontar prioridades; definir fontes de investimento para infraestrutura e formação de curadores e taxonomistas; integrar e disseminar informações que possam ser apropriadas pelos vários

segmentos da sociedade; definir claramente as competências dos diversos ministérios envolvidos para que as coleções não precisem se adequar à normas impostas por agências completamente diferentes (Anvisa, CGEN, MAPA, Sisbio, CNPq, etc.), de modo a reduzir o impacto da burocracia em procedimentos rotineiros e fundamentais, como o intercâmbio de material biológico com finalidade científica.

- b) **Ativar a câmara técnica permanente de coleções biológica da comissão nacional de biodiversidade**, fortalecendo-a com representantes das instituições fiéis depositárias de coleções biológicas, com proposição de agenda específica neste ano, que é celebrado como Ano Internacional da Biodiversidade: adequação e harmonização intersetorial de normativas legais facilitadoras que regulem ações de coleta de espécimes, bem como transportes nacional e internacional; regulação da licença de coleta para fins taxonômicos e para fins de acesso ao patrimônio genético em Instituições que trabalham em saúde pública; estabelecimento de política de repatriamento de espécimes emprestados para equipes no exterior e que atualmente só regressam ao país como “doação” e não como repatriação de bem nacional.

4. Relações saúde-ambiente

(tema: desafios regionais, territoriais e ambientais)

As relações entre a saúde e o ambiente demandam destaque na Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em função da grave crise ambiental do mundo contemporâneo e suas repercussões à saúde pública. A discussão atual propõe uma visão de saúde como dimensão da vida humana que se manifesta no cotidiano, nos ambientes de trabalho e na dinâmica da vida das cidades e do campo, como descrevem os “Subsídios para a Construção de Política Nacional de Saúde Ambiental” preconizados pelo Ministério da Saúde (Subsídios para a Construção de Política Nacional de Saúde Ambiental, MS, 2007).

Ao analisar as relações saúde-ambiente parte-se da concepção de ambiente como um território vivo, dinâmico, reflexo de processos políticos, históricos, econômicos, sociais e culturais, onde se materializa a vida humana e a sua relação com o universo. Trata-se, assim, de integrar as áreas de gestão ambiental, biossegurança e qualidade nas duas vertentes do ambiente, referentes à biodiversidade do ambiente natural e ao ambiente social.

Em um mundo em que diferenças se traduzem em desigualdades, em que a pobreza implica maior vulnerabilidade aos problemas ambientais e a doenças, são essenciais os “princípios da Ética e da Bioética, da Justiça Social e Ambiental, da Diversidade da Vida, da Cultura da Paz, da

Historicidade, da Equidade, das Especificidades Regionais e da Responsabilidade Socioeconômico-Ambiental” (MS, 2007).

Este documento do Instituto Oswaldo Cruz foi baseado nas seguintes fontes: Saúde e Ambiente: Proposta de Áreas Estratégicas e Prioridades para a Fiocruz. Vice-Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde, Fiocruz. 2009; Caderno de Texto. I Conferência Nacional de Saúde e Ambiente. GT Saúde e Ambiente da Associação Brasileira de Pós Graduação em Saúde Coletiva. 2009; Stotz, E. & Peres, F. Movimentos Sociais e Saúde Ambiental: Reflexões para a Conferência de Saúde Ambiental do Estado do Rio de Janeiro. As propostas se alinham aos esforços da 4ª CNCTI no sentido de contribuir para a elaboração de políticas a serem apropriadas por todos os setores da população, de forma que o conhecimento produzido por instituições de pesquisa possa atuar como fonte de melhoria da qualidade de vida do povo brasileiro. A partir destas considerações gerais, são apresentadas as seguintes proposições:

- a) Estimular a participação democrática, especialmente dos movimentos sociais, no enfrentamento da problemática socioambiental, sobre as relações de saúde, ambiente e desenvolvimento, nos diversos fóruns e espaços de tomada de decisões.
- b) Promover políticas públicas que visem à diminuição das disparidades sociais, à eliminação das doenças relacionadas à pobreza e decorrentes do modelo desenvolvimentista vigente e que garantam a sustentabilidade ambiental, a qualidade de vida e a saúde das populações em seus territórios.
- c) Estimular a produção de conhecimento e desenvolvimento de tecnologias e capacidades em saúde ambiental, como a criação de novos instrumentos técnicos para a conservação da biodiversidade, capacitação em gestão dos recursos naturais e na área de avaliação ambiental estratégica para o zoneamento econômico-ecológico, visando à maior equidade nas condições de saúde da sociedade.
- d) Promover e ampliar a consciência sanitária, política e ambiental das populações a respeito dos determinantes socioambientais num conceito ampliado de saúde, por meio da disseminação da informação relacionada à promoção da saúde e ambiente num modelo de desenvolvimento sustentável.
- e) Promover a educação permanente em saúde ambiental para o fortalecimento da participação social na definição de políticas públicas em saúde ambiental.
- f) Incentivar a produção de conhecimento relacionado ao desenvolvimento em saúde, ambiente e desenvolvimento sustentável para subsidiar a política nacional de saúde ambiental.

- g) Promover estudos prospectivos sobre doenças emergentes, re-emergentes e negligenciadas, sobretudo infecciosas, e análises de risco e acompanhamento sistemático do impacto de mudanças no ambiente, derivadas das mudanças climáticas globais, de desastres naturais e nas áreas de produção de energia e de alimentos sobre a saúde, para assegurar a redução de danos e gerar benefícios para a saúde das populações impactadas.

5. Produção de animais de laboratório e pesquisa translacional (temáticas: ciência básica: o desafio da produção de conhecimento; desafios da saúde: fármacos, vacinas e reagentes para diagnóstico)

O principal desafio na pesquisa é o desenvolvimento de forma a transladar o conhecimento para o uso da população. Sendo assim, existe a constante necessidade de fortalecimento e ampliação da pesquisa básica, em paralelo ao fortalecimento da pesquisa translacional e da inovação. Para a pesquisa translacional, são essenciais investimentos na consolidação de toda a cadeia de geração de conhecimento, e especificamente num de seus elos mais frágeis que é o parque tecnológico de produção de animais de laboratório, desde roedores a primatas não humanos.

O IOC-Fiocruz, em parceria com os demais institutos da Fiocruz, produz conhecimento básico há 110 anos, e o articula com o sistema produtivo para insumos (vacinas, medicamentos, kits para diagnóstico) e para serviços de referência em saúde, inserindo nesse processo todo o esforço de formação e capacitação de profissionais para C&T em saúde, em equipes multidisciplinares que são avaliadas externamente.

Com base nessa experiência, o IOC-Fiocruz traz para a 4ª CNCTI as propostas de:

- a) Fortalecimento de laboratórios e grupos de pesquisa instalados nas ICT brasileiras, com gestão de projetos em redes temáticas e programas integrados, e sistema de mensuração da produção de conhecimento de acordo com os padrões internacionais.
- b) Sensibilização e implantação da cultura da qualidade nos laboratórios de pesquisa, de modo a prepará-los para uma inserção ativa no ambiente de inovação e de serviços, vigilância epidemiológica e ensino, atendendo a demandas emergentes em saúde, educação e desenvolvimento.
- c) Valorização das parcerias público-privadas para apoio a pesquisa e inovação, com alterações nos marcos regulatórios de mecanismos de compras públicas e de tributação de insumos para a pesquisa.

- d) Disponibilização, integração e divulgação do conhecimento para efetiva apropriação do conhecimento pela sociedade.
- e) Incentivos à cooperação intra e interinstitucional para responder aos desafios nacionais.
- f) Desenho de uma política nacional de apoio a PD&I com experimentação animal, com os seguintes pontos:
 - Assegurar investimentos para a criação de uma rede nacional de *biotérios de produções* que garanta a oferta de animais de laboratório com qualidade, para o desenvolvimento da pesquisa e DTI, garantindo também a infraestrutura das instalações físicas, bem como o aperfeiçoamento da regulamentação bioética para pesquisas com animais experimentais.
 - Estimular a implantação de programas de formação e capacitação para educação e treinamento de pessoal nas diversas áreas da pesquisa e em especial na área de animais de laboratório.
 - Implantar uma política para o transporte nacional e internacional de animais de laboratório.
 - Criar assessorias técnicas que possam assessorar o Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (Concea) regulamentado pelo Decreto nº 6899/09, e fazendo-se cumprir as legislações pertinentes.

6. Ensino de biociências e saúde

(temas: áreas estratégicas – educação em ciências; ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento social: construção da cultura científica; ciências e matemática nas escolas e educação tecnológica)

Desde 2004, o IOC-Fiocruz desenvolve um programa de pós-graduação *stricto sensu* dirigido a professores e educadores que buscam formação nos cursos de mestrado acadêmico, mestrado profissional e doutorado. Até 25 de maio de 2010, foram concluídas 27 teses de doutorado, 80 dissertações de mestrado acadêmico e 2 dissertações de mestrado profissional. Articulados com o esforço nacional de educação em ciências, uma das áreas estratégicas apontadas na 4ª CNCTI, o IOC-Fiocruz destaca como problemas a serem enfrentados em âmbito nacional:

- a) A carência de programas na área de ensino de ciências da saúde – só 4 no Brasil – fragiliza o conjunto de revistas acadêmicas que compõem o qualis da área, muito fortemente influenciado pelas áreas de física, química e matemática, e demandam uma política específica para esse segmento de ensino de biociências e saúde, com cuidado particular pela Capes e pelo CNPq.

- b) Professores e educadores que buscam os programas de formação em ensino de ciências apresentam grandes dificuldades econômicas e também necessitam de uma política específica de concessão de bolsas, que compatibilize a atuação em serviço (e a remuneração do professor por sua ação em sala de aula), onde de modo geral é desenvolvido o projeto de pesquisa, com o recebimento de uma bolsa de mestrado ou de doutorado.
- c) Os campos de investigação de educação em saúde, característico da área de saúde coletiva, e de ensino de ciências e saúde, característico da área de ensino de ciências e matemática, precisam ser pensados integradamente, com estratégias de articulação de metodologias, boas práticas e experiências de sucesso nas diferentes regiões do país, mediante políticas públicas de fomento a tal integração.

7. Gestão participativa

Como parte integrante da larga experiência de gestão participativa implantada na Fiocruz, o IOC-Fiocruz pratica esse modelo. A direção é eleita diretamente a cada 4 anos por toda a comunidade do instituto e recomendada pelo presidente da Fiocruz ao ministro da Saúde, que designa o diretor dentre os presentes na lista tríplice que alcancem mais de 50% de votos. O conselho deliberativo é composto por membros com direito a voto, todos eleitos para representar seus pares – equipes dos laboratórios ou categorias profissionais – e por membros com direito a voz – gestores responsáveis pelos setores operacionais das vice-direções (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; Ensino, Informação e Comunicação; Serviços de Referência e Coleções; Desenvolvimento Institucional e Gestão). Além do conselho, a diretoria é assessorada por 6 câmaras técnicas (Pesquisa, Ambiente, Ensino, Informação-Comunicação, Serviços de Referência, Coleções) e por 5 comissões internas (Biossegurança, Gestão Ambiental, Qualidade, Obras, Desenvolvimento Social), todas compostas por membros voluntários do instituto e de outras unidades da Fiocruz que se dispõem a colaborar. Os coordenadores de áreas de pesquisa são eleitos entre os laboratórios participantes para desenvolver um programa de trabalho, assim como os coordenadores de dos programas de pós-graduação *stricto sensu*. Isso envolve mais de 400 pesquisadores, tecnólogos, técnicos e analistas nas atividades de planejamento e de gestão institucional, que caracterizam o IOC-Fiocruz como um instituto que pratica a democracia interna e a gestão participativa.

Desde 2004, o planejamento estratégico do IOC-Fiocruz vem sendo feito com o modelo de encontros específicos. Para o ensino, há as instâncias de colegiado de doutores e o fórum de alunos. Encontros administrativos e de técnicos também são praticados. Visitas regulares são feitas pela diretoria aos laboratórios do IOC-Fiocruz nos seus 20 prédios no campus de Manguinhos. O sítio internet do IOC-Fiocruz, complementado por seu sítio intranet, asseguram transparência para

todas as atividades e publicam regularmente as informações internas e externas que refletem o que se faz no instituto.

O IOC-Fiocruz defende esse modelo como plenamente viável para instituições de CT&I.

Pesquisadores e gestores do IOC na 4ª CNCTI

Ada Alves, Adeilton Alves Brandão, Daniel Buss, Eduardo Volotão, Jacenir Reis dos Santos Mallet, Lucia Rotenberg, Marise Asensi, Marilza Herzog, José Paulo G. Leite, Carlos Alberto Muller, Fatima Rocha, Mariza Conde, Mônica Márcia Oliveira, Paulo Sérgio D'Andrea, Tania C de Araujo Jorge, Thereza Cristina Benévolo de Andrade, Vanise Baptista da Costa, Wania Santiago.

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Desafios da saúde

Num sistema universal de saúde como o SUS: inovação é acesso

José da Rocha Carvalho¹

1. Introdução

Dar conta das principais questões relacionadas com a temática desta sessão, tal como foram enunciadas pela Coordenação da 4ª CNCTI, exige uma incursão pelos seguintes itens: breve diagnóstico sobre a situação brasileira e internacional relativa ao tema; principais desafios para o Brasil nesse campo; recomendações para política CT&I para os próximos anos. Essa exigência nos remete imediatamente à experiência do “Projeto Inovação em Saúde”, conduzido nesta primeira década do século XXI pela Presidência da Fiocruz, sob os auspícios do Ministério da Saúde. Com efeito, esse projeto adotou exatamente essa mesma abordagem nos âmbitos de: vacinas & imunobiológicos, medicamentos & fármacos e reagentes para diagnóstico. Assim, compusemos esta Nota Técnica com ênfase nos resultados obtidos pelo Projeto Inovação e, em seguida, com algumas considerações pertinentes.

O Projeto Inovação em Saúde e o Complexo Produtivo na Saúde – Projeto Inovação em Saúde (Fiocruz/Ministério da Saúde, 2003) foi formulado no início da primeira década do século XXI, na Presidência da Fiocruz, com os seguintes propósitos:

- Avaliar a potencialidade da inovação em saúde frente ao contexto internacional;
- Avaliar necessidades de longo prazo quanto à inovação e desenvolvimento tecnológico em saúde;

¹ Professor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP/Professor Visitante da Fiocruz e Membro do Comitê Executivo do INCT de Inovação em Doenças.

- Subsidiar políticas para promover competitividade, tecnológica e gerencial, dos produtores nacionais.

Para concretizar esses propósitos, foi consenso empreender os seguintes estudos:

- Horizontais: carga da doença; propriedade intelectual; pesquisa clínica;
- Verticais: vacinas & imunobiológicos; medicamentos & fármacos; reagentes para diagnóstico.

De qualquer forma, os estudos tinham como propósito elaborar propostas de políticas públicas com prioridades definidas pelas necessidades de saúde. Para tanto, empregou-se um procedimento padrão em estudos desta natureza: um *brainstorming*, envolvendo membros da coordenação do projeto e número limitado de especialistas convidados, define as principais linhas a contemplar; a cada uma destas corresponde um estudo encomendado a um ou mais especialistas; cada um destes estudos é apresentado e discutido num seminário do qual fazem parte membros dos segmentos relevantes na esfera pública, do governo, da academia e do empresário (a chamada hélice tripla envolvida na formulação de políticas). Esses seminários são registrados em meio magnético, transcritos e submetidos a um processo de análise que identifica as ideias centrais para formular propostas de políticas. Nesse processo, o marco conceitual é o *Complexo Produtivo em Saúde* (GADELHA, 2005) segundo o qual há uma interação dialética e complexa entre o setor de produção de insumos (medicamentos, vacinas, equipamentos, hemoderivados, etc.) com o de produção de ações de saúde. Todo o processo é descrito em dois livros editados pelos Coordenadores do Projeto (BUSS *et al.*, 2005 e BUSS *et al.*, 2006).

2. Conclusões do projeto e a formulação de política

De toda a riqueza conceitual e temática do processo, destacamos para efeito do contexto de uma conferência nacional de CT&I as duas conclusões mais pertinentes e que estão detalhadas em capítulos dos livros mencionados: o Programa Nacional de Competitividade em Vacinas ou Inovacina (CARVALHEIRO *et al.*, 2005); a identificação de oportunidades para inovação de medicamentos da Renam e da lista de medicamentos de alto custo: biofármacos, fármacos de síntese e fitofármacos (ANTUNES & CANONGIA, 2006). Essas conclusões constituem marcos essenciais no desenvolvimento do projeto e foram encaminhadas ao Ministério da Saúde e às instâncias responsáveis pela democratização na formulação de políticas públicas nesta área, notadamente os Fóruns de Competitividade (MDIC): o da Cadeia Farmacêutica e o de Biotecnologia, com seu GT de Saúde Humana. No âmbito do próprio Ministério da Saúde, a SCTIE é responsável pela Política de CT&I em Saúde e pela Agenda de Prioridades em Pesquisa, além de sediar o Grupo Executivo do Complexo Industrial da Saúde (GECIS) com seu fórum de representação da sociedade civil. O sucesso do Projeto Inovação se traduz pela inclusão

das ideias nele desenvolvidas tanto na Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) quanto especialmente no PAC da Saúde (*Mais Saúde* do MS) e no PACT&I (do MCT). Em 2005, numa discussão encaminhada no âmbito da ABDI e do CGEE, é formulada a Política Brasileira de Desenvolvimento Industrial, que inclui um Inovacina revisto e atualizado em suas prioridades com participação de especialistas num seminário. Quanto à legislação encaminhada, em 2006, tivemos no Ministério da Saúde as Portarias GM / MS 972 e 973 (maio) que criam o Inovacina e a Câmara Técnica de Imunobiológicos. Em julho de 2006, no Fórum de Competitividade de Biotecnologia, propõe-se a Estratégia Nacional de Biotecnologia e a Política de Desenvolvimento da Bioindústria, acolhendo a essência do Inovacina; quatro ministros (MDIC, Saúde, Agricultura e C&T) assinam exposição de motivos ao presidente da República com minuta de decreto; cria um Comitê Nacional de Biotecnologia, coordenado pelo MDIC, com 14 representantes de ministérios.

3. Segmento farmoquímico

O Projeto Inovação em Saúde realizou, em 2006, reunião de especialistas no segmento farmoquímico com o seguinte objetivo: visualizar o panorama atual e os principais gargalos a serem superados neste segmento no Brasil. Essa reunião contribuiu na definição dos *termos de referência* para a realização de estudos de prospecção tecnológica para subsidiar a formulação de políticas integradas para o setor:

- Avaliação do setor produtivo farmoquímico nacional – capacitação Tecnológica e produtiva atual; mapeamento e identificação das empresas farmoquímicas atuantes no setor, caracterizando o tipo e a escala de produção e sua estrutura para o desenvolvimento tecnológico de produtos; avaliação da capacidade instalada em termos de infraestrutura, recursos técnicos e financeiros; definição do seu grau de participação no mercado nacional.
- Análise das necessidades de financiamento para o desenvolvimento tecnológico e/ou o aumento da produtividade no setor farmoquímico; identificação das necessidades de financiamento para o setor farmoquímico nacional, com foco no aumento de produtividade/competitividade e na diversificação da produção por meio do desenvolvimento tecnológico e da inovação; prioridades de financiamento para o curto, médio e longo prazo, projetando cenários com produtos concretos.
- Análise das relações entre os setores produtivos: farmoquímico e farmacêutico no Brasil; identificação dos fluxos e da dinâmica de mercado entre os setores farmoquímico e farmacêutico nacional; potenciais articulações e integração entre ambos os segmentos da cadeia produtiva farmacêutica, visando ao fortalecimento do setor farmoquímico e garantia de mercado.

- Prospecção tecnológica internacional do setor farmoquímico; identificação das tendências internacionais de desenvolvimento tecnológico no segmento farmoquímico; composição do mercado atual e possíveis competidores internacionais para o Brasil; nichos potenciais de inovação que poderiam ser aproveitados pelo país, considerando os condicionantes impostos pelos acordos internacionais de proteção à propriedade industrial.

Esses estudos foram apenas parcialmente implementados, especialmente os dois primeiros. Embora comprovem a crise do setor, afastam as piores afirmações a respeito da absoluta destruição deste segmento industrial no Brasil. Há possibilidades de recuperação, desde que sejam superadas as dificuldades de financiamento e regulação, com apoio oficial mediante incentivos fiscais e modificações na legislação de licitações, favorecendo a indústria nacional.

4. Estudos sobre reagentes para diagnóstico

Neste segmento, foram propostos quatro estudos: (1) Prospecção Internacional do Mercado Mundial; (2) Prospecção da Capacidade Nacional de P&D em Reagentes; (3) Capacidade Tecnológica de Produção em Reagentes; (4) Capacidade Gerencial dos Produtores Públicos. Praticamente apenas o estudo número 2 mereceu alguma atenção e procurou-se encontrar competências nos grupos acadêmicos capazes de desenvolver ideias mais próximas dos objetivos do projeto. Uma evidência importante é que este segmento é mais complexo do que se supunha, com grande concentração de produtores, especialmente grandes empresas multinacionais, dificuldades na acreditação de produtores e surgimento de grupos emergentes das incubadoras de pequenas empresas, com atuação em limitados segmentos do mercado. Este campo merece especial atenção no prosseguimento dos estudos do Projeto Inovação.

5. Desafios atuais

Na atualidade, identificamos desafios internos que se desdobram no âmbito internacional na medida em que a estrutura do mercado globalizado impõe a contextualização da capacidade de desenvolvimento para os países menos industrializados. Analisando as dimensões *push* e *pull* no processo de *inovação*, nos defrontamos com um quadro que merece amplo debate internacional. Há poucos países em desenvolvimento reconhecidos como *Innovative Developing Countries*, apenas pouco mais de uma dúzia (MOREL *et al.*, 2007). Entre eles, o Brasil se destaca mais pela dimensão *push*, em particular pelo vertiginoso crescimento de nossos programas de pós-graduação nas últimas duas décadas, do que pela dimensão *pull*. Porém, estamos entre eles e mister se faz incluímos entre os desafios tanto as condições essencialmente locais quanto as que assolam

a humanidade como um todo, aturdida diante da globalização da economia, especialmente do setor financeiro, com um quadro curioso de “industrialização cosmética” e de aproveitamento de facilidades de produção em países que desprezam exigências ambientais, regulatórias e mesmo éticas para se inserirem no mundo industrial globalizado (barrigas de aluguel). Vamos apenas elencar os desafios que devem merecer atenção imediata, para definir alternativas políticas de médio e longo prazo.

5.1. Produção de genéricos, farmoquímicos e fitoterápicos

Ensaio clínico: relacionamento com CRO e destas com a *bigpharma*; registros nacionais (especialmente *Clinicaltrials.gov* do NIH/USA) predominantes sobre as propostas do OMS (ICTRP), dos editores científicos e do Consenso de Ottawa, com sua luta pelo desvelamento dos resultados dos ensaios, sejam positivos ou negativos (PROCTOR); rede brasileira patrocinada pelo DECIT/SCTIES/MS e composta de unidades hospitalares acadêmicas; questões emergentes da ética da pesquisa (sistema CEP/CONEP);

Regulação: Anvisa, FDA (USA), EMEA (EU); combate a falsificações (*pharma anti-counterfeiting strategies*), os riscos do *fast track* e a imperiosa necessidade de uma competente farmacovigilância;

A “judicialização” da saúde, particularmente importante no setor de acesso a medicamentos; as questões jurídicas internacionais, a licença compulsória, o tratado TRIPS e a relação conflituosa da OMS com a OMC a respeito da Rodada Doha;

As doenças negligenciadas: Fundo Global e outros de natureza similar, como o Fundo Rotatório (OPAS) e o GAVI (*Gates Foundation*) para compra de vacinas.

5.2. Novas ideias

Alguns esforços têm sido feitos, especialmente no sentido de romper a contraditória realidade de maior esforço no desenvolvimento de produtos de alto potencial de geração de lucro. Ao mesmo tempo, negligenciam-se outros, indispensáveis para combater – prevenindo ou curando – doenças que atingem imensas parcelas da humanidade que vivem em condições de pobreza e não são considerados mercado atrativo. Alguma resistência a este quadro geral no mundo globalizado é representado pelo movimento *Open innovation: a new paradigm*, não só no campo da saúde.

A OMS (2008) criou um grupo especial para apresentar ideias a respeito do financiamento de pesquisa na área da saúde: *WHO Expert Working Group on R&D Financing*. Entre as iniciativas de discussão deste grupo, mencionamos: *Relevant international initiatives on Financing; Innovative*

Financing Models for Health Systems; Global Funding of innovation for neglected diseases: Type II and Type III diseases and the specific needs of developing countries in relation to Type I diseases; Current and proposed R&D financing mechanisms, including key financing proposals in circulation.

Além de ideias que galvanizam contingentes expressivos da comunidade da saúde e do desenvolvimento, existem algumas que, pela sua característica de audácia extrema, parecem ter grande dificuldade de prosperar:

- *The Health Impact Fund* preconiza o acesso universal a medicamentos, explorando a ideia do *open access* e copiando propostas do *The last mile problem* (acesso a *cable TV* na periferia das cidades). Isso soa como uma “reinvenção” do capitalismo, eliminando a competição pela disputa do mercado, criando um fundo que remunere a *big pharma* pela venda a preço de custo, desde que prove quanto o novo produto reduz da carga da doença (*Burden of disease*) (HOLLIS, A. & POGGET, 2008).
- A criação de algo semelhante aos créditos de carbono (*carbon offsets*), exigindo que a *big pharma* financie (por meio de *social offset*) estudos sobre educação sanitária, promoção, prevenção e determinantes sociais das doenças negligenciadas em valor proporcional aos gastos com o desenvolvimento de inovações tecnológicas farmacêuticas, é uma espécie de “reinvenção” do socialismo utópico (SPIEGEL, J.M., et al., 2010).

Não podemos deixar de mencionar uma proposta mais sensata: ao criar os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia, o CNPq deu oportunidade ao surgimento de iniciativas relacionadas com o desenvolvimento de inovações na área de vacinas, soros, medicamentos, fármacos, reagentes para diagnóstico, etc. Apenas para citar um deles, intimamente associado à mesma proposta do Projeto Inovação em Saúde, o INCT – IDN (Inovação em Doenças Negligenciadas), sediado no CDTS/Fiocruz.

Por fim, uma ideia que está sempre presente no discurso da comunidade epistêmica (HAAS, 1992) do chamado movimento sanitário (internacional) e que é expressa de maneira contundente pelo ministro da Saúde, no prefácio do já mencionado livro “Medicamentos no Brasil” (TEMPORÃO, 2006):

“Na saúde (do SUS), inovação é acesso.”

Referências

- ANTUNES,A.M.S. & CANONGIA,C.- "Prospecção Tecnológica da Indústria Farmacêutica Nacional: fármacos e medicamentos da Renam com potencial de inovação", in Buss,P.M. et al. "Medicamentos no Brasil: inovação e acesso", op.cit. 2006
- BUSS,P.M.; CARVALHEIRO,J.R & ROMERO, C.NP. (orgs.). "Medicamentos no Brasil: inovação e acesso". Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; ISBN: 978-85-7541-165-0. 2008. 440p., 2006
- BUSS PM, TEMPORÃO JG, CARVALHEIRO JR,(orgs.). "Vacinas, soros & imunizações no Brasil", Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; ISBN: 85-7541-060-1; 420 pp., 2005
- CARVALHEIRO,J.R.; TEMPORÃO,J.G.; HOMMA.A. & HIGASHI,H.G.- "Prospecção em Vacinas: Resultados do Projeto Inovação", in Buss PM, et al. " Vacinas, soros & imunizações no Brasil", op.cit. 2005
- FIOCRUZ/MINISTÉRIO DA SAÚDE. "PROJETO INOVAÇÃO EM SAÚDE" (inclui comentário do Coordenador do Projeto J.R.Carvalho: Novidade é inovar). Revista Rio de Janeiro, n. 11, set.-dez., pp 1-19, 2003
- GADELHA,C.A.G. "O Complexo Industrial da Saúde: desafios para uma política de inovação e desenvolvimento", in Buss PM et al. " Vacinas, soros & imunizações no Brasil", 2005 op.cit.
- HAAS, P. M. "Knowledge, Power, and International Policy Coordination: Epistemic Communities and International Policy Coordination". *International Organization*, vol. 46, n. 1, 1992, pp. 1-35
- HOLLIS, A. & POGGETT.- "The Health Impact Fund: Making New Medicines Accessible for All" (Incentives for Global Health), 2008, disponível em www.yale.edu/macmillan/igh/hif_book.pdf, acesso em 11 de junho 2010.
- MOREL, C.M.; CARVALHEIRO, J.R.; ROMERO, C.N.P.; COSTA, E.A. & BUSS, P.M. – "Neglected Diseases: The road to recovery", *Nature* 449, 180-182, 2007
- SPIEGEL, J.M.; DHARAMSI, S.; WASAN, K.M.; YASSI, A.; SINGER,B. et al. (2010) Which New Approaches to Tackling Neglected Tropical Diseases Show Promise? *PLoS Med* 7(5): e1000255. doi:10.1371/journal.pmed.1000255, Available online at: <http://bit.ly/bvfU5K>, (acesso 11/06/2010).
- TEMPORÃO,J.G.- "Prefácio", in Buss,P.M. et al. "Medicamentos no Brasil: inovação e acesso", 2006, op.cit.
- WHO - Expert Working Group on R&D financing, 2008 (acesso no site www.who.int ,11/06/2010)

Desafios da saúde: fármacos, vacinas e reagentes para diagnósticos

Nelson Brasil de Oliveira¹

1. Cenário atual

1.1. Fármacos

Em consequência da abrupta abertura comercial ocorrida nos anos 1990, sem respeito aos compromissos assumidos pelo governo com o setor privado, ocorreu o fechamento de mais de 1.000 unidades produtivas e paralisação de mais de 300 projetos, somente no complexo industrial da química fina, conforme discriminação a seguir apresentada.

Quadro 1. Desinvestimento ocorrido na química fina

Discriminação	Nº de Unidades		Total
	Paralisadas	Não Implementados	
Intermediários de química fina	241	208	449
Farmoquímicos	407	110	517
Princípios ativos para defensivos agrícolas	73	10	83
Aditivos, corantes e aromatizantes	375	27	402
Total	1.096	355	1451

1 Primeiro Vice-Presidente da Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina (Abifina).

A política industrial, tecnológica e de comércio exterior (PITCE), divulgada em 31/03/2004, definiu as diretrizes para o desenvolvimento econômico do país com ênfase em quatro setores estratégicos, dentre os quais fármacos e medicamentos. Daí surgiram os Fóruns de Competitividade de Cadeias Produtivas, onde foram formulados diagnósticos setoriais e concebidos instrumentos, visando promover o desenvolvimento desses setores industriais. No segundo mandato do presidente Lula, foi lançada a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) complementando a PITCE, em cujo contexto foi editado o PAC da Saúde que, sob a gestão de Temporão no Ministério da Saúde, deixou clara a necessidade de se estabelecer como estratégia de ações uma visão integrada da cadeia produtiva e da prestação de serviços para a saúde. Como iniciativa pioneira nesse cenário, cabe destacar a determinação e a coragem expressas nas licitações e parcerias público-privadas originalmente concebidas para a fabricação verticalizada no país de *Zidovudina*, *Lamivudina* e *Efavirenz*. A partir dessas exitosas experiências e com uma visão estratégica de administração pública, foram editadas as seguintes portarias e decreto: (1) *Portaria Interministerial 128* – fixação de diretrizes para a contratação pública da fabricação de fármacos e medicamentos pelo sistema público; (2) *Decreto de 12 de maio de 2008, que criou o GECIS* – organismo interministerial, coordenado pelo Ministério da Saúde, com o objetivo de promover ações concretas, visando à criação e à implantação do marco regulatório para atingir os objetivos estratégicos definidos pelo governo federal para a área da saúde; (3) *Portaria 978* – lista dos produtos estratégicos na área do SUS; (4) *Portaria 3.031* – define os critérios a serem considerados pelos laboratórios oficiais de produção de medicamentos em suas licitações para aquisição de matérias-primas.

1.2. Vacinas e kits para diagnósticos

Neste segmento produtivo, vamos nos basear naquilo que nos ensina Akira Homma, conhecido pesquisador e dirigente da Fiocruz com relevante atuação nessa área. O Programa Nacional de Imunizações (PNI) brasileiro é um dos mais avançados no mundo por oferecer acesso à população de uma ampla variedade de vacinas para prevenção de importantes doenças. Além das 12 vacinas incluídas no calendário básico de imunizações, oferece também vacinas e imunobiológicos especiais destinadas a usuários que requerem produtos diferenciados. A maior parte do suprimento dessa demanda por vacinas no país é atendida pelos laboratórios Bio-Manguinhos e Instituto Butantan, além da importação de vacinas ainda não fabricadas no país.

A ação do Estado na área de vacinas começou no início do século passado e teve papel fundamental na erradicação da febre amarela urbana e da varíola. A partir da década de 1950, foi intensificada pela campanha de controle e erradicação da paralisia infantil. A fabricação nacional de vacinas ganhou impulso na década de 1980, quando um laboratório multinacional que detinha 80% do mercado de vacinas, ao ser solicitado pelo Ministério da Saúde para colaborar com o seu sistema de Controle de Qualidade, resolveu abruptamente encerrar suas atividades na

produção de imunobiológicos, deixando o país completamente desabastecido de vacinas essenciais e soros imunes antitóxicos e antiofídicos. Nesse momento, o Ministério da Saúde resolveu criar o Programa de Autossuficiência Nacional de Imunobiológicos (PASNI), iniciativa que permitiu a modernização e ampliação do parque produtor de soros imunes antitóxicos, soros antiofídicos e vacinas para o PNI.

Nas últimas duas décadas, ocorreram enormes avanços científicos e tecnológicos, especialmente na biologia molecular e na moderna biotecnologia, que possibilitaram o desenvolvimento de vacinas mais eficazes, menos reatogênicas e mais complexas tecnologicamente, tendo como primeiro exemplo a vacina contra Hepatite B.

1.3. Mercado

Mercado farmacêutico mundial: atinge um valor de faturamento anual na casa de US\$1 trilhão, concentrado em 80% nos seguintes países: EUA, Japão, Holanda, Alemanha e França. O Brasil representa, apenas, 1,72% desse mercado, ou seja, US\$17 bilhões/ano. Desse mercado total de US\$1 trilhão, 67% destinam-se a fármacos e medicamentos, 30% a produtos médicos, 2,5% aos reagentes para diagnósticos e 0,9% para vacinas.

Mercado farmacêutico no Brasil: como não existem dados disponíveis sobre o faturamento dos diversos segmentos produtivos que compõem o mercado público e privado brasileiro nessa área, decidiu-se usar a mesma distribuição percentual que aparece nas estatísticas do mercado farmacêutico mundial, aplicando-a na base mais confiável de dados encontrada no mercado brasileiro, que é o faturamento com as vendas de produtos farmacêuticos no Brasil, disponibilizado pelo Sindusfarm.

Quadro 2. Faturamento da produção nacional em 2009

Discriminação	% Mercado Total (2)	Valor US\$ mil
Produtos Farmacêuticos (1)	100	17.183.573
Medicamentos	70,00	12.028.501
Fármacos	0,87	150.000
Vacinas	0,90	154.652
Kit Diagnóstico	2,50	429.589
Produtos Médicos	25,73	4.421.333

Notas: (1) Fonte do valor de faturamento em produtos farmacêuticos: SINDUSFARMA
(2) Critério de alocação % Mercado Total: Cesar Vieira, Consultor IBEDESS

Mercado externo do Brasil: as séries históricas de importações e exportações do Brasil nessa área são apresentadas nas tabelas que seguem, as quais mostram um expressivo e crescente déficit comercial:

Quadro 3. Importação, exportação e déficit

Importação						
ANO	Farmoquímicos NCM Cap. 29	Medicamentos NCM 3003 e 3004	Vacinas Humanas NCM 3002.20	Vacinas Animais NCM 3002.30	Kit Diagnóstico NCM 3006.20 e 3006.30	Total Indústria Farmacêutica (milhões US\$)
2005	1.091.700.000	1.385.463.000	122.295.290	25.523.802	23.513.824	2.648
2006	1.114.400.000	1.802.201.000	160.611.372	32.493.327	18.216.540	3.128
2007	1.600.000.000	2.330.548.000	227.188.698	35.847.838	34.855.488	4.228
2008	2.021.600.000	2.732.248.000	321.503.797	64.126.159	38.814.860	5.178
2009	2.048.600.000	2.702.000.000	288.638.773	81.653.742	30.226.667	5.151

Exportação						
ANO	Farmoquímicos NCM Cap. 29	Medicamentos NCM 3003 e 3004	Vacinas Humanas NCM 3002.20	Vacinas Animais NCM 3002.30	Kit Diagnóstico NCM 3006.20 e 3006.30	Total Indústria Farmacêutica (milhões US\$)
2005	211.300.000	311.561.792	14.903.428	12.199.781	4.531.783	554
2006	221.600.000	442.108.627	8.126.397	15.837.430	11.960.219	700
2007	272.600.000	518.404.646	21.957.711	17.499.364	10.738.618	841
2008	341.200.000	667.221.775	26.403.535	24.008.831	13.431.098	1.072
2009	359.900.000	768.300.000	29.562.850	22.472.961	9.883.595	1.190

Déficit						
ANO	Farmoquímicos NCM Cap. 29	Medicamentos NCM 3003 e 3004	Vacinas Humanas NCM 3002.20	Vacinas Animais NCM 3002.30	Kit Diagnóstico NCM 3006.20 e 3006.30	Total Indústria Farmacêutica (milhões US\$)
2005	880.400.000	1.073.901.208	107.391.862	13.324.021	18.982.041	2.094
2006	892.800.000	1.360.092.373	152.484.975	16.655.897	6.256.321	2.428
2007	1.327.400.000	1.812.143.354	205.230.987	18.348.474	24.116.870	3.387
2008	1.680.400.000	2.065.026.225	295.100.262	40.117.328	25.383.762	4.106
2009	1.688.700.000	1.933.700.000	259.075.923	59.180.781	20.343.072	3.961

Fonte: Alice Web.

2. Desafios relevantes

Fármacos

O planejamento estratégico desse segmento industrial já se encontra concluído, pois conforme apresentado no tópico **Cenário atual**, cuidadosamente já foram elaborados diagnósticos do setor, foram definidas suas fragilidades e foram concebidos os instrumentos necessários para o seu desenvolvimento. No momento atual, falta apenas implantá-los efetivamente, para o que é requerida apenas uma medida legislativa, além de uma forte mudança em posturas gerenciais de parte de ente público.

O grande fator motivador para qualquer investimento é a existência de mercado que, no caso de fármacos, tem sua fatia mais apreciada representada pelas compras públicas, ou seja, é absolutamente necessário ser usado o poder de compra do Estado para viabilizar qualquer política pública que objetive o desenvolvimento da produção de fármacos no país. E o uso do poder de compra do Estado vem sendo idealizado por meio da montagem de parcerias público-privadas feitas entre laboratórios oficiais e empresas privadas, visando à absorção, à transferência e ao desenvolvimento de tecnologias para atender as demandas do setor público cobertas por recursos do SUS. No entanto, para se tornar realidade, esse modelo requer uma adequação da Lei de Licitações, matéria que jê tem um projeto de lei concebido e proposto pelo Ministério da Saúde à Casa Civil.

Nesse cenário, a inovação tecnológica focada na capacidade produtiva encontrada nas empresas privadas constitui empreendimento absolutamente necessário, para o que é requerido que o mecanismo de subvenção econômica, prevista nas políticas de financiamento do governo, sejam realmente dirigidas para aplicação direta nas empresas produtivas operando no Brasil. Tais empresas podem e devem se valer das instituições de pesquisa encontradas nas universidades e centros de pesquisa, mas é essencial que as empresas é que recebam e orientem a aplicação de tais recursos públicos.

2.1. Vacinas e kits para diagnósticos

Em virtude do término do prazo de vigência de patentes relacionadas a produtos farmacêuticos líderes de mercado mundial, tende a ocorrer um acirramento da competição nessa área de medicamentos e vacinas, seja pela atuação de laboratórios multinacionais, seja pelos laboratórios nacionais cada vez mais capacitados. E essa ocorrência deverá se verificar, inclusive, na produção local de imunobiológicos, tanto pela compra direta dos laboratórios produtores de vacinas quanto via fusão de empresas.

O grande desafio dos laboratórios nacionais de produção de vacinas é incorporar as tecnologias de produção dessas novas vacinas o mais rapidamente possível para oferecer ao PNI o produto a um preço compatível com o orçamento público do país, iniciativa que pode ser bastante efetiva se utilizado o sistema de parcerias público-privadas adotado na área de fármacos e medicamentos. Tal desafio resulta do fato de que o desenvolvimento tecnológico e inovação em vacinas são de longa duração – 10 a 20 anos –, requerendo alto investimento em instalações, equipamentos, estudos clínicos (que podem durar de 5 a 6 anos) e em recursos humanos especializados. Nessas circunstâncias, é difícil motivar empresas privadas para investimento em desenvolvimento e inovação tecnológica de vacinas, o que requererá um papel primordial do poder público, que terá de assumir a responsabilidade pela realização de pesados investimentos em R&D.

Existe uma grande capacitação científica demonstrada pelo número de trabalhos científicos em revistas internacionais indexadas, mas esse conhecimento científico não é transformado em produtos de interesse para a sociedade.

Da mesma forma que no contexto das propostas do Complexo Industrial de Saúde, é importante que laboratórios farmacêuticos de grande porte sejam estimulados investir em R&D e em aquisições de tecnologias para atuar na área de imunobiológicos. Atualmente, é o Ministério da Saúde que realiza as aquisições de vacinas e imunobiológicos necessários para os vários programas de saúde do país, sendo um orçamento de alto valor, que poderia representar também um alto poder de compra e que poderia ser utilizada de forma mais eficaz por uma empresa pública para incorporação de tecnologias de produção de interesse. Enfrentar esse desafio com soluções que passam pelo estabelecimento de parcerias público-privadas será aumentar em muito a competitividade do país na área de imunobiológicos.

3. Recomendações para política CT&I nos próximos anos

3.1. Fármacos

Compras e contratações de fabricação: definição da forma de aplicação da isonomia tributária (levando em conta todos os tributos que oneram a produção nacional) e dos requisitos sanitários (como exigidos pela Anvisa da produção nacional), contendo preferência ao produto fabricado localmente, a ser aplicada em todas as licitações públicas para a aquisição de insumos farmacêuticos. Mesmo procedimento para a contratação dos serviços de fabricação de insumos ou medicamentos, destinados a atender as demandas do SUS em todo o país.

Parceria público-privada visando à fabricação de produtos prioritários para a saúde pública: efetivo estabelecimento e promoção de parcerias público-privadas, visando ao desenvolvimento e à fabricação dos produtos estratégicos listados na Portaria 978.

Subvenção econômica: estabelecimento de prioridades de doenças ou tratamentos prioritários – assim definidos pelo Ministério da Saúde, como alvos de editais, mas sem exclusividade, em consequência atribuindo-se a subvenção econômica àquelas empresas farmoquímicas ou farmacêuticas cadastradas como fabricantes de produtos farmoquímicos ou medicamentos no Brasil que comprovem vocação empresarial e capacidade tecnológica para absorver e desenvolver processos produtivos em suas instalações, desde que assumam o compromisso de atender, no mínimo, as demandas públicas em termos de qualidade, quantidade e preço competitivo, resguardadas as condições de isonomia tributária e regulatória.

Inovação tecnológica e propriedade intelectual: incentivo à inovação tecnológica focando na empresa produtiva, inclusive promovendo a utilização positiva do sistema de propriedade industrial, mas também evitando o seu uso abusivo, expresso em ilegítimas ampliações de escopo e prorrogações de prazos de patentes, bem como utilização de mecanismos inadequados para o combate à contrafação na sofisticada área de patentes.

3.2. Vacinas e kits para diagnósticos

Da mesma forma que no contexto das propostas do Complexo Industrial de Saúde, é importante a constituição de laboratórios farmacêuticos de grande porte para ter poder econômico e, assim, propiciar uma melhor autonomia tecnológica e mercadológica, possibilitar maior investimento em R&D e na aquisição de tecnologias; seria importante aplicar a mesma lógica na área de imunobiológicos. Vale acrescentar que deveria ser buscada uma forma mais eficaz de empresa pública para laboratórios ou institutos públicos incorporarem tecnologias de produção com interesse social. Enfrentar este desafio e implantar soluções aos problemas será aumentar em muito a competitividade do país na área de imunobiológicos.

Para complementar as iniciativas já existentes, deveriam ser examinadas e definidas, dentre outras, as seguintes medidas específicas, visando criar uma ampla possibilidade de competição no mercado internacional com produtos autóctones:

- Fortalecimento dos laboratórios oficiais que realizam R&D: com foco nessa área, com apoio ao desenvolvimento e à inovação tecnológica;
- Implantação de novos institutos de biologia molecular: com especial enfoque no desenvolvimento de produtos;

- Fortalecimento e/ou estabelecimento de novos centros: dedicados à criação de animais de laboratório e de experimentação de animais de laboratório;
- Implantação de centros de estudos pré-clínicos;
- Implantação de institutos ou centros com laboratórios pilotos: para adoção das normas de boas práticas de manufatura e para produção de lotes clínicos;
- Formação de RH: especializados em desenvolvimento e inovação tecnológica, bem como para estudos clínicos;
- Fortalecimento das indústrias nacionais de equipamentos laboratoriais;
- Fortalecimento das indústrias nacionais: em especial destinadas à produção de insumos laboratoriais.

Relatório da sessão “Desafios da saúde”

Herman Chaimovich Guralnik¹

A sessão temática teve três apresentações, resumidas a seguir.

José da Rocha Carvalheiro, assessor da Presidência da Fiocruz, se referiu a “Inovação e Desenvolvimento Industrial em Saúde: Prospecção para a Ação”. Neste contexto, apresentou o Complexo Industrial da Saúde, comentando as prioridades definidas pela saúde e reafirmando a importância dos estudos prospectivos no setor. Apresentou alguns desafios atuais nas áreas de genéricos, farmoquímicos e fitoterápicos, ensaios clínicos: CRO, Registro (ICTRP, Consenso de Ottawa, PROCTOR), rede brasileira, ética (CEP/CONEP), regulação: Anvisa, FDA, EMEA, *fast track*, farmacovigilância e doenças negligenciadas.

Avanaiel Marinho, diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da Hebron, descreveu um panorama da lacuna que separa os gastos em medicamento das classes sociais no Brasil, dando ênfase ao peso dos impostos sobre os medicamentos. Enfatizou também os fitoterápicos e salientou a necessidade de aumentar o patenteamento de produtos farmacêuticos derivados de plantas. Mostrou a importância da parceria da Hebron com centros de pesquisa universitários de Pernambuco e os benefícios sociais derivados das necessidades de manejo agrícola da empresa.

Nelson Brasil de Oliveira, vice-presidente da Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades (Abifina), depois de descrever a desindustrialização ocorrida no setor na década de 1990, descreveu o conjunto de portarias que estimularam o setor desde a formulação do PAC Saúde. Afirmou que o conjunto atual de empresas do setor pode se tornar

¹ Professor do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP).

competitivo internacionalmente sob estímulo do poder de compra do Estado. Julga que parcerias público-privadas podem contribuir para alavancar o setor.

As recomendações para a próxima década incluem:

- Fortalecer os laboratórios oficiais que realizam R&D;
- Implantar novos institutos de biologia molecular;
- Fortalecer e/ou criar novos centros dedicados à criação de animais de laboratório e de experimentação de animais de laboratório;
- Implantar centros de estudos pré-clínicos;
- Implantar institutos ou centros com laboratórios pilotos para adoção das normas de boas práticas de manufatura e para produção de lotes clínicos;
- Formar RH especializados em desenvolvimento e inovação tecnológica, bem como para estudos clínicos;
- Fortalecer as indústrias nacionais produtoras de equipamentos e de insumos laboratoriais;
- Fortalecer os laboratórios oficiais produtores, conferindo-lhes uma estrutura organizacional de empresa pública.

A partir das apresentações, é possível estabelecer alguns desafios que, sem se constituir em propostas estratégicas definidas, podem ser tomadas como fios condutores para construção de uma política para o setor. É evidente que o poder de compra do Estado aparece como o fator portador de futuro para estabelecer um parque produtivo nacional que, no estado da arte da tecnologia, possa ao mesmo tempo servir à saúde pública brasileira e ser internacionalmente competitivo. Creio que este é o elemento mais relevante que pode ser recolhido das apresentações feitas durante a conferência. As ações que complementam esta decisão política se dão num conjunto de medidas legislativas que favoreçam ao mesmo tempo os produtores públicos e os privados estabelecidos no Brasil. Partes destas ações incluem a diminuição de impostos no setor farmacêutico, o estímulo às indústrias de fitoterápicos e, certamente, a formação de recursos humanos.

PARTE 4

ÁREAS ESTRATÉGICAS EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Metrologia, inovação e desenvolvimento sustentável

Metrologia: pilar da inovação

Humberto S. Brandi¹ & Taynah L. Souza²

1. Introdução

Para prover suas populações de alimentação, água potável, abrigo, transporte, saúde e um sistema de educação acessível, os países necessitam de uma infraestrutura básica. No entanto, para todas as sociedades que desejam ser capazes de inovar, uma sólida infraestrutura é mandatória.

Uma infraestrutura apropriada a estimular os processos de inovação pode ser incorporada por meio de regulamentos técnicos, metrologia, normas e procedimentos de avaliação da conformidade (ISO, 2006). Esses instrumentos são utilizados pelas sociedades para lidar com questões afetas à otimização da produção, da saúde, do consumidor, do meio ambiente, da segurança e da qualidade. Seu sólido desenvolvimento e efetiva implementação promovem desenvolvimento sustentável, bem-estar, inovação e facilitam o comércio. Uma forma simples de se entender como este arcabouço estabelece formalmente os três pilares da qualidade, do desenvolvimento sustentável e da inovação é verificar que eles respondem a três indagações fundamentais para que uma sociedade crie uma infraestrutura de qualidade, desenvolvimento e inovação. Há três premissas que estabelecem esta infraestrutura: a) Como uma sociedade expressa o que deseja;

¹ Diretor de Metrologia Científica e Industrial do Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (Inmetro).

² Assessora Técnica da Coordenação Geral de Articulação Internacional do Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (Inmetro).

b) Como verificar que o que ela deseja está de fato sendo entregue; c) Como saber que esta verificação está sendo feita corretamente. As respostas são: a) normas e regulamentos técnicos³; b) avaliação da conformidade⁴; c) metrologia.

Como resultado, há uma crescente conscientização da necessidade de se discutir, comparar e aprimorar infraestruturas no contexto de eficiência econômica global, bem como de acesso a mercados de bens e serviços. E é aí que metrologia, normalização e avaliação da conformidade se inserem. Constituem os pilares do conhecimento para desenvolver uma infraestrutura técnica e, portanto, permitir o desenvolvimento sustentável e a completa participação no comércio internacional, intimamente relacionados.

Os três pilares descritos acima são interdependentes. Metrologia e padrões físicos proveem a base para medições exatas, cujo desempenho pode ser traduzido em normas internacionais documentadas, que por sua vez podem ser usadas como base para atividades de avaliação da conformidade. O terceiro pilar acima mencionado – da ciência das medições, a metrologia – consiste no objeto de estudo do presente trabalho. Medições confiáveis são essenciais para garantir todos os aspectos requeridos para o desenvolvimento sustentável das nações.

Os efeitos sobre o comércio internacional vêm também sendo percebidos, reconhecendo-se a contribuição que a normalização internacional pode prestar para a transferência de tecnologia de países desenvolvidos para países em desenvolvimento e o papel de normas internacionais e de sistemas de avaliação da conformidade no aprimoramento da eficiência produtiva e na facilitação do comércio internacional.

3 Normas podem ser, em termos gerais, subdivididas em três categorias: produto, processo e sistemas de gestão. Normas de produtos referem-se à qualidade e segurança de bens ou serviços. Normas de processos referem-se às condições nas quais os bens e serviços são produzidos, embalados e refinados. Normas referentes ao sistema de gestão auxiliam as organizações na gestão de suas operações. Com a crescente globalização dos mercados, normas internacionais têm se tornado críticas para o processo de comercialização, assegurando campo para exportações, e para que importações atendam níveis de desempenho e segurança reconhecidos internacionalmente. Normas Internacionais Documentadas são normas voluntárias, e seu uso em regulamentos técnicos – de natureza compulsória – para produtos, métodos de produção e serviços exercem um importante papel no desenvolvimento sustentável e na facilitação do comércio por meio da promoção da segurança, qualidade e compatibilidade técnica. Os benefícios gerados são significativos.

4 Procedimentos de avaliação da conformidade são descritos pela Norma Internacional ISO/IEC 17000 como a “*demonstração de que requisitos específicos relacionados a um produto, processo, sistema, pessoa ou órgão são atendidos*”. Procedimentos de avaliação da conformidade, como ensaios, inspeções e certificações, asseguram que produtos atendem a requisitos especificados em regulamentos e normas. Em termos de desenvolvimento sustentável, os países devem decidir que tipo de avaliação da conformidade é necessário para cada propósito. Uma das decisões cruciais refere-se a tornar uma avaliação da conformidade compulsória por meio de regulamentos governamentais em setores específicos, deixar que o mercado determine, de modo voluntário, a avaliação da conformidade a requisitos nas transações normais entre compradores e vendedores^{1,2}. Essa decisão deve se basear numa avaliação dos riscos envolvidos em um produto ou processo em particular e no entendimento do impacto que custos e benefícios associados terão sobre o desenvolvimento sustentável almejado.

O Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio da Organização Mundial do Comércio (TBT/OMC) foi estabelecido com vistas a encorajar países membros a “sempre que possível” engajarem na harmonização de normas e regulamentos técnicos, além de procedimentos de avaliação da conformidade, bem como a aceitarem como equivalentes instrumentos implementados por parceiros membros da OMC, incluindo o estabelecimento de acordos de reconhecimento mútuo (MRA, da sigla em inglês). A harmonização de procedimentos de medição em escala internacional torna possível a construção de confiança nas capacidades tecnológicas dos países no apoio ao comércio integrado.

Países em desenvolvimento, contudo, se deparam com muitos desafios relacionados à padronização no comércio. Eles necessitam de acesso à infraestrutura técnica para participação no sistema comercial global, mas é reconhecido que para muitos países o custo de prover essas três atividades em seu nível mais avançado é proibitivo. Mesmo no caso de países desenvolvidos, há variações sobre o grau de sofisticação de cada parte da infraestrutura técnica e há muitos casos em que partes dessa infraestrutura podem ser compartilhadas entre um ou mais países. Outra possibilidade é que serviços de um país sejam confiados a uma terceira parte.

O que é importante para a qualidade, o desenvolvimento sustentável e os propósitos comerciais é assegurar que sociedades e indústrias em países em desenvolvimento tenham acesso à infraestrutura técnica que reflita suas necessidades específicas (JCDCMAS, 2005).

Medições confiáveis em um país dependem de um sistema de metrologia nacional organizado de tal modo que possa prover os meios para a transferência de seus valores para instrumentos de medição comuns de acordo com procedimentos aceitos internacionalmente. Ademais, a equivalência internacional das medições entre países é essencial, desde que apresentem a incerteza desejada. Medições “adequadas ao seu propósito” são aquelas cuja incerteza associada é pequena o bastante para que seja compatível com aquela requerida para a aplicação pretendida. Cada país, portanto, escolhe o nível metrológico a ser atingido de acordo com suas próprias necessidades (Idem).

Para discutir tais questões, o presente trabalho é dedicado à estratégia brasileira na implementação de sua infraestrutura da qualidade, com ênfase sobre a relação entre um sólido desenvolvimento da metrologia e a promoção da inovação tecnológica. Para tanto, o artigo está dividido em cinco seções. Além desta introdução, a seção II é dedicada a uma breve discussão sobre diferentes aspectos da inovação e da construção do processo inovador, sendo apresentada não para especialistas no assunto, mas para levantar pontos considerados pelos autores como relevantes para uma compreensão do tema. Na seção III, é apresentada a estrutura internacional da metrologia e o seu papel no desenvolvimento sustentável e na promoção da inovação. Na seção IV, é discutida a situação da metrologia brasileira como instrumento de apoio à competitividade

da indústria nacional e o seu papel inovador, a inserção internacional da metrologia brasileira e principais desafios nos níveis nacionais e internacionais nas esferas política, econômica, social e ambiental. A seção V é dedicada às considerações finais e recomendações.

2. Considerações sobre inovação

Inovação é uma das principais alavancas econômicas da atualidade e é, provavelmente, um dos temas que provoca maior interesse nos meios acadêmico, empresarial e governamental. Embora introduzida há mais de 75 anos pelo economista Joseph Schumpeter, compreender o que realmente significa inovação, e principalmente como estabelecer condições para se criar um ambiente propício à inovação, é um desafio que precisa ser enfrentado por todos que pretendem inserir-se de forma competitiva, seja no plano nacional ou global, para obter os benefícios do que é hoje entendido como desenvolvimento sustentável. Dentre as várias definições propostas para o conceito, destaca-se aquela adotada, no Brasil, expressa na Lei nº 10.973, de dezembro de 2004, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências: *“inovação diz respeito à introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços”*.

A inovação tecnológica deve estar ligada à agregação de valor a um produto e/ou processo novos (ou substancialmente aprimorados) para a empresa, não sendo esse produto e ou processo necessariamente novo para o mercado ou para o setor de atuação da empresa.

É uma tendência associar-se a ideia de inovação apenas a algo que é gerado a partir de investimentos pesados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e que envolve uma quebra de paradigma. Principalmente no Brasil, contudo, é importante enfatizar a importância das inovações incrementais, que surgem de modificações introduzidas em um produto, processo ou serviço, pela prática do dia a dia, ou pelo inovador quando estes não mais atendem suas necessidades. Há uma infinidade de exemplos de inovações incrementais, e um dos mais significativos refere-se aos cliques de segurar folhas de papel. O primeiro clipe, especificado para o uso de papel, foi patenteado em 1877, por Earlman J. Wright. A última inovação no clipe foi patenteada em 21/03/1995. A Figura 1 mostra a evolução dos cliques.

Figura 1. Evolução dos cliques para papel



De maneira geral, seja radical ou incremental, a inovação pode ser entendida como um processo que envolve a transformação do conhecimento em aumento do valor agregado a serviços, processos ou produtos, novos ou modificados. Muito mais complexo é ter respostas apropriadas a questões fundamentais que permitam aos setores públicos e privados a implantação de políticas que conduzam à inovação. Como se preparar para inovar? Como estabelecer as condições adequadas para fazer inovação?

No passado, economistas recorreram ao chamado modelo linear que, como sugere o nome, associa a inovação a um processo que começa com a produção do conhecimento científico e tecnológico, para posterior transformação em tecnologia aplicada e, finalmente, sua difusão por meio de novos produtos e processos. Vale também ressaltar que no modelo linear a inovação ocorre quando um agente inova para vender a inovação (inovação de manufatura), isto é, baseia-se no desenvolvimento de novas tecnologias. Esse é o modelo produtivo praticado, desde a revolução industrial até poucos anos atrás, onde a demanda é fortemente influenciada e/ou determinada pela oferta.

Baseado neste mesmo modelo, Vannevar Bush, um dos grandes mentores da política científico-tecnológica americana dos anos 30 a 50 do século XX, defendeu a necessidade de o país realizar investimentos massivos em ciência básica, argumentando que uma vez estando disponibilizado para a nação um tanque de conhecimentos, a sociedade estaria provida dos instrumentos fundamentais para transformá-los, quando necessitasse, em tecnologia aplicada e, em última instância, em inovação. O sucesso da política científica e tecnológica americana levou os Estados Unidos a uma incontestável liderança mundial, não apenas nestas áreas, mas a uma hegemonia econômica e militar, fortemente calcadas na sua hegemonia em ciência e tecnologia.

A modificação do panorama internacional ocorrida nas últimas décadas exige uma modelagem mais complexa do processo inovador, incluindo o estabelecimento de um ambiente propício à inovação. Neste processo, as necessidades sociais e do mercado são fatores determinantes para a inovação, isto é, há que se considerar a determinante influência da demanda sobre a produção. Portanto, além do capital, trabalho, matéria-prima, conhecimento, tecnologia e infraestrutura, a vontade do consumidor torna-se ponto chave no desenvolvimento de novas ideias, produtos ou serviços. Muitos são exemplos de produtos que se originaram de P&D, envolveram conhecimento, novas tecnologias e que, no entanto, não tiveram aceitação pelo mercado. Há algumas décadas na competição entre os sistemas de videocassetes, Betamax e VHS, o consumidor, ou o mercado, descartou o produto da Sony, que oferecia uma melhor tecnologia. Dentro desta última visão, Betamax não foi uma inovação. A Figura 3 representa o ambiente de inovação em um processo não linear.

Figura 2. Ambiente de inovação (cedido por Mauricio Arouca)



A inovação deve ser entendida como um fenômeno ubíquo, cujos principais aspectos referem-se à sua gradatividade e cumulatividade, chamando atenção, portanto, para o fato de que inovações futuras dependem daquelas introduzidas no passado (LUNDVALL, 1992). Especificamente a esse respeito, Freeman (1992) sustenta que a introdução de qualquer inovação no mercado – seja de ruptura ou incremental – é influenciada por contribuições científicas e técnicas precedentes, realizadas ao longo de décadas e até nos últimos anos de atividade de desenvolvimento, havendo quase sempre insumos de outras firmas, de usuários potenciais, de universidades e de instituições governamentais. É quase impossível, portanto, considerar qualquer inovação como o trabalho de um único indivíduo ou de uma única organização. O processo de inovação é um fenômeno coletivo em que a participação de diversos atores, que se complementam, resulta em algo maior que a soma das contribuições das partes. Isso significa que qualquer fraqueza em uma das partes do sistema pode afetar destrutivamente o sistema como um todo. Uma estratégia de inovação deve se basear na busca da excelência em toda cadeia de desenvolvimento das vantagens competitivas.

Nesse tipo de abordagem, ênfase é dedicada à natureza complexa dos agentes que exercem influência sobre o processo inovativo como um todo – incluindo a geração, a seleção e a difusão das inovações. De acordo com essa proposta, a dinâmica da inovação deve ser entendida como um processo dependente não apenas da capacidade inovativa das firmas individuais, mas também de como estas interagem entre si e com outros atores. Freeman (1982) foi o primeiro autor a utilizar o conceito de sistema nacional de inovação (SNI) para lidar com o ambiente que influencia a dinâmica inovativa, enfatizando a importância da infraestrutura

tecnológica para a competitividade internacional. Dentro do vasto conjunto de instrumentos de política de inovação, é interessante mencionar os *Technology and Innovation Centres* (TIC), que são instituições focadas na exploração de novas tecnologias, por meio de uma infraestrutura que conecta pesquisa e comercialização de tecnologias novas, promissoras ou já existentes. Os TIC desenvolvem sua própria metodologia e capacitação, trabalhando com o apoio de fundos públicos e programas de apoio a PD&I, junto a instituições públicas ou privadas de excelência e têm como objetivo ajudar as empresas a inovar e resolver problemas que estão além da capacidade de uma só empresa, devido à inexistência de infraestrutura, de pessoal ou de equipamentos necessários. O apoio público aos TIC permite adotar estratégias e coordenar ações para superar essas dificuldades.

Dentre os atores que fazem parte do SNI, o presente artigo enfatiza aqueles que se dedicam ao desenvolvimento da metrologia, a ciência das medições, especialmente o instituto nacional de metrologia, que exerce o papel central para as questões metrológicas em um determinado país (ver seção III). Sua interação com outros atores do SNI contribui de forma significativa para a dinâmica da inovação por meio dos vultosos investimentos em P&D, dado que, de acordo com o Manual Frascatti:

“Órgãos públicos e organizações de consumidores com frequência operam laboratórios cujo principal propósito é a realização de testes e padronização. A equipe desses laboratórios pode também dedicar algum tempo no desenvolvimento de novos ou substancialmente aprimorados métodos de ensaios. Tais atividades devem ser incluídas em P&D” (OCDE, 2002, p.39, tradução nossa).

Um exemplo que envolve metrologia e inovação, tema deste trabalho, é o GPS. Esse sistema é constituído por 24 satélites, localizados em seis planos orbitais, quatro satélites em cada plano, a 20.200 km de altitude. Sinais são transmitidos entre três satélites e um objeto localizado na Terra. Mede-se a diferença de tempo entre as chegadas dos sinais refletidos pelo objeto, em cada satélite, e, conhecendo-se a diferença, determina-se sua posição no tempo e no espaço. Hoje, o GPS é instrumento de múltiplas funções. Imprescindível para a aviação, usado para deslocamentos na cidade ou no campo e disponível até em telefones celulares. No entanto, o GPS só existe graças à possibilidade de se fazer uma medição com enorme exatidão, pois a unidade fundamental de tempo, o segundo, pode ser medida com uma incerteza menor que uma parte em 10^{13} (hoje o segundo é medido com uma incerteza inferior a 10^{-16}). Este nível de incerteza é o resultado do enorme trabalho desenvolvido durante anos por muitos grupos de pesquisa em todo mundo, que possibilitou armazenar e congelar átomos. Os cientistas William Phillips, Steven Chu e Claude Cohen-Tannoudji receberam o Prêmio Nobel de Física, em 1997, por sua contribuição nessa

linha de pesquisa. O GPS é um exemplo de inovação, originada por grande esforço em C&T e metrologia, que introduziu uma quebra de paradigma e deu origem a uma inovação radical.

O entendimento de como a metrologia pode influenciar a inovação tecnológica e atuar num determinado SNI será discutido na próxima seção, que procurará apresentar seus principais aspectos que a tornam instrumento chave para políticas de cunho científico, tecnológico e industrial que visem ao aumento da competitividade e ao desenvolvimento econômico.

3. Metrologia

Comparar é essencial para a vida. Os seres vivos estão sempre se valendo de sua capacidade de comparar situações ambientais para optar por aquelas que lhes garantem a sobrevivência: plantas buscam a luz, essencial para a fotossíntese que lhes provê energia; beija-flores buscam o néctar que os alimenta; animais, para resistirem ao frio, buscam abrigo no inverno. Intensidade luminosa, composição química e temperatura são as características físico-químicas envolvidas nas escolhas acima. Essas escolhas, frutos de comparações sensoriais, não necessitam de intelectos superiores – a informação genética selecionada no processo de evolução das espécies e repassada aos descendentes é suficiente para que elas sejam incorporadas.

Medir é a evolução natural do comparar: agrega-lhe o aspecto quantitativo ao estabelecer comparações com padrões pré-acordados; adiciona procedimentos matemáticos, sistemas de unidades e técnicas de medição às comparações; requer intelectos superiores. O ato de medir é um importante instrumento para o progresso da espécie humana, pois o método científico se baseia em experimentos cujos resultados se traduzem em medidas.

Metrologia é a sistematização do medir. Abarca o conjunto de metodologias e protocolos envolvidos nas medições. Seu objetivo primordial é prover confiabilidade às medidas e à avaliação de suas incertezas. Para tanto, ela lida com a definição de padrões, com sua realização baseada em fenômenos físicos, químicos ou biológicos e com toda a cadeia de intercomparações destinada a garantir a rastreabilidade das medidas.

A metrologia provê a base para atividades de avaliação da conformidade, como serviços de calibração, serviços metrológicos comerciais, testes de conformidade em relação a regulamentos técnicos, ensaios, acreditação, etc., tanto no setor compulsório quanto no voluntário (ISO, 2006).

Provê ao governo, e outras partes, base técnica segura para acordos mais amplos, relacionados a comércio internacional e questões regulatórias. Auxilia na eliminação de barreiras técnicas ao

comércio e promove maior confiança nas capacidades de medição dos países. O resultado representa bilhões de dólares de aumento no comércio.

4. Breve história da metrologia

O aparecimento de unidades de medida se confunde com a história da humanidade. À época dos primeiros escritos cuneiformes, originários na Mesopotâmia, ao redor de 2900 a.C., o sistema de medidas que foi a base para todos os sistemas da Antiguidade, até para os da China, já havia sido concebido e formalizado. Esse sistema foi mantido pelos árabes e usado na Europa medieval, inclusive na Rússia. O atual sistema inglês pode ser considerado uma evolução dele. Foi o sistema métrico francês que rompeu com essa tradição milenar, como será visto adiante. O sistema foi provavelmente organizado quando do advento da agricultura, na área entre a Síria e o Irã, por volta de 6000 a.C.. A necessidade de calcular estoques de alimentos e rações levou às primeiras medidas de volume, a partir do volume de grãos que cabia em uma mão.

Os egípcios usavam um sistema baseado no “cúbico” (distância do cotovelo à ponta do dedo maior da mão, com cerca de 45 centímetros) que era dividido em 24 “dedos” (largura de um dedo, com pouco menos de 19 milímetros). Os egípcios usavam também o “pé” com comprimento de 16 “dedos” (cerca de 30 centímetros). Assim, um “cúbico” correspondia a 1,5 “pés”. A unidade de peso era obtida enchendo um cubo de um “pé” de lado com água da chuva, o que corresponde a 27 quilogramas, e foi amplamente adotada até o fim do século XVIII, sendo conhecida como “pé cúbico”. Seu valor dependia do valor adotado para o “pé”, que variava de lugar para lugar. É interessante notar que a definição da unidade de massa adotada no sistema métrico decimal francês, no fim do século XVIII, usa o mesmo princípio de associar a massa de água contida em um cubo cujo lado tem um comprimento relacionado com a unidade de comprimento adotada. Unidades de tempo foram introduzidas com base nos períodos de translação da Lua em torno da Terra, da Terra em torno do Sol e da rotação da Terra (descrição atual, baseada no modelo heliocêntrico). Os diversos calendários de que se tem conhecimento sempre se basearam nestes fenômenos.

É interessante notar a inter-relação entre a necessidade de medir, metrologia e os avanços da matemática, da geometria e das técnicas de construção. Um excelente exemplo é o papiro de Ahmes ou de Rhind. O papiro tem o nome do escocês Alexander Henry Rhind, que o comprou por volta de 1850 em Luxor, no Egito. É também designado por papiro de Ahmes, o escriba egípcio que o copiou e encontra-se atualmente no Museu Britânico. Esse papiro está escrito em hierático, da direita para a esquerda, tem 32 cm de largura por 513 cm de comprimento.

É datado de cerca de 1650 a.C., embora o texto diga que foi copiado de um manuscrito, de cerca de 200 anos antes. O papiro contém uma série de tabelas e 84 problemas e as suas soluções. Um grande número de problemas refere-se ao cálculo de superfícies de terrenos e volumes de recipientes, de diferentes formas geométricas. Invariavelmente, são mencionados que esses recipientes contêm cereais ou cerveja e que os terrenos são utilizados para a produção de cereais. O problema 48 compara a área de um círculo com a de um quadrado a ele circunscrito e o problema 50 pergunta: "Um campo circular tem 9 khets (unidade de comprimento). Qual a sua área?". A solução é dada e mostra como os egípcios calculavam a área do círculo: "Diminui-se um khet do diâmetro. Obtém-se 8 khets. Multiplica-se 8 por 8, o que faz 64 (a ser comparado com 63,62). Esta é a área do campo". De fato, esta é também a área de um quadrado de lado 8, o que indica que os egípcios buscavam a quadratura do círculo. Esses são alguns dos exemplos que demonstram a conexão entre a mais sofisticada matemática da época e a necessidade de medir corretamente. Outra quantidade usada pelos egípcios, que também demonstra a importância dada pelos egípcios às medições, é o *pesu*. *Pesu* é a razão entre o número de pães ou o número de jarros de cerveja e o número de hegats (quadrado do khet) de cereais usados em sua produção. Os egípcios usavam mais cereais para produzir cerveja do que para produzir pães e, portanto, com a mesma quantidade de cereais, produziam-se mais pães do que jarros de cerveja. De acordo com o papiro de Rhind, o valor do *pesu* dos jarros de cerveja variava de 1 a 4 e o dos pães de 5 a 45. Desta forma, o faraó podia determinar a produção de mais jarros de cerveja, ou mais pães, dependendo da produção de cereais. Sobre a importância da medição para os egípcios e como ela influenciou o desenvolvimento da matemática, com suas consequências no comércio, nas construções e na economia, conta Heródoto em seu clássico livro *Historias*, que Ramsés II concedeu a todos os seus súditos terrenos quadrados idênticos, de modo que todos pagariam os mesmos impostos. Mas todos os anos, as cheias do Nilo modificavam as formas destes terrenos, tornando-as bastante irregulares. Para cobrar impostos justos aos seus súditos, o faraó enviava anualmente seus escribas para medir as novas superfícies e desta forma reajustar devidamente os impostos. Heródoto então se indaga se a geometria não teria se originado no Egito e não na Grécia, como se pensava na época. Talvez seja mais adequado se perguntar: Seria a metrologia a origem da geometria? Os egípcios introduziram conceitos que até hoje são utilizados na metrologia. Devido à impossibilidade de se utilizar o "cúbico" do Faraó (padrão primário) para realizarem-se medições na prática do dia a dia, fez-se necessária a confecção de "cúbitos" de granito (padrões secundários), que correspondiam ao comprimento do "cúbico" do faraó. Estas barras de granito ficavam expostas em locais públicos. No entanto, as barras de granito eram caras e pesadas, o que dificultava seu uso por comerciantes, artesões, construtores, etc., sendo então utilizadas barras de madeira, do mesmo comprimento das de granito (padrões terciários), para as tarefas cotidianas que exigiam medições. Estas deviam ser comparadas (calibração) com as de granito (rastreadibilidade) por ocasião de toda lua cheia. A importância dada pelos egípcios a esse

procedimento pode ser aferida pela penalidade imposta àqueles que não o fizessem: pena de morte. No Antigo Egito, a uniformidade das medidas era obtida com uma acurácia relativa de 0,05% em 230 metros. Estes são alguns exemplos que mostram claramente como o desenvolvimento de uma preocupação com a confiança nas medições esteve sempre associado ao que havia na época de mais avançado em matemática, engenharia e técnicas.

O sistema desenvolvido na Antiguidade foi migrando por várias civilizações, sendo alterado e adaptado às características de cada uma delas. Assim, é possível identificar inúmeros sistemas de medidas: mesopotâmico, védico (Índia), persa, árabe, egípcio, grego e romano. Mais recentemente: inglês, escocês, espanhol, francês, alemão, dinamarquês, norueguês, sueco, finlandês e norte-americano.

As dimensões humanas e as de fenômenos naturais do cotidiano serviram de base para a criação dos vários sistemas de medição. Apesar da raiz comum, eles apresentavam diferenças que complicavam as transações comerciais e o intercâmbio de informações. Isso levou Carlos Magno, já no século IX, a tentar impor um sistema unificado de medidas para todo o território sob sua jurisdição, mas que não perdurou após seu período de governo. Em meio à multiplicidade de sistemas com suas origens na Antiguidade, o sistema inglês tornou-se amplamente disseminado por meio do comércio com as colônias e com outros países, atendendo em parte ao anseio por uma uniformização. As raízes do sistema inglês provinham do sistema romano, que usava a base 12, e do uso de frações com denominador com potências de 2, como $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, etc. Algumas de suas medidas, como a polegada, emanavam de nomes romanos. Do século XVII ao XIX, o sistema expandiu-se, abrangendo os países da comunidade britânica e os Estados Unidos sem, contudo, tornar-se um sistema global.

O anseio de cientistas e negociantes europeus pela criação de um sistema métrico único que facilitasse intercâmbios científicos e comerciais só viria a ser atendido no período da Revolução Francesa. Sua origem histórica remonta à proposta de Luís XVI, acolhendo proposta da Academia de Ciências, de criação de um sistema métrico decimal. A proposta de usar a notação decimal havia sido feita pelo holandês Simon Stevin, em um livro publicado em 1585, cujo título era O décimo. Em 1670, Gabriel Mouton havia proposto que o novo sistema métrico utilizasse, como padrão de comprimento, um arco de meridiano terrestre, enquanto Jean Picard, astrônomo francês, sugeriu uma unidade baseada na oscilação de um pêndulo. No entanto, somente em 1790, durante a Revolução Francesa, a Assembleia Nacional da França encarregou a Academia Francesa de Ciências de criar “modelos imutáveis para todos os pesos e medidas”. A Academia recomendou, e a Assembleia Nacional adotou, um sistema de unidades ao mesmo tempo simples e científico, baseado na proposta de Mouton. Sua unidade de comprimento era o **metro**, um décimo milionésimo do quadrante do meridiano que passa por Paris. Múltiplos e

submúltiplos eram decimais. Sua unidade de massa era o *quilograma*, a massa de um decímetro cúbico de água pura à temperatura de máxima densidade 4 °C. Após uma década de trabalho, em 22 de junho de 1799, os padrões de massa e comprimento, fabricados em platina, de acordo com as definições acima foram depositados nos Arquivos da República em Paris. Apesar de inicialmente não ter sido aceito com entusiasmo, o sistema métrico decimal francês começou a ser adotado por várias nações a partir de 1837, quando se tornou obrigatório na França. Não por acidente, sua popularidade coincidiu com o progresso tecnológico na Europa e na América. Ao final da década de 1860, iniciava-se uma nova era de paz e globalização (com uma curta interrupção devido à guerra franco-prussiana) e sentia-se a necessidade de internacionalizar o sistema métrico decimal, desvinculando-o da dependência de um único país.

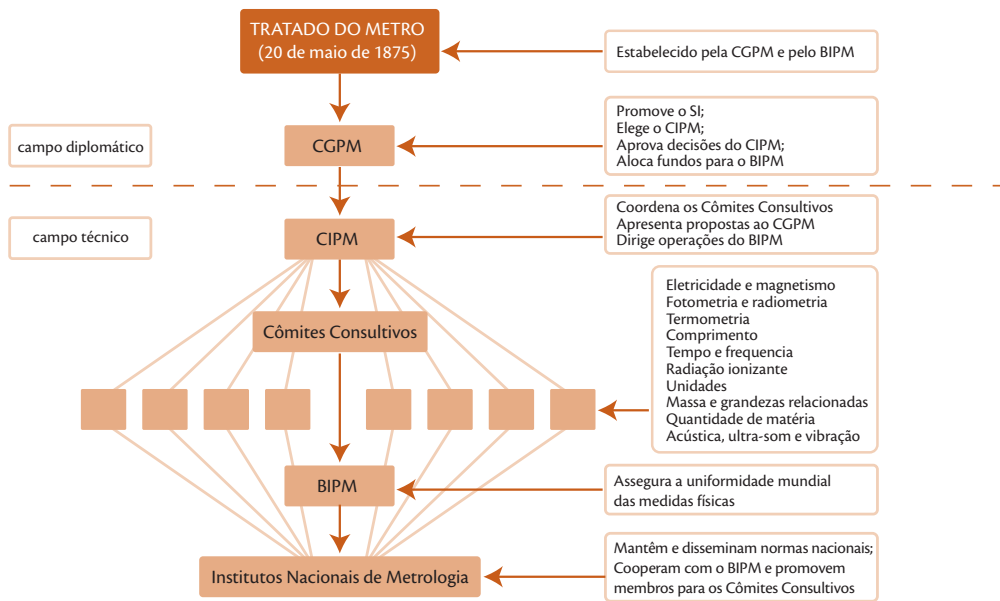
Assim, após algumas reuniões preparatórias, um grupo de países interessados decidiu estabelecer um Tratado Diplomático, conhecido como Convenção do Metro. O tratado foi assinado por 17 países, incluindo o Brasil, em 20 de maio de 1875. Em 1900, o número de signatários havia crescido para 35 e hoje são 51. O tratado estabelecia a criação do Bureau Internacional de Pesos e Medidas (*Bureau International des Poids et Mesures* – BIPM), científico, permanente e sediado em Paris; do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (*Comité International des Poids et Mesures* – CIPM); e determinava a construção de novas materializações para o metro e para o quilograma, utilizando e desenvolvendo tecnologias baseadas em novos desenvolvimentos científicos, que passariam a ser os padrões internacionais de massa e comprimento. Estabeleceu ainda que o BIPM funcionaria sob a direção e a supervisão exclusiva do CIPM, o qual, por sua vez, estaria sob a autoridade da Conferência Geral de Pesos e Medidas (*Conférence Générale des Poids et Mesures* – CGPM). O BIPM é encarregado da conservação dos protótipos internacionais e das comparações desses padrões com os padrões nacionais e com outros padrões, conforme se torne necessário. Ao longo do tempo, foram atribuídas ao BIPM outras funções de apoio ao bom andamento dos trabalhos para promover a uniformização das unidades de medidas. O BIPM estendeu o trabalho de padronização internacional a sistemas elétricos (1921), sistemas de iluminação (1933) e sistemas de radiação ionizante (1960). Em 1960, implementou-se uma simplificação generalizada do sistema métrico batizada de Sistema Internacional de Unidades (SI). Essa simplificação foi aperfeiçoada em 1964, 1967-1968, 1971, 1975, 1979, 1983 e 1991. O SI é hoje adotado em todo o mundo e atende à constante necessidade de determinar novos padrões métricos e de tornar os existentes cada vez mais refinados.

O Acordo de Reconhecimento Mútuo do CIPM (MRA), estabelecido em outubro de 1999, prevê o reconhecimento internacional e a aceitação de padrões de medição e calibração nacionais, cujos certificados tenham sido emitidos por INM signatários do acordo. O MRA é baseado em

comparações metroológicas (www.bipm.fr/KCDB) para assegurar equivalência nas medições ao redor do mundo.

Na Figura 3, está apresentada a estrutura metroológica internacional, com os principais atores e instituições que a compõem.

Figura 3. Representação esquemática da estrutura metroológica internacional



Swann (1999) sustenta que um sistema de medições nacional que exceda certo nível mínimo pode oferecer significativas vantagens às firmas daquele país, já que os institutos que realizam atividades de metrologia, conforme afirma, não realizam apenas pesquisa, mas também auxiliam na incorporação dos resultados atingidos por parte daqueles que não têm entendimento mais amplo da pesquisa básica. Swann (*op. cit.*) defende, ademais, o papel do Estado na provisão desses recursos:

"Sistemas de medição financiados pelo setor público encorajam os tipos de inovação introduzidos que rompem a estabilidade e a familiaridade. Então, mesmo que competindo por parte do orçamento alocado à inovação, a Metrologia deve ser vista como uma atividade complementar à inovação. Na ausência das técnicas de medição necessárias, não é possível obter sucesso na inovação. Aqueles que não são bem-sucedidos nas novas características não investirão na

criação de metodologias de medição relevantes. 'Clubes' de Metrologia talvez venham a ser capturados por aqueles que são resistentes a novas dimensões de produto que ameacem sua posição competitiva. Portanto, uma infraestrutura metrológica de caráter público é necessária para o avanço inovativo mais radical" (p. 36, tradução nossa).

Nesse sentido, o instituto nacional de metrologia (INM) tem um papel estratégico no apoio à inovação, entendendo que a metrologia atuará como um pilar fundamental, sem o qual o próprio processo inovativo fica comprometido. O INM atuará não apenas apoiando a introdução de inovações por parte da indústria, mas também transferindo tecnologias desenvolvidas por sua equipe de pesquisadores à indústria para a posterior introdução tanto de inovações incrementais quanto radicais.

5. Metrologia no Brasil

Em 26 de junho de 1862, treze anos antes da Convenção do Metro, a lei imperial 1.157 determinou oficialmente a adoção do sistema métrico decimal no Brasil. Ela autorizava a compra e a aferição dos padrões na França, extinguiu, no prazo de dez anos, o uso legal dos antigos padrões e introduzia, nas escolas, textos explicando o sistema métrico decimal (DIAS, 1998).

Anteriormente, eram utilizadas no país antigas unidades e medidas portuguesas, que sofriam fortes influências locais, mudando muitas vezes de nome e de valor. Somente em 1816, chegaram ao Brasil padrões mais precisos, enviados no âmbito de um programa organizado pela Academia de Ciências de Portugal.

Em 8 de janeiro de 1833, foi criada uma comissão para apresentar projeto de melhoramento do sistema de pesos e medidas em voga no Brasil, cujo trabalho resultou em um relatório que vigorou legalmente a partir de 1834 e, possivelmente, deu origem à lei de 24 de setembro de 1835, cujo texto desapareceu.

A lei determinava o uso da vara ($1/36.363.636$ do comprimento da circunferência do meridiano terrestre = 110cm) e da braça (2 varas) como padrões de comprimento; do marco (peso da água de chuva, na temperatura de 28°C e sob pressão atmosférica de 31,1 polegadas inglesas, no nível do mar, contida no volume de $1/10,005642$ de vara cúbica = 64 polegadas cúbicas) como padrão de peso (note a confusão entre peso e massa); e da canada (0,002 vara cúbica = 128 polegadas cúbicas) como padrão de volume.

Em 1875, o Brasil participou da conferência que aprovou a criação do BIPM, porém, como esse ato não foi ratificado no Brasil, não se estabeleceu o vínculo formal, não tendo o país recebido cópias dos padrões.

Em 6 de outubro de 1921, se deu a adesão do Brasil à Convenção do Metro e, a partir daí, foram tomadas várias iniciativas para atualizar a legislação metroológica brasileira, culminando com o decreto-lei de 4 de agosto de 1938, que criou a Comissão de Metrologia e deu ao país uma estrutura inteiramente nova para a metrologia científica, industrial e legal.

Dessa data até 1961, o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), na época órgão do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, passou a ser o órgão responsável, por intermédio da sua Divisão de Metrologia, pela fiscalização e execução das diretrizes nacionais para metrologia.

Em 29 de dezembro de 1961, foram extintas a Comissão de Metrologia e a Divisão de Metrologia do INT e foi criado o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), subordinado ao Ministério de Indústria e Comércio, que assumiu as atribuições dos órgãos extintos.

A lei 5.966, de 11/12/1973, criou o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), cuja entidade de mais alto nível é o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), colegiado interministerial responsável por formular, coordenar e supervisionar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação da qualidade de produtos industriais no país, dentre outras atribuições.

A lei também criou o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), órgão executivo central do sistema, executor das políticas e diretrizes nacionais da metrologia, normalização e qualidade industrial, cuja missão consiste em *"Prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos, através da metrologia e da avaliação da conformidade, promover a harmonização das relações de consumo, a inovação e a competitividade do País"* (INMETRO, 2006).

Ao longo de sua evolução, o Inmetro se estruturou e se desenvolveu segundo várias funções: um instituto nacional de metrologia, responsável pelos padrões nacionais, com sua harmonização internacional, disseminação das unidades de medida, etc.; órgão responsável pela metrologia legal no país; organismo acreditador de laboratórios; órgão articulador e estruturador de ações de avaliação da conformidade, conduz negociações com vistas à promoção de acordos de reconhecimento mútuo e, também, exerce as funções de ponto focal e de organismo notificador, para o Acordo TBT da OMC.

Os documentos *"Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2008-2012"*, *"Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2003-2007"*, aprovados pelo Conmetro, foram elaborados com

o objetivo dotar o Inmetro de todos os instrumentos necessários para que ele seja um *locus* de conhecimento avançado com grande investimento em pesquisa, sendo prioritário o seu desenvolvimento e fortalecimento científico.

A estratégia de fortalecimento do Inmetro é também consistente com as ações propostas para as políticas de desenvolvimento do país, inicialmente com a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), continuando com a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP). Nesse sentido, vale ressaltar o lançamento, pelo governo federal, do documento *“Diretrizes para Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior”*, no ano de 2003, que definiu as bases para posterior lançamento da PITCE em 2005. O documento reconhece a inovação tecnológica como elemento central para o desenvolvimento, enfatizando a estruturação do SNI brasileiro:

“O Brasil precisa estruturar um Sistema Nacional de Inovação que permita a articulação de agentes voltados ao processo de inovação do setor produtivo, em especial: empresas, centros de pesquisa públicos e privados, instituições de fomento e financiamento ao desenvolvimento tecnológico, instituições de apoio à metrologia, propriedade intelectual, gestão tecnológica e gestão do conhecimento, instituições de apoio à difusão tecnológica” (BRASIL, 2003, p. 11, grifo nosso).

Claramente, tal política dedica importância especial ao papel da metrologia na estruturação do SNI, além de enfatizar o papel da pesquisa laboratorial: *“É necessário estruturar laboratórios nacionais que possam reunir infraestrutura de porte e criar sinergia de pesquisa e desenvolvimento, organizar os estágios iniciais de pesquisa empresarial e transferir tecnologia e gestão para o setor produtivo”* (Idem, p.12).

O Inmetro passou também a receber atenção especial, no que diz respeito ao seu papel no SNI brasileiro. O instituto ficou responsável pela execução de cinco medidas dentre as sete incluídas no plano de ação horizontal denominado inovação de produto, processo e gestão da PITCE. Em maio de 2008, foi lançada a PDP, constituindo a Fase II da PITCE, na qual a promoção da denominada tecnologia industrial básica (TIB) – que abarca, dentre outras, as atividades desenvolvidas pelo Inmetro – foi incluída como um das ações sistêmicas elencadas como instrumentos fundamentais à modernização do parque industrial brasileiro.

Como parte dessa estratégia, o Inmetro vem participando ativamente de diversas instâncias institucionais internacionais, em programas de comparações chave dentro do MRA do CIPM/BIPM. O Inmetro, dinamizando suas atividades de P&D e de apoio à inovação industrial, reconhece sua importância para assegurar a qualidade dos serviços prestados pelo instituto, como referência metrológica do país, como alavanca da competitividade da empresa brasileira, como instrumento fundamental para a projeção internacional do Brasil na área de metrologia e como

peça fundamental de apoio às exigências técnicas do sistema de controle metrológico de caráter compulsório, em áreas sujeitas à regulamentação.

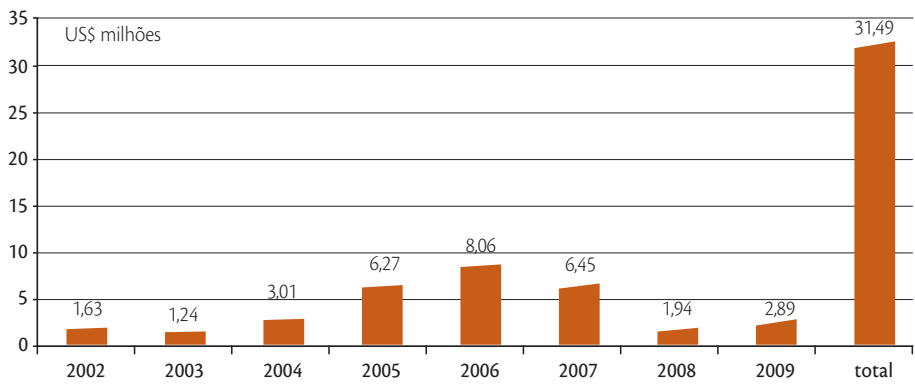
Seguindo a tendência dos países industrializados, onde se observa um alto grau de centralização da metrologia primária em uma ou poucas instituições, com alta competência técnico-científica, o Inmetro implantou novos laboratórios, nas áreas da metrologia química (2003), metrologia de materiais (2004), metrologia de telecomunicações (2006), de dinâmica de fluidos (2007) e o de metrologia para a biologia (2007). Dessa forma, se integram no Inmetro pesquisa básica, pesquisa aplicada na área de metrologia, fundamentais para que o Inmetro cumpra sua missão de apoiar a competitividade, e a inovação na indústria brasileira.

Faz-se necessário, portanto, ilustrar algumas ações desenvolvidas no Inmetro que respondem a desafios tecnológicos que devem ser enfrentados pelo Brasil, no intuito de avançar em sua posição competitiva em âmbito internacional.

6. Metrologia como um instrumento de desenvolvimento tecnológico no Brasil

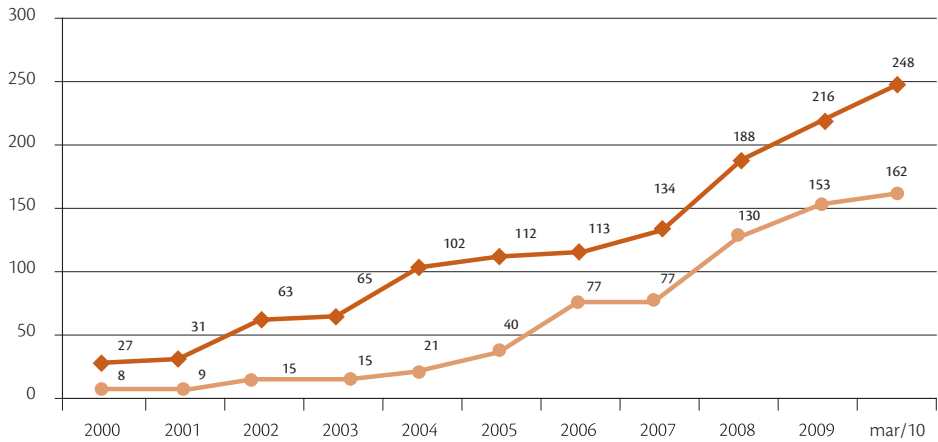
Com base no entendimento de seu papel chave no SNI brasileiro e de modo a atender às demandas da indústria brasileira em termos de desenvolvimento tecnológico e apoio à competitividade e à inovação, o Inmetro vem dedicando vultosos investimentos para a realização de P&D em setores estratégicos, de alto conteúdo científico e tecnológico. O Gráfico 1 fornece informações sobre os investimentos em equipamentos realizados pelo instituto, na presente década, totalizando mais de 30 milhões de dólares. Como pode ser observado, especialmente entre 2003 e 2006, houve significativo aporte de investimentos no Instituto, que coincidiu com a montagem de laboratórios nas áreas mais avançadas da metrologia, como aquelas aplicadas à química e a materiais, dentre outras.

Gráfico 1. Investimentos em laboratórios realizados no Inmetro



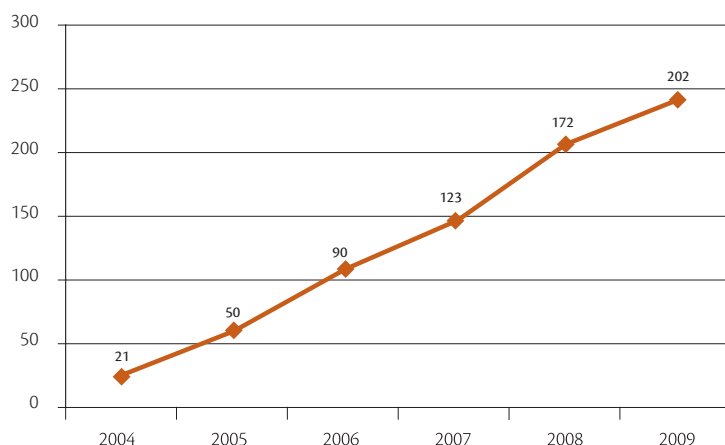
O Gráfico 2, por sua vez, indica a evolução no número de mestres e doutores trabalhando no instituto, fator indispensável para o necessário avanço em P&D.

Gráfico 2. Mestres e doutores na força de trabalho do Inmetro



Outro importante indicador que reflete a evolução e a presença do Inmetro na comunidade científica refere-se ao número de publicações de sua força de trabalho, que apresentou, segundo dados apresentados no Gráfico 3, entre 2004 e 2009, crescimento de mais de 900%.

Gráfico 3. Número de publicações da força de trabalho do Inmetro



Setores onde resultados inovadores podem ser aferidos serão brevemente descritos a seguir, a título de ilustração do posicionamento de destaque assumido pelo instituto, tanto em âmbito nacional quanto internacional.

Metrologia aplicada a biocombustíveis: Para atender à demanda da indústria brasileira, foi delineada uma estratégia nacional de transformar o álcool combustível brasileiro em commodity internacional. Ponto crucial nessa estratégia consistiu no desenvolvimento de padrões bem definidos para o etanol combustível, pelo Inmetro, os denominados materiais de referência certificados (MRC). O primeiro passo adveio da realização, no ano de 2005, de um painel setorial específico para o tema, com a ampla participação dos principais atores envolvidos nas questões afetas à padronização do produto, ocasião em que foi possível identificar as necessidades para o desenvolvimento do MRC para etanol combustível.

A partir de então, estudos visando ao desenvolvimento de MRC para álcool etílico combustível anidro e hidratado foram iniciados. Dentre os vários parâmetros que compõem a especificação desses álcoois, ficou acordado, inicialmente, que os mais relevantes a serem estudados seriam: pH, condutividade, massa específica, teor de água, teor de álcool. Posteriormente, em reunião realizada setembro de 2006, ficou decidido que os parâmetros acidez e cobre seriam incluídos. O MRC foi finalizado em julho de 2007, passando a estar disponível à indústria no início de 2008.

No que tange à elaboração do padrão internacional para álcool combustível, compondo as bases de sustentação para o comércio internacional do produto, esforços técnicos e políticos são

necessários para a obtenção desse padrão. A definição de uma especificação internacional para etanol é um trabalho complexo, que exige a participação de técnicos, produtores, clientes, usuários e governos.

Os esforços políticos foram iniciados a partir de interesse do Brasil e dos EUA – os dois maiores produtores mundiais de etanol combustível – no avanço do mercado de biocombustíveis, com a assinatura, em março de 2007, do Memorando de Entendimento entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América para Avançar a Cooperação em Biocombustíveis.

No mesmo ano, uma força-tarefa tripartite foi organizada no âmbito do Fórum Internacional de Biocombustíveis (FIB), composta por EUA, Brasil e UE, com o intuito de analisar os parâmetros de qualidade para o etanol combustível dos três parceiros, buscando uma possível harmonização. O trabalho da força-tarefa foi publicado em dezembro de 2007, na forma do Livro Branco sobre Padrões Internacionalmente Compatíveis para Biocombustíveis (FIB, 2007).

Com base nas conclusões do Livro Branco, Inmetro e NIST reuniram-se, em janeiro de 2008, para decidirem que parâmetros constariam do futuro MRC para etanol combustível, bem como para biodiesel, e para o estabelecimento das ações a serem conduzidas por cada instituto com vistas a procederem à conclusão do referido MRC – o que ocorreu ao final de 2008. Como fruto dessa parceria, NIST e Inmetro trocaram amostras de etanol combustível – e também de biodiesel – para que cada instituto realizasse suas análises acerca das amostras preparadas pela outra contraparte, no intuito de comparar os resultados das medições realizadas.

Estão sendo produzidos vários MR de biodiesel a partir de diferentes tipos de materiais tais como soja, mamona, gordura animal etc. Ademais, está em andamento a participação no Projeto Biorema, em conjunto com o IRMM, NPL, VSL, GLC e NIST, para produção de MRC de biocombustível e biodiesel. Está participando em um programa de ensaios de proficiência internacional, envolvendo 35 laboratórios de diversas regiões continentais. Está trabalhando com a UFPA e UFR da Amazônia para caracterização de óleos de fontes nativas para produção de biodiesel, objetivando atendimento da demanda regional de biodiesel.

Destaca-se a parceria Inmetro/Fiat para o desenvolvimento/adaptação de motores para uso de óleo vegetal puro. Outra ação importante é a cooperação Inmetro/LNE/PTB na área de biocombustíveis para desenvolvimento de métodos de ensaios e sua validação para a caracterização de biocombustíveis de diferentes fontes e estudo das propriedades físico-químicas. Na área de energia, há também a cooperação Inmetro/LNE, envolvendo P&D em eletricidade, óptica, térmica, materiais e química, incluindo pesquisas na área de biocombustível. Está também em andamento uma parceria Inmetro/Fiat para o desenvolvimento de motores diesel que possibilitarão o uso

de mistura biodiesel num percentual superior a B30 (30% biodiesel, 70 % diesel), atualmente usa-se B5 (5% biodiesel, 95% diesel).

Metrologia aplicada ao setor de telecomunicações (TV Digital): Foi inaugurado laboratório especialmente equipado para a realização de medições em campo em diversos sistemas de telecomunicações, incluindo TV Digital. Está estruturado em uma caminhonete Sprinter adaptada com: mastro telescópico de 13 m, sistema de nivelamento e estabilização, ar condicionado, gerador de 5KVA, sistema de *no-break*, televisor LCD Full-HD de 27 polegadas, painel de energia e *racks* para equipamentos. Esse sistema de equipamento é adaptável para cada tipo de medida a ser realizada e dispõe de sistemas completos para medições de TV Digital, Sistemas Celulares 3G e WI-MAX. O primeiro serviço foi realizado em parceria com Ministério das Comunicações, Anatel, Consórcio DRM, e Rádio TV Cultura que consistiu de medições de sinais de Rádio Digital. Estas medidas, realizadas em São Paulo, têm por objetivo definir o sistema de rádio digital que o Brasil vai adotar.

Metrologia aplicada à dinâmica de fluidos: Montagem de dois laboratórios equipados com instrumentos no estado da arte para a condução de pesquisas em quaisquer temas que envolvam a medição de velocidade de fluidos e de medidas materializadas de volume (vazão). Podemos destacar como potenciais beneficiários desses laboratórios:

- Engenharia do Petróleo: colaboração com a Petrobras em pesquisas que envolvam escoamentos multifásicos, técnicas de elevação artificial e simulação de poços horizontais, entre outros; tema de significativa importância no contexto do descobrimento da camada pré-sal;
- Ciências Atmosféricas: a medição da velocidade do vento, bem como a dispersão de poluentes na atmosfera, pontos essenciais nas recentes pesquisas sobre mudanças climáticas e aquecimento global;
- Ciências Aeronáuticas: recentemente, um acidente aéreo reacendeu as atenções sobre um instrumento clássico para a medição de velocidade de fluidos, o tubo de Pitot. O Laboratório de Velocidade de Fluidos do Inmetro possui atualmente não só o tubo de Pitot, mas também técnicas sofisticadas de medição de velocidade. Pesquisas relacionadas à aeronáutica podem ser realizadas no túnel de vento aerodinâmico, como por exemplo, a análise de separação do escoamento, análise de modelos em escala reduzida, análise da interação do escoamento com estruturas aeroelásticas, entre outros;
- Ciências Hidráulicas: atuação no projeto e construção de um canal de água que proverá condições para a investigação do escoamento em modelos de estruturas hidráulicas, assim como a realização de pesquisas em métodos de contenção de processos erosivos. Outro

tema de grande relevância é a investigação de métodos de redução do arrasto em navios e embarcações. Os resultados positivos destas e outras investigações permitirão uma redução significativa do consumo de combustíveis e redução da emissão de poluentes.

É importante frisar, ademais, que o Inmetro vem recebendo atenção internacional por sua competência de atuação em setores de ponta. Atualmente, o instituto mantém mais de 20 acordos internacionais com institutos congêneres de países de todo o mundo, tanto no que se refere à condução de cooperação técnica com parceiros quanto a prestação de assistência técnica a países em desenvolvimento, tornando-se referência na América Latina e até, em alguns casos, mundial.

7. Comentários finais

Este trabalho apresenta uma breve visão da estrutura da metrologia internacional e do importante papel desempenhado pelos INM como instrumentos de desenvolvimento tecnológico e de apoio à inovação.

Freeman (1992) sustenta que, em seu processo de *catching-up* frente ao Reino Unido, ao final do século XIX, EUA e Alemanha obtiveram êxito, dada a relevância de instituições científicas e técnicas formais, com destaque para seus INM. Cita, por exemplo, o INM alemão (*Physikalisch Technische Bundesanstalt* – PTB), criado em 1887, estabelecido como um instituto robusto, cujas atividades são marcadamente intensivas em P&D. O estabelecimento, pelo Reino Unido, de seu instituto (o *National Physical Laboratory* – NPL), apenas 10 anos depois, foi considerado pelo autor um dos fatores fundamentais para o seu atraso frente à Alemanha e aos EUA.

Nessa mesma linha de argumentação, percebe-se, apesar de um importante atraso, dado que o primeiro instituto de metrologia estabelecido no país (Instituto Nacional de Pesos e Medidas, o INPM) foi criado apenas em 1961 e sem investimentos em P&D, que o Brasil vem, recentemente, transformando o Inmetro, seu INM, em um instrumento estratégico para seu desenvolvimento tecnológico.

Os números apresentados na seção VI são indicadores dos fortes investimentos feitos em equipamentos, laboratórios, pessoal qualificado, do Inmetro, buscando atender às demandas da indústria nacional no que diz respeito à promoção de sua competitividade.

Esse tipo de estratégia, para alavancar o desenvolvimento tecnológico e a competitividade industrial, tem merecido atenção das políticas públicas, em particular da PITCE e posteriormente da PDP, com resultados bastante gratificantes. A continuidade dessas políticas visando manter a

taxa de investimento já iniciada, especialmente no INM brasileiro, mas também em toda a rede que atua em metrologia no país, é determinante para a consolidação do país como um dos polos desenvolvimento da metrologia mundial dotado de uma infraestrutura metrológica adequada às demandas da inovação.

A estratégia brasileira vem recebendo atenção de outros países em desenvolvimento, também interessados em promover seu avanço tecnológico, e o Brasil representa hoje um papel de destaque dentre a comunidade internacional, não apenas via concessão de assistência técnica a outros países de menor desenvolvimento relativo, como também via atividades de cooperação com países mais avançados.

Relatório da sessão “Metrologia, inovação e desenvolvimento sustentável”

Odilon Marcuzzo do Canto¹

A sessão foi aberta pelo Dr. Jornada, que esclareceu os objetivos do painel, apresentando a metrologia como ciência da medição, envolvendo profundo conhecimento científico, mas também grande poder de articulação com os diferentes setores da sociedade que devem beneficiar-se desses conhecimentos.

A metrologia, como ciência da medição, é parte integrante da infraestrutura necessária para criar um ambiente favorável à inovação e propiciar as condições para um desenvolvimento sustentável. Lembrou a direta conexão entre a capacidade de medir e a qualidade de produtos e processos obtidos por uma sociedade, citando o exemplo da Alemanha, que criou o seu instituto nacional de metrologia, o atual PTB, em 1887, com a missão de “... fazer boa medição para levar a melhores processos e produtos”, segundo seu fundador, Werner Von Siemens.

Uma sociedade só pode atingir um elevado grau de desenvolvimento sustentável na medida em que criar instituições capazes de efetuar medidas confiáveis. Hoje, existe uma preocupação muito grande com os possíveis efeitos antropogênicos sobre a atmosfera terrestre. Busca-se criar modelos que permitam simular, da forma mais perfeita possível, o efeito de todas as variáveis envolvidas no fenômeno. Sem uma medição precisa dessas variáveis, não é possível obter uma descrição confiável dos fenômenos estudados.

Por outro lado, a conexão da metrologia com a busca da qualidade de produtos e processos e, portanto, com a capacidade de desenvolvimento e inovação de uma sociedade, pode ser construída e entendida a partir de três perguntas básicas: 1) Como a sociedade expressa o que deseja?

¹ Secretário da Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC).

2) Como verificar se o que está sendo entregue corresponde ao solicitado? 3) Como saber se esta verificação está sendo feita de forma correta?

A resposta a estas três perguntas forma os três pilares que constituem a base sobre a qual é possível criar um desenvolvimento sustentável. A **metrologia**, por meio da utilização de padrões físicos adequados, fornece a base para medições confiáveis, cujo desempenho pode ser traduzido em **normas**, que por sua vez podem ser usadas como base para atividades de **avaliação de conformidade**.

Após a apresentação dos componentes da mesa, Dr. Jornada cedeu a palavra ao primeiro palestrante, Dr. Joaquín Valdés.

Dr. Valdés: O Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) escolheu como tema do *World Metrology Day – 2010*, “Medidas em Ciência e Tecnologia” e como lema “Metrologia – uma ponte para a inovação”. Este fato por si só expressa o quanto o assunto desta mesa é apropriado e atual.

Historicamente, a metrologia tem acompanhando as demandas da sociedade. Quando Thomas Alva Edison iniciou a venda de energia elétrica, necessitou de um medidor dessa energia. A partir da necessidade, inventou o primeiro medidor de energia, que não passava de uma célula eletroquímica com duas placas de zinco. Os eletrodos eram pesados a cada mês para aferir a quantidade de energia consumida. Galileu Ferraris inventou o medidor de disco magnético, que evoluiu para os atuais medidores digitais.

Os institutos nacionais de metrologia (INM) foram sendo criados de acordo com as demandas dos países. A Alemanha foi a primeira a criar seu instituto de metrologia, o PTB, em 1887, seguida da Inglaterra, em 1900, e dos Estados Unidos, que criou o NBS/NIST em 1901. A ciência das medidas sempre teve grande importância no mundo científico. Isso pode ser confirmado pela constituição do primeiro Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM), composto de nomes de excepcional destaque no mundo científico, como Albert Michelson, Louis De Broglie, Dmitri Mendeleev e Peter Zeeman, entre outros.

Os INM são os responsáveis por fornecer o suporte científico-tecnológico que serve de base para normas e regulamentos que protegem a saúde humana dos efeitos gerados pelos processos industriais.

1. Pronunciamento do Dr. Willie E. May

O Dr. May abordou a metrologia como a ciência das medidas e padrões de medidas como base para as inovações na área da saúde. Os temas tratados foram:

1. Por que o NIST se interessa pelo setor de biociência e saúde?
2. Atividades desenvolvidas pelo NIST em biociências e saúde.
3. Contribuições do NIST para a inovação em:
 - Laboratórios clínicos
 - Diagnóstico por imagens
 - Novos medicamentos
4. Necessidades em metrologia com vistas à próxima geração de produtos e processos na área da saúde.

O NIST foi fundado em 1901, com a missão de “promover a competitividade industrial e a inovação através do progresso da ciência da medição, desenvolvimento de padrões e tecnologia de modo a incrementar a segurança econômica e a qualidade de vida”.

A infraestrutura metrológica de um país deve responder sempre às demandas da sociedade. A criação do *National Bureau of Standards*, em 1901, precursor do NIST, foi motivada pela percepção de que a indústria americana perdia competitividade devido a:

- uso de materiais de construção heterogêneos tanto em qualidade quanto em confiabilidade;
- falta de padrões – existiam oito valores autorizados para a unidade de volume, o galão;
- necessidade de padrões para uma indústria elétrica nascente;
- forte demanda metrológica para o nascente setor ferroviário;
- constatação de que 50% das balanças, 20% dos pesos, 50% das medidas de líquidos apresentavam erros significativos, sempre a favor do vendedor;
- calibração dos instrumentos de medição dependia de padrões em laboratórios no exterior.

O foco das pesquisas do NIST tem acompanhado as demandas da sociedade americana. No início do século XX, o foco recaía sobre medidas e padrões para os usos industriais pesados: construção civil, ferrovias, metalurgia. No início deste novo milênio, o foco passou a ser o suporte metrológico às inovações na área da biotecnologia e novos produtos e processos na área da saúde.

Para atender a essas demandas, o NIST conta com um crescente orçamento. No ano de 2008, foi efetuado um orçamento de US\$ 755,5 milhões, tendo atingido US\$ 856,6 milhões em 2010.

O aumento da expectativa de vida como resultado do desenvolvimento traz consigo uma crescente demanda de serviços médicos, pressionando para cima os dispêndios dos sistemas de saúde. O aumento da eficiência e da qualidade dos cuidados médicos, especialmente a prevenção por meio de diagnósticos cada vez mais precoces e mais precisos, permite reduzir as despesas, focar na prevenção de doenças, resultando numa população mais saudável. Medidas que possam ser comparáveis no espaço e no tempo são chaves para atingir tais objetivos.

O NIST, em colaboração com diversas instituições, vem desenvolvendo pesquisas importantes na área da saúde, tais como calibração de RX, padrões dosimétricos para mamografia e para a utilização de radionuclídeos em diagnóstico e tratamento. No futuro, prevê-se o desenvolvimento de uma medicina que cada vez mais busca o atendimento individualizado, com o emprego de drogas e tratamentos específicos para cada paciente e possivelmente atuando em nível molecular. Que medidas serão as adequadas? Este é o grande desafio para o NIST. Desenvolver novos métodos de medição e novos padrões para dar suporte ao desenvolvimento e à regulamentação dessas novas drogas e tratamentos.

2. Alguns números sobre o setor de saúde americano

Os Estados Unidos gastam anualmente US\$ 2,5 trilhões no sistema de saúde, sendo que de 10% a 15% deste valor são associados a medições. 70% das decisões de tratamento médico são baseadas em diagnósticos laboratoriais. São mais de 700 rotinas dos laboratórios clínicos, mas somente 10% delas têm padrões definidos. Na Alemanha, a estimativa é de que os custos com repetição de exames somam US\$ 1,5 bilhão (Relatório de Saúde da Alemanha, 1998).

Medidas imprecisas e/ou erradas em procedimentos médicos custam qualidade de vida e muitas vezes a própria vida. Resultados falso-positivos podem levar a dispêndios desnecessários e, o mais grave, levar pessoas saudáveis a prejudicar seriamente a saúde pela ingestão de drogas tóxicas e de efeitos colaterais sérios e, às vezes, fatais. As medições de colesterol feitas em 1949 nos Estados Unidos apresentavam uma incidência de falso-positivo/negativo da ordem de 23,7%. As pesquisas do NIST e o desenvolvimento de padrões adequados permitiram baixar este índice para 3% em 2000. Estima-se que esta redução corresponda a uma economia de US\$ 100 milhões anuais em custos de tratamentos desnecessários.

Pergunta do auditório: Como podemos educar/explicar para a população a importância da metrologia no sistema de saúde, considerando que muitos laboratórios manipulam dados no afimco de sobreviver no mercado global sem a preocupação de salvar vidas, especialmente de pessoas mais carentes?

Resposta Dr. May: A construção de uma cultura de metrologia numa sociedade não é uma tarefa fácil. Exige esforço do poder público e de organizações devotadas ao setor de saúde. Não se consegue da noite para o dia. Um bom começo é dispor de uma legislação bem estruturada que defenda os direitos dos cidadãos. Geralmente, os meios de comunicação tradicionais não são muito receptivos. Hoje, a informática pode ser de grande ajuda.

Pergunta do auditório: No âmbito da metrologia como instrumento de desenvolvimento, não seria estratégico um mecanismo de suporte financeiro (um edital MCT/FINEP/INMETRO, por exemplo) para acreditação de laboratórios de calibração e ensaios para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste?

Resposta Dr. Jornada: Sem dúvida nenhuma, este tipo de ação é estratégico para aumentar a competitividade das empresas, especialmente das micro e das de pequeno porte, nas regiões mencionadas, que historicamente se ressentem da falta de apoio. Justamente por isso, a decisão que consta em lei é de destinar no mínimo 30% dos fundos setoriais para projetos oriundos dessas regiões. Como está presente o Dr. Reinaldo Ferraz, assessor do MCT e que tem uma longa trajetória nesta área, gostaria que ele enriquecesse a discussão.

Dr. Reinaldo Ferraz: De fato, o MCT, por meio da Finep, vem lançando editais de suporte a essas áreas. O Sibratec foi criado pelo Decreto 6.259/07, com a finalidade de apoiar o desenvolvimento tecnológico do setor empresarial nacional, com o objetivo de aumentar a competitividade das empresas, impactando tecnologia a elas. O sistema é composto de três redes de âmbito nacional. Rede de Centro de Inovação, Rede de Serviços Tecnológicos e Rede de Extensão Tecnológica. Dentro do Sibratec, estão abrigadas diversas ações de suporte às empresas e aos laboratórios integrantes das redes de calibração, ensaios e análises. O sítio da Finep – www.finep.gov.br – traz todas as informações sobre os editais pertinentes.

3. Conclusões

- Embora o tempo disponível não tenha permitido uma discussão mais ampla da matéria entre os participantes, nem a construção de propostas, algumas conclusões podem ser deduzidas a partir das apresentações:
- A existência de uma instituição nacional de metrologia (INM) robusta e bem equipada é parte integrante e fundamental da infraestrutura necessária para permitir o desenvolvimento sustentado de uma nação.

- A construção e disseminação de uma cultura metrológica entre os membros da sociedade deve ser uma preocupação constante dos governos e instituições ligadas a área metrológica.
- Num mundo globalizado, onde a qualidade dos produtos e processos e as preocupações com as pegadas ambientais estão cada vez mais presentes, a competitividade das empresas está intimamente atrelada à capacidade de entregar produtos e processos, atendendo a especificações progressivamente mais exigentes.
- Nos sistemas de saúde, o desenvolvimento de novos produtos e processos no nível molecular remete a novos horizontes na ciência das medições.

4. Recomendações

Com base nas conclusões acima expostas, pode-se recomendar:

- Fortalecimento do Inmetro como instituição estratégica para o desenvolvimento nacional, blindando-o de influências políticas nocivas.
- Desenvolvimento e fortalecimento de políticas públicas adequadas para o incentivo ao fortalecimento tecnológico das micro e pequenas empresas e garantia de financiamento de seus projetos de inovação.
- Fortalecimento e desenvolvimento de políticas públicas que incentivem a construção e a disseminação da cultura metrológica, com especial atenção às escolas de formação de engenheiros e escolas técnicas de nível médio.
- Atenção especial à metrologia na área da saúde, com ênfase em calibrações e ensaios em laboratórios clínicos, tendo em vista o reflexo direto de tais medições na saúde pública.
- Estímulo e fomento à prática de ensaios de proficiência entre laboratórios voltados para a indústria e, em especial, entre laboratórios de análises clínicas.
- Fomento à acreditação, pelo Inmetro, de laboratórios de calibração, de ensaios e de análises clínicas.
- Estímulo e fomento à acreditação, pelo Inmetro, de organismos de certificação, particularmente no campo da avaliação da conformidade.

Relatório adicional da sessão “Metrologia, inovação e desenvolvimento sustentável”

Ana Maria Pereira

A sessão foi aberta e coordenada pelo presidente do Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (Inmetro), João Alziro Herz da Jornada, que destacou que a metrologia, que é a ciência das medições, busca sempre a qualidade da medição, de forma objetiva e documentada. Uma boa medição resulta em melhores produtos e melhores processos, o que caracteriza a forte ligação entre a metrologia e a inovação. Destacou que o processo científico depende de medições cada vez mais precisas e confiáveis, sendo a metrologia um conector da ciência com a inovação. Apontou que a capacidade de medir corretamente é essencial para o desenvolvimento sustentável e para atender às demandas das empresas. Registrou a parceria que o Inmetro vem desenvolvendo com o Instituto Nacional de Tecnologia Industrial (INTI), da Argentina, e o *National Institute of Standards and Technology* (NIST), dos EUA, com os quais tem alcançado resultados profícuos e compartilhamento de informações.

Joaquín Valdés, diretor de Metrologia, Qualidade e Certificação do INTI, iniciou sua apresentação lembrando que o dia 20 de maio foi escolhido como o Dia Mundial da Metrologia, pois nessa data, no ano de 1875, foi assinada em Paris a Convenção do Metro, que foi o primeiro esforço de normalização do Sistema Métrico Internacional.

Metrologia e Inovação – Classificou a metrologia como uma ponte para a inovação, citando que o Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) é composto por vários cientistas notáveis, representantes de países membros. Como exemplo, apresentou figuras de medidores de energia elétrica, desde sua invenção até os dias de hoje. O medidor de energia elétrica é um aparelho eletrônico digital com objetivo de proporcionar um rápido, preciso e simples sistema de leitura do consumo de energia elétrica.

Mostrou a ligação entre metrologia e inovação por meio de uma análise dos agraciados com o Prêmio Nobel ao longo dos anos, entre os quais há um grande número de físicos cujo invento é ligado à metrologia, novas formas de medir que se caracterizaram como inovação.

Metrologia e Mudança Climática – As mudanças climáticas têm que ser explicadas por meio de dados muito confiáveis e rastreáveis, pois se os dados não são confiáveis, os modelos não são confiáveis. Desafios metrológicos requerem grande criatividade e alta tecnologia. Somente com metrologia confiável é possível detectar os ruídos acústicos, a radioatividade e a poluição. Como exemplo, citou a possível contaminação no Rio Uruguai, causada por uma fábrica de papel e celulose localizada na fronteira do Uruguai com a Argentina, onde o veredicto depende da capacidade de detectar dez partes por quatrilhão, ou seja, medir uma quantidade muito pequena de gases e outros contaminantes em uma quantidade muito grande de líquido. Tem-se que ser capaz de determinar não só se contamina, mas se contamina ao longo do tempo. Isto é metrologia.

Metrologia também é Filosofia – O que é medir? Contar e medir. Quais são os limites que se medem? O limite quântico e o limite de incerteza.

Ao final, Valdés anunciou a criação do Centro Argentino-Brasileiro de Metrologia, que será coordenado pelos Ministérios da Ciência e Tecnologia dos dois países e por seus institutos de metrologia, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) do Brasil e o Instituto Nacional de Tecnologia Industrial (INTI) da Argentina.

Willie E. May, chefe da Divisão de Química Analítica do NIST, destacou a necessidade de promover a inovação por meio de medições precisas para melhorar as condições de saúde, o atendimento à população e para a aprovação de novos fármacos.

Destacou, corroborando a fala do Dr. Valdés, que atualmente três detentores de Prêmio Nobel integram o quadro de pessoal do NIST, que trabalha com outros organismos de metrologia, como o INTI e o Inmetro, para manter uma rede de informação e colaboração no campo das medições.

O NIST promove a inovação nos Estados Unidos para aumentar a competitividade e a produtividade industrial e novas facilidades amplamente utilizadas, como o celular e o GPS, dependem de medidas precisas.

O NIST foi criado em 1901 e desde então as demandas por metrologia são muito distintas. Exemplificando, citou que a criação do instituto nos EUA se deveu à necessidade de uniformizar a malha ferroviária, ou seja, fazer com que a distância entre os trilhos fosse padronizada para evitar o descarrilamento dos comboios. Hoje, os desafios são no sentido de aplicar a ciência das

medições para melhorar o atendimento à saúde, como por exemplo, aprimorar a qualidade dos registros médicos eletrônicos. A qualidade desses registros, que incluem dados clínicos e imagens médicas, depende de medidas que possam ser comparadas no tempo e no espaço.

Destacou que 70% das decisões sobre a saúde das pessoas são tomadas com base em registros de dados clínicos que não são confiáveis, pois ainda não se tem a capacidade de medir com a exatidão quantitativa e qualitativa necessária. A inexistência de medidas precisas leva a resultados desvantajosos economicamente, pois são empregados recursos muitas vezes de alta monta para curar um mal que não existe, ou levam ao agravamento de enfermidades. Para que isso seja minimizado, é necessário o desenvolvimento de padrões e a comparação interlaboratorial. Em parceria com o *National Institutes of Health* (NIH), o NIST desenvolve padrões de grandezas utilizadas na área da saúde.

Demonstrou a preocupação em aprimorar a identificação de genes que podem levar ao combate até de casos de câncer, como o gene HER2, chave para o tratamento do câncer de mama. Um diagnóstico mais preciso é fator determinante para o tratamento de doenças, pois além do elevado custo, os medicamentos podem provocar efeitos colaterais que afetam a qualidade de vida da população. Exames mais precisos e exatos poderiam mudar o paradigma atual de cura e prevenção de doenças.

Por meio de exigências governamentais, tal como a utilização apenas de equipamentos calibrados e a comercialização de equipamentos com calibração rastreável, os Estados Unidos induzem o desenvolvimento da metrologia.

Há outras aplicações, igualmente importantes, que necessitam de medidas precisas, como produtos desenvolvidos com alta tecnologia para aplicação na área da segurança nacional.

Odilon Antonio Marcuzzo do Canto, Secretário Adjunto da Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC), relator da sessão, chamou a atenção para a necessidade de um maior envolvimento da sociedade para a difusão da cultura da metrologia. Salientou que não estudou metrologia na faculdade e que até hoje ela está ausente do currículo escolar.

Ressaltou o avanço da estrutura brasileira de metrologia nos últimos dez anos, liderada pelo Inmetro, chamou a atenção para o papel das redes metrológicas estaduais na difusão da metrologia e salientou que é necessário um maior envolvimento dos institutos de pesquisa e das universidades na ampliação do nível de segurança e na qualidade dos produtos e dos serviços prestados à sociedade.

Destacou o papel do Comitê Brasileiro de Metrologia (CBM), integrado por representantes da sociedade, que tem o objetivo de propor ações em metrologia que se transformem em políticas públicas.

Concluiu, afirmando que foi gratificante observar a presença e a participação de jovens na 4ª CNCTI e naquela sessão.