

*Ministério da Ciência e Tecnologia
Academia Brasileira de Ciências*

*Coordenadores
Cylon Gonçalves da Silva
Lúcia Carvalho Pinto de Melo*

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
Desafio para a sociedade brasileira

Livro Verde

Brasília, Julho 2001

© 2001 Projeto Diretrizes Estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação - Projeto DECTI

Todos os direitos reservados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. Os textos contidos nesta publicação, desde que não usados para fins comerciais, poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos. As imagens não podem ser reproduzidas, transmitidas ou utilizadas, sem expressa autorização dos detentores dos respectivos direitos autorais.

Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia

Embaixador Ronaldo Mota Sardenberg

Secretário Executivo

Carlos Américo Pacheco

Presidente da Academia Brasileira de Ciências

Eduardo Moacyr Krieger

Coordenação Geral do Projeto DECTI

Cylon Gonçalves da Silva

Lúcia Carvalho Pinto de Melo

Ciência, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira
- livro verde / Coordenado por Cylon Gonçalves da Silva e Lúcia
Carvalho Pinto de Melo. – Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia /
Academia Brasileira de Ciências. 2001.
250p. : il ; 23 cm.

ISBN: 85-88063-03-4

1. Ciência – Tecnologia – Inovação. 2. Conhecimento.
3. Qualidade de Vida. 4. Desenvolvimento Econômico. 5. Desafios
Estratégicos. 6. Desafios Institucionais. I. Silva, Cylon Gonçalves da. II.
Melo, Lúcia Carvalho Pinto de. III. Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia.
IV. Academia Brasileira de Ciências.

CDU 301.15:004(81)

Livro Verde

Coordenação Geral

Cylon Gonçalves da Silva – LNLS/ABTLuS
Lúcia Carvalho Pinto de Melo – MCT e FJN

Grupo de Concepção e Redação

Antonio José Junqueira Botelho – PUC-Rio
Antônio Márcio Buainain – Unicamp, Coordenador
Ruy Quadros de Carvalho – Unicamp
Sérgio Salles Filho – Unicamp e Finep

Colaboradores do Projeto DECTI

A equipe de redação do Livro Verde contou com especial apoio das seguintes pessoas:

Alfredo H. Costa Filho – Unesco
Carlos Henrique Cardim – CEE/MCT
Flávia Maia Jesini – UnB
Guilherme Euclides Brandão – MCT
Henriqueta Borba – Unesco
Ione Egler – MCT
Leonardo R. Genofre – UnB
Reinaldo Ferraz – MCT
Roberto Medeiros – LNLS
Sandra Holanda – MCT
Simone H. Cossetin Scholze – MCT
Sinésio Pires Ferreira – MCT

Documentos Técnicos de Subsídio

O Livro Verde beneficiou-se de documentos, notas técnicas e contribuições escritas preparadas, a pedido da coordenação geral, pelos colaboradores a seguir relacionados:

Abraão Benzaquem Sicsu – FJN
Ademar Ribeiro Romeiro – Unicamp e Embrapa
Adriano Dias – FJN
Akira Homma – Fiocruz
Alice Rangel de Paiva Abreu – CNPq
Ana Lúcia Delgado Assad – MCT
André Furtado – Unicamp
Ângelo Pavan – IBGE
Carlos Henrique de Brito Cruz – Fapesp
Carlos Nassi – UFRJ
Carlos Nobre – CPTEC/Inpe
Carlos Vogt – Unicamp
Celso José Monteiro Filho – IBGE
Celso Pinto de Melo – UFPe e CNPq
Débora Mello – Unicamp
Eduardo Moacyr Krieger – Incor e Academia Brasileira de Ciências
Elísio Contini – Embrapa
Elizabete Rondelli – UFRJ
Elói de Souza Garcia – MCT
Eugênio Neiva, Consultor
Evando Mirra de Paula e Silva – CNPq
Fernando Galembek – Unicamp
Francisco Ariosto Holanda – Secretário da Ciência e Tecnologia/Ceará
Francisco César de Sá Barreto – UFMG
Guilherme Euclides Brandão – MCT

Henrique Lins de Barros – MAST/MCT
Ione Egler – MCT
João Alziro Herz da Jornada – Inmetro
João Batista Dias de Paiva – UFSM
João Carlos Ferraz – UFRJ
Joel Weisz – Finep
José Carlos Albano do Amarante – IME
José Galízia Tundisi – Instituto Internacional de Ecologia
José Maria da Silveira – Unicamp
Leopoldo de Meis – UFRJ
Luiz Fernando Vieira – Embrapa
Luiz Gylvan Meira Filho – AEB/MCT
Luiz Pinguelli Rosa – UFRJ
Luiz Tomáz Carrilho T. Gomes – MCT
Márcio de Miranda Santos – Embrapa e CGE/MCT
Maria Antonia Gazzoelli – Unicamp e Ministério da Educação
Mariza Barbosa – Embrapa
Maurício Antonio Lopes – Embrapa
Maurício Compiani – Unicamp
Maurício Otávio Mendonça Jorge – MCT
Michelangelo Trigueiro – UnB
Murilo Flores – Embrapa
Nelson Brasil – Abifina
Paulo Arruda – Unicamp
Paulo Roberto Tosta – Finep
Pedro Wongtschowski – Oxiteno
Regina Gusmão – Fapesp
Reinaldo Dias Ferraz de Souza – MCT
Renato Janine Ribeiro – USP
Rex Nazareth Alves – IME
Roberto Bernardes – Fundação Seade/SP
Rogério Meneghini – LNLS
Rui de Araújo Caldas – MCT
Sandra Holanda – MCT
Selma Leite – UFPA
Sérgio L. A. de Queiróz – UFRJ
Sérgio Neves Monteiro – UENF
Sidney Mello – UFF
Sílvia Figueiroa – Unicamp
Sílvio Zancheti – UFPe
Simon Schwartzman – AIR
Simone H. Cossetin Scholze – MCT
Sinésio Pires Ferreira – MCT
Stefan Bodgan Salej – Fiemg
Waldimir Pirró y Longo – Observatório Nacional/MCT e UFF

Contribuições

Ao longo de mais de 10 meses de trabalho para elaborar o Livro Verde, o Grupo de Concepção e Redação se beneficiou de comentários técnicos, sugestões, críticas, entrevistas, apoio técnico-administrativo e, mesmo, de puro estímulo da parte de incontáveis pessoas no País e no exterior, em reuniões formais e informais, inclusive via internet. Muitos participaram ativamente de um conjunto de reuniões de trabalho sobre os cinco temas centrais que compõem a estrutura do Livro. Outros comentaram versões preliminares do documento, sugerindo modificações e também possibilitaram obter imagens utilizadas no Livro.

Na tentativa de dar o merecido crédito e registrar os justos agradecimentos ao maior número possível de colaboradores, optou-se por listar o nome de todos que contribuíram, sem distinção de papel ou posição, para o Livro Verde:

Abílio Afonso Baeta Neves – Presidente, Capes
Adalberto Luiz Val – INPA
Adalberto Vasquez – Capes
Adão Vilaverde – SCT/RS
Afonso Carlos Correa Fleury – USP
Alaíde Mammana – ITI/MCT
Alberto Duque Portugal – Presidente, Embrapa
Alberto Pereira de Castro – Diretor-Presidente, IPT/SP
Alcir Monticelli – Unicamp
Aleksandra Reis – Embrapa
Alessandra Beatriz Rodrigues de Castro – MCT
Alexandre Camargo Coutinho – Embrapa
Ana Curi – MCT
Ana Francisca Fernandes Corrêa – MCT
Ana Lúcia Gazzola – UFMG
Ana Maria Martins – IEA/CTA
Ana Maria Sampaio – IEL
Ana Paula Saint Clair – CNEN/MCT
Anderson Lopes de Moraes – MCT/CGE
André Amaral Araújo – Diretor, Finep
Andréa Koury Menescal – CNPq
Andréa Lessa – INT/MCT
Andres Trancoso Vilas – CGE/CTHidro
Ângela Maria Cohen Uller – UFRJ
Ângela Paulista – MCT
Angelo Pavan – IBGE
Antonio Afonso Lamounier – Trópico Telecomunicações
Antonio Carlos de O. Barroso – Diretor, CNEN
Antonio Figueiredo – MEC
Antônio Gomes Cordeiro – CNEN/MCT
Antonio Oliveira
Antonio Sérgio Pizzarro Fragomeni – MCT
Armando Dias Mendes – UFPA
Armando Mariante de Carvalho – Inmetro
Armando Mendes – UFAM
Carlos A. Dompieri – ex-Presidente, Finep
Carlos Alberto Eiras Garcia – Reitor, FURG
Carlos Cruz – CNPq/MCT
Carlos Eduardo Morelli Tucci – UFRGS e CGE/CTHidro
Carlos Gastaldoni – BNDES
Carlos Lombardi – MCT
Carlos Oití Berbert – MCT
Carlos Roberto Colares Gonsalves – MCT
Carlos Z. Ignácio Mammana – ITI/MCT
Célia Bona – CBPF/MCT
Célia Poppe – Finep
Célio Andrade – LNA-MCT
Celso Barbosa – Anpei
Celso Cruz – Finep
Celso José Monteiro Filho – IBGE
Celso Pinto – Jornal O Valor
Charlotte Stephanie – Finep
Claudencio Ferreira – Unicamp
Cláudia Diogo – CNPq
Cláudia Penha – MAST/MCT
Cláudia Regina de Almeida Souza – CNEN/MCT
Claudio Cavalcanti Ribeiro – Secretário de Ciência e Tecnologia/Pará
Cláudio de Almeida Loural – CPqD
Cláudio Soligo Camerini – Petrobras
Clovis Andrade Junior – MCT
Cristiano de Lima Logrado – MCT/CGE/CTEnerg
Cristina Clark – Fiocruz/MS
Cristina Tavares – Fiocruz/MS
Dalci Maria dos Santos – MCT/CGE
Dominique Ribeiro – UFRJ
Donald Sawyer – MCT
Durval Costa Reis – MAST/MCT
Edmundo Antonio Taveira Pereira – MCT
Edson Vaz Musa – EVM Consultoria
Edvaldo Fonseca – IPEN
Elaine Rose Maia – CEE/MCT
Eliana de Souza Lima – Embrapa
Eliane Oliveira – Unifesp
Elisa Pereira Reis – UFRJ
Elizabeth Babachevski – USP
Elizabeth Pinto Guedes – Finep
Eric Jan Roorda – Procomp
Érica Batista Vargas – MCT
Esper Abrão Cavalheiro – MCT
Eugenio Emílio Staub – Presidente, Gradiente
Fábio Celso Macedo Soares – Finep
Fábio Erber – UFRJ
Fábio Veras – Fiemg
Fernando Cunha – Fapesp
Fernando Luís de Castro Miquelino – CPqD
Fernando Luz – MCT
Fernando Nery – Módulo Informática
Fernando Varejão Freire – MCT
Francisco Mauro Salzano – UFRGS
Francisco Romeu Landi – Fapesp
François René – MCT
Gabriela Campos Teixeira – MCT
Geraldo Falcão – Petrobras
Gerson E. Ferreira Filho – ex-Presidente, Finep

Gilberto Câmara – INPE
 Gilberto M. Januzzi – MCT/CGE/CTEnerg
 Glaci Terezinha Zacan – UFPr
 Gláucia Maria Cleibe de Oliveira – MCT
 Glaucius Oliva – USP
 Guilherme Emrich – Biobrás
 Helenise Brant – MCT
 Hélio Guedes de Campos Barros – MCT
 Henrique Lins de Barros – MAST/MCT
 Herman Wever – Presidente, Siemens
 Hernan Chaimovich G. – Pró-Reitor, USP
 Hugo Fragnito – Unicamp
 Hulda Gesbrecht – Abipti
 Humberto S. Brandi – UFRJ
 Irma Rosseto Passoni – ex-Deputada Federal
 Isa Helena O. G. de Almeida Pereira – MCT
 Isabel Tavares – CNPq
 Isaías de Carvalho Macedo – Coopersucar
 Ivone P. Mascarenhas – USP São Carlos
 J. P. von der Weid – Pipeway Engenharia Ltda.
 Jacob Palis Junior – Diretor, IMPA
 Jacques Marcovitch – Reitor – USP
 Jeter Bertoletti – Museu de Ciência e Tecnologia/PUCRS
 João Batista Dias de Paiva – UFSM
 João Carlos Brum Torres – UFRGS
 João Evangelista Steiner – MCT
 João F. Gomes de Oliveira – Diretor, NUMA e USP São Carlos
 João Furtado – Unesp
 João Lucas Marques Barbosa
 João Metello de Mattos – MCT/CGE/CTHidro
 João Paulo dos Reis Veloso – Presidente, INAE
 João Roberto Rodrigues Pinto – MCT/CGE/CTEnerg
 Jorge Ávila – Diretor, Finep
 Jorge Pereira da Silva – INT/MCT
 José Antônio Pimenta Bueno – PUC-Rio
 José Augusto Coelho Fernandes – CNI
 José Augusto Pereira da Silva – Pipeway Engenharia Ltda.
 José Carlos Albano do Amarante – IME
 José Carlos Gomes Costa – MCT/CGE/CTEnerg
 José Claudio Castoldi – Replan/Petrobras
 José D’Albuquerque e Castro – UFRJ
 José Domingos Miguez – MCT
 José Eduardo Cassiolato – UFRJ
 José Elio Trovatti – CPqD
 José Ellis Ripper Filho – ASGA
 José Gilberto Aucélio – MCT
 José Graça Aranha – INPI
 José Guilherme Ribas Sophia Franco – LNLS
 José Márcio Correa Ayres – MCT
 José Maria Cardoso da Silva – UFPe
 José Mauro dos Santos Esteves – Presidente, CNEN
 José Murilo Costa Carvalho Júnior – MCT
 José Paulo Silveira – MPO/SPIE
 Josemar Xavier de Medeiros – MCT/CGE/CTEnerg
 Jucilene Gomes Pereira – Ibict/MCT
 Júlio Cezar Rodrigues Martorano – CPqD
 Jurandir Fernando Ribeiro Fernandes – Unicamp
 Kátia Godinho Gilaberte – MCT
 Katia Lanes – CNEN/MCT
 Kurt Politzer – Abiquim
 Ladislau Cid – Embraer
 Laila Dantas – Ibict/MCT
 Lauro T. G. Fortes – AEB/MCT
 Leila Mendonça Raulino – Socinfo
 Lélío Fellows – CNPq
 Leonor M. Câmara – MCT
 Leopoldo de Meis – UFRJ
 Lilian Bayma de Amorim – Museu Goeldi/MCT
 Lindaura Campos de Faria – Finep
 Lívia Barbosa – UFF
 Lívio Amaral – UFRGS
 Luis Carlos Mendonça de Barros – Presidente, MBG
 Luís Valcovi Loureiro – Capes/MEC
 Luiz Bevilacqua – LNCC/MCT
 Luiz Carlos Joels – MCT
 Luiz Carlos Scavarda do Carmo – PUC-Rio
 Luiz Cláudio Braz – CNEN/MCT
 Luiz Claudio Marigo – Mamirauá
 Luiz Hildebrando Pereira da Silva – Cepem
 Luiz Marques Couto – MCT
 Luiz Roberto Liza Curi – MEC
 Lynaldo Cavalcanti de Albuquerque – Abipti
 M. Dalila T. Andrade – Embraer
 Manoel Abílio de Queiróz – Embrapa
 Manoel Barral Netto – UFBA e Fiocruz
 Marcelo Coelho – Folha de S. Paulo
 Marcelo Juni Ferreira – LNLS
 Márcia Maro da Silva – MCT
 Marco Antonio Raupp – Diretor – LNCC
 Marco Aurélio Garcia – Secretário Municipal da Cultura/SP
 Margarida Maria Pion da Rocha Paranhos – MCT
 Maria da Graça Duarte Ramos – CNPq
 Maria das Graças Nunes – N.I. Linguística Computacional
 Maria Isabel Fonseca – MCT
 Maria Isabel Tavares – CNPq
 Maria José Gazzi Salum – UFMG
 Maria Laura da Rocha – MCT
 Maria Lúcia Horta – Finep
 Maria Luiza Braz Alves – MCT
 Maria Sílvia Dipietro – USP
 Maria Sylvia Romero Derenusson – MCT
 Mariana Barnes Small – CEE/MCT
 Marileusa D. Chiarello – MCT
 Marília Giovanetti de Albuquerque – MCT
 Mariluce Moura – Fapesp
 Mário Araújo – CCT/UFPA
 Mário Dias Ripper – PUC-Rio
 Marisa Barbar Cassim – MCT
 Marta Kühl – Trópico Telecomunicações
 Maura Pacheco – Finep
 Maurício Nogueira Frota – PUC-Rio
 Mauro Marcondes – Finep
 Mauro Miagute – Fiesp
 Moema Soares de Castro – CCT/UFPA
 Moema Tavares da Costa – Socinfo
 Monica Berton – ITI/MCT
 Monica da Silva Fernandes – INT/MCT
 Múcio Roberto Dias – AEB/MCT
 Nassim Gabriel Mehedff – MT
 Nelson Simões – RNP

Nilton Marlúcio de Arruda – Cenpes/Petrobras
Onildo João Marini – MCT/CGE/CTHidro
Orestes Marracini Gonçalves – USP e ABNT
Oscar Cordeiro Neto – CGE/CTHidro
Oswaldo Biato – MRE
Oswaldo Cruz – CPqD
Paula Regina Kuser – CBME/LNLS
Paulo César Gonçalves Egler – ABC
Paulo Cesar Silva – LME/LNLS
Paulo de Goes – ABC
Paulo Escada – INPE/MCT
Paulo Estevão Cruvinel – Diretor, Embrapa
Paulo Haddad – Presidente, Phorum
Paulo Kliass – MCT
Paulo Sizuo Waki – MCT
Pedro Carajilescof – UENF e ANE
Pedro Wilson Leitão Filho – Fumbio
Plínio Asmann – IPT/SP
Raimundo Aroldo Silva Queiróz – CEE/MCT
Raimundo Tadeu Corrêa – MCT
Ramiro Wahrhaftig – Secretário de C&T e Ensino Superior/Paraná
Regina Célia França – AEB/MCT
Reinaldo Fernandes Dana – MCT
Reinaldo Guimarães – UERJ
Renato Baumgratz Viotti – MCT
Roberto Freire – Senador
Roberto Pinto Martins – MCT
Roberto Sbragia – USP
Rogério Henrique de Araújo Júnior – Ibict
Rogério Mamão Gouvêa – CNEN/MCT
Rômulo Ângelo Zanco Filho – CPqD
Ronaldo Cardoso Lemos – ITI
Ronaldo Seroa Mota – IPEA
Rubens Amador – MCT
Rui Albuquerque – Unicamp
Ruy Coutinho do Nascimento – BNDES
Sandoval Carneiro – UFRJ
Sandra Fernandes – Petrobras
Sérgio Besserman Vianna – Diretor, IBGE
Sérgio Danilo J. Pena – UFMG
Sérgio F. G. Bath – MRE
Sérgio Haddad – Presidente – Abong
Sérgio Machado Rezende – UFPe
Sérgio Mascarenhas de Oliveira – Presidente, IEA
Sérgio R. R. Queiróz – Unicamp
Steferson Faria – Petrobras
Sueli Maffia – Ibict/MCT
Suely Martins da Silva – MCT
Tânia Mendes – CGE/MCT
Tatiana Pires – CEE/MCT
Tereza Simpson – Finep
Tomás Bruginski de Paulo – MCT
Vanda Regina T. Scartezini – MCT
Vania Gurgel – CNPq/MCT
Vera Marina da Cruz e Silva – Finep
Vera Pinheiro – MAST/MCT
Vilmar Faria – PR/GAP/AEPR
Wilson Nava – Fundação CPqD
Walter Bartels – AIEB
Wilson Suzigan – Unicamp



APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O Livro Verde da Ciência, Tecnologia e Inovação, que apresento, resulta de amplo debate, coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, acerca do papel do conhecimento e da inovação, na aceleração do desenvolvimento social e econômico do País.

Ao resgatar a trajetória da Ciência e Tecnologia brasileira e estimular a reflexão sobre seu futuro, o Livro Verde traz à luz os sólidos alicerces em que se fundam seus avanços contemporâneos. Explícita, sobretudo, valiosos elementos da visão estratégica que hoje orienta a sustentação e a ampliação do esforço nacional em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), como condição necessária de desenvolvimento, bem-estar, justiça social e de exercício da soberania.

O presidente da República, professor Fernando Henrique Cardoso, desde o primeiro momento, associou-se diretamente à dinâmica de transformação e atualização da C&T e, ao liderar esse movimento, orientou o governo como um todo para que apoiasse os esforços que ora ingressam em nova etapa, para a qual o Livro Verde funciona com verdadeira porta de entrada.

Mais do que veicular a opinião do Ministério da Ciência e Tecnologia, este Livro reflete e sintetiza o diálogo aberto, de âmbito nacional, entre o Ministério e a sociedade em suas diversas esferas interessadas no futuro da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil. Mais de um ano transcorreu entre as primeiras discussões sobre a necessidade e viabilidade deste exercício, a concepção, a preparação e a publicação deste Livro. Um prazo ao mesmo tempo longo e curto. Longo, dada a premência de discussão desses temas,

e curto, dada a magnitude da tarefa. A preparação do Livro beneficiou-se de um amplo processo – ainda em curso – de consultas, do qual vêm participando lideranças políticas, empresariais, acadêmicas e do governo. Nesta primeira etapa, foram realizadas cinco reuniões de trabalho sobre os temas centrais deste documento e entrevistadas mais de cinquenta personalidades de destaque, em uma rica troca de idéias e no propósito comum de buscar consensos. No total, mais de uma centena de pessoas foram ouvidas, e seus comentários, sugestões e contribuições diretas para o Livro foram incorporadas a este debate.

O Livro Verde é também um instrumento de trabalho. Serve como uma das principais bases para os debates da Conferência Nacional da Ciência, Tecnologia e Inovação, tendo em vista a elaboração de Diretrizes Estratégicas, com o horizonte temporal até 2010. Diretrizes, neste sentido, constituem orientações de ordem geral, formuladas dentro de princípios realistas, e comprometidas com as necessidades nacionais; estratégicas são elas, por se pautarem pela capacidade de planejamento, visão de futuro e de projeto nacional, com foco claro e voltado para resultados.

Neste momento de transição para realizações ainda mais significativas por parte da ciência e tecnologia brasileiras e sua integração definitiva na agenda social, política e econômica do País, a adoção de Diretrizes Estratégicas faz-se não apenas oportuna, mas necessária.

O Livro Verde foi concebido para ser utilizado pelos participantes da Conferência Nacional e por todos os que se envolverem na discussão das Diretrizes

Estratégicas. Não se trata de simples documento de referência, pois é substantivamente orientado e embute avaliações do que poderá vir a ser a CT&I brasileira. Supõe um percurso positivo e tem inegáveis intenções e conseqüências políticas.

Tomado no conjunto, o Livro Verde divulga variadíssimos elementos de informação que, no essencial, substanciam a percepção de que a sustentação do esforço nacional de CT&I não só é imprescindível, mas tem viabilidade na emergente ordem internacional. O papel da CT&I, nessa ordem, diz respeito à aceleração da produção do conhecimento e da inovação; mas também é sua vocação tornar-se o principal fator de agregação de valor a produtos, processos e serviços. A ordem internacional abriga a tendência no sentido da concentração do saber, do saber-fazer e da introdução de produtos sofisticados e inovadores no mercado mundial.

As conquistas no avanço do conhecimento e das tecnologias indicam possibilidades objetivas de o País colocar-se, de forma satisfatória, no seio dessa ordem, de modo a aproveitar as oportunidades internacionais existentes e evitar suas disfunções. Esse papel da CT&I refere-se, portanto, à necessidade de acompanhar e, na medida do possível, participar do que se passa nas fronteiras avançadas do conhecimento e das tecnologias de ponta; refere-se à busca da excelência e da qualidade da pesquisa; ao cumprimento das vocações nacionais e regionais brasileiras; ao atendimento dos reclamos da sociedade, no quadro da correção dos desequilíbrios e da obtenção de melhor qualidade de vida para todos; às necessidades do setor produtivo, em termos de superação do déficit tecnológico nacional, e dos novos modos de organização, gestão e financiamento da CT&I no Brasil. Tampouco descuida da necessária internaliza-

ção das informações sobre o País existentes em centros de pesquisa no exterior e dos novos limites e oportunidades da cooperação internacional em CT&I.

O Livro Verde demonstra não a ruptura com o passado, mas sua superação, em processo que está decididamente em curso em nossos dias. Evidência disso é o apoio prestado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) a áreas de impacto social e econômico – desde os programas de biotecnologia, tecnologias da informação, nanotecnologias, materiais especiais, ciência e tecnologia do mar, pesquisa e aplicações espaciais, até projetos inovadores recentes, como os de combate à violência e em prol da segurança pública, de apoio da C&T à comunidade negra, além da iniciativa de atração e fixação de pesquisadores conduzida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Nesse quadro, é crescente a obsolescência da problemática tradicional da CT&I brasileira e a emergência de novas e desafiadoras questões. Sua agenda se renova a grande velocidade e a aceleração da produção de artigos indexados e o rápido crescimento nos números relativos à formação de doutores/ano indicam, de forma inequívoca, que estamos no caminho certo e vamos alcançar nossas metas.

Em anos recentes, tornou-se muito mais nítida a percepção da importância da ciência e tecnologia e da ampliação dos objetivos da respectiva política nacional. Os recursos disponíveis para a pesquisa e desenvolvimento (P&D) aumentaram significativamente. Criaram-se novos instrumentos de financiamento da pesquisa, organizou-se um novo e arrojado quadro jurídico e institucional, e a inovação tecnológica aparece como objetivo central dos esforços nacionais. Em paralelo

ao estabelecimento de laços mais robustos com a comunidade científica – convidada, de forma sistemática, a integrar comitês científicos, comitês de seleção de projetos e comitês de busca, a participar na elaboração de editais, bem como no exame de políticas públicas –, objetivou-se também intensificar a participação do setor privado nos investimentos em P&D.

A implantação de novos instrumentos financeiros, sobretudo os fundos setoriais, recebeu grande impulso, tendo-se fixado objetivos mais amplos, mais complexos e mais definidos, com ênfase no foco, na busca de resultados, na gestão compartilhada e transparente. A perenização do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) permitirá estabilidade dos recursos, há muito reivindicada pela comunidade científica. Outros avanços recentes de grande importância – devidamente registrados no Livro Verde – dizem respeito à estruturação de redes nacionais e regionais, ao apoio à incubação de empresas e ao capital de risco, à ênfase nos estudos prospectivos, acompanhamento e a avaliação, ao fortalecimento dos sistemas locais de inovação, com foco nas cadeias produtivas.

Um campo que também merece atenção especial diz respeito ao desenvolvimento institucional. Com a incorporação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e da Agência Espacial Brasileira ao MCT, o sistema torna-se mais complexo, mais eficiente e mais integrado. Esse processo avança, nestes dias, com a criação do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, a reforma dos institutos do MCT e a criação dos novos Institutos do Milênio em áreas estratégicas para o esforço nacional de pesquisa. Nesse campo, a importância da atuação do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT) traduz-se, *inter alia*, na nova ênfase hoje conferida às ações de prospecção.

No plano da legislação afeta à CT&I, alcançaram-se também progressos consideráveis, com a aprovação no Congresso – com agilidade e apoio pluripartidário – das leis que estabeleceram os fundos setoriais. Outras iniciativas legislativas relevantes se referem às áreas de propriedade intelectual (patentes, novos cultivares, *software* e topografia de circuitos integrados), às novas leis de Informática, de Acesso à Biodiversidade, de Biossegurança. As futuras Leis da Inovação e de recuperação dos incentivos à P&D privada serão, em breve, levadas ao debate público.

Com o intuito de acompanhar o ritmo de avanço da CT&I mundial, o Brasil começa a instalar e ampliar a capacidade de buscar, ao mesmo tempo, variados macro-objetivos. Deram-se os primeiros passos em direção à uma política suficientemente flexível e a uma gestão sistêmica e abrangente, capazes de abrigar atividades até recentemente consideradas, em larga medida, antagônicas ou mutuamente excludentes, como a equivocada e ultrapassada antinomia entre ciência básica e tecnologia.

A um só tempo, fortalece-se a pesquisa e recupera-se o déficit nacional de desenvolvimento tecnológico; estimulam-se a indução e a espontaneidade na pesquisa básica; buscam-se excelência, qualidade e relevância, mas também a desconcentração regional da pesquisa e dos investimentos; promove-se a simultânea expansão do sistema nacional de CT&I e da ação regional conduzida ou apoiada pelo MCT. Se, de um lado, com o Fundo de Infra-Estrutura expandem-se os projetos de pesquisa e revigora-se a infra-estrutura de pesquisa, por outro, recebe reforço a execução de bolsas pelo CNPq, via fundos setoriais. Com o Fundo Verde Amarelo, dispõe-se de um vigoroso instrumento para que a aproximação universidade-empresa abandone definitivamente o plano das intenções e ganhe concretude e eficácia.

O campo internacional é similarmente caracterizado por uma nova visão: a política de fortalecimento do esforço nacional brasileiro vem acompanhada do duplo reconhecimento do caráter crescentemente global da CT&I, como de que o panorama internacional nessa área comporta muitas complexidades não é necessariamente “amigável”. Requerem-se, portanto, o aprofundamento conseqüente de nossas ações internas e um tratamento sofisticado de nossa postura externa.

Empreendem-se, neste último sentido, esforços atinentes ao avanço no tratamento das questões globais e à consolidação da confiabilidade do Brasil como ator importante no concerto das nações. São numerosos os campos de trabalho: biodiversidade, camada de ozônio, proibição de armas químicas, regime de tecnologias de uso duplo nos campos civil e militar, a candente questão das mudanças climáticas, a superação do hiato digital entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, a recuperação dos financiamentos do Banco Mundial e do Banco Interamericano de Desenvolvimento para P&D, o início de uma política de atração de investimentos de empresas de base tecnológica e de ações conjuntas com as mesmas.

A reforma da política brasileira de cooperação internacional, tanto com os países avançados, quanto com as nações em desenvolvimento, adquire ênfase revigorada, quando o pesquisador brasileiro ganha novo alento e novos horizontes em termos programáticos e de financiamento de suas pesquisas, quando as necessidades do desenvolvimento tecnológico e a inovação ascendem ao primeiro plano de nossas considerações.

No entanto, despertar e mobilizar a sociedade para o debate sobre a importância da CT&I e de sua inserção definitiva na agenda da sociedade brasileira depende ainda, em grande medida, de nossa capaci-

dade de transmitir, com clareza, seus reais impactos e os motivos do interesse do País em participar do grupo de países que atuam na linha de frente dos avanços científicos e tecnológicos internacionais. Compreender e difundir amplamente as razões pelas quais o Brasil participa e continuará a participar ativamente dessas ações significa legitimá-las perante a sociedade e permite angariar o apoio permanente desta ao imprescindível esforço nacional em CT&I.

Ao levar em consideração todos esses elementos, a importância do Livro Verde, reflete-se nas evidências que emergem de suas páginas – às vezes como advertências, às vezes como expectativas – de que o diálogo democrático é o caminho privilegiado para definir os interesses gerais, superar condições de atraso e fazer preponderar o ideal da contemporaneidade. O Livro Verde busca mostrar, por fim, a contribuição que podem a Ciência e Tecnologia prestar para que o País alcance definitivamente seu lugar no cenário mundial.

Finalmente, desejaria agradecer vivamente a todos que, no Ministério da Ciência e Tecnologia e na comunidade científica, por sua dedicação profissional, talento, competência e espírito público, contribuíram para a idealização e elaboração deste Livro Verde, em especial o Dr. Carlos Américo Pacheco, Secretário Executivo do MCT, o Dr. Cylon Gonçalves da Silva, a Dra. Lúcia Melo e a equipe de redação liderada pelo Prof. Antonio Márcio Buainain.

Ronaldo Mota Sardenberg
Ministro da Ciência e Tecnologia
Brasília, julho de 2001



PREFÁCIO

PREFÁCIO

A Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação que será realizada em Setembro de 2001 representa certamente um marco para o desenvolvimento do setor no País.

Será a grande oportunidade de mobilizar todos os principais atores que estão engajados em transformar a Ciência e Tecnologia em instrumentos efetivos de uma grande mudança econômica e social do Brasil, enfrentando desafios, resolvendo problemas, atendendo aos anseios da sociedade. Envolve não só o Governo e a comunidade científica e tecnológica, mas outros segmentos da sociedade que esperam que o País alcance, no mais curto espaço de tempo possível, um padrão de desenvolvimento compatível com suas potencialidades.

Trata-se, além disso, de um esforço que se faz num contexto em que Ciência, Tecnologia e Inovação são encaradas segundo um novo paradigma, o da sustentabilidade, ou seja, de utilizar o conhecimento produzido de forma eticamente responsável, garantindo a preservação dos recursos disponíveis no planeta para as futuras gerações.

Não é por acaso que o presente trabalho, o **Livro Verde de CT& I** foi organizado de forma a cobrir as seguintes questões **Avanço do Conhecimento; Qualidade de Vida; Desenvolvimento Econômico; Desafios Estratégicos; Desafios Institucionais**, temas que se relacionam diretamente a esse novo paradigma. Trata-se de um documento preliminar apresentando, para discussão com a sociedade e apreciação durante o processo preparatório e na Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia para

Inovação, um conjunto de diretrizes para a CT&I, uma visão estratégica com a respectiva alternativa para o desenvolvimento da CT& I, linhas de ação, prioridades, instrumentos, arcabouço institucional e fontes de financiamento. Por essa razão, é um documento aberto para discussão, preparado para receber contribuições que virão dos mais diversos setores e regiões.

A Academia Brasileira de Ciências, ao aceitar a incumbência de organizar a Conferência em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia e suas agências, assume de forma consciente a responsabilidade de garantir que esse empreendimento seja bem sucedido. Aos que contribuíram para a elaboração deste documento, nossos agradecimentos pelo enorme esforço em agregar dados, informações e percepções que muito nos ajudarão nas discussões da Conferência e, finalmente, na produção do Livro Branco que irá conter um elenco de compromissos realistas para o desenvolvimento de nossa Ciência, Tecnologia e Inovação nos próximos dez anos.

Eduardo Moacyr Krieger

Presidente da Academia Brasileira de Ciências



O LIVRO VERDE

A elaboração deste Livro Verde não teria sido possível sem o apoio decidido do Ministro Ronaldo Mota Sardenberg e do Secretário Executivo Carlos Américo Pacheco. Foi deles a idéia de que era necessário, com urgência, iniciar uma discussão sobre o planejamento da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil. Transformá-la em realidade é uma tarefa de todos nós. Este Livro Verde, cuja concepção iniciou-se há mais de um ano e cuja redação ocupou boa parte de um semestre, é uma primeira tentativa de organizar, ampliar e difundir o debate sobre essas questões centrais para o futuro da sociedade brasileira. Uma tentativa, certamente, cheia de lacunas e imperfeições, como cumpre a um Livro Verde. Agravadas, entretanto, pelo fato de ser a primeira vez que se tenta um exercício desta magnitude, com tal abrangência de temas em um prazo tão curto. Aprender é aprender fazendo, é errar e tirar ensinamentos desses erros. É de se esperar que em um futuro não muito distante renove-se este exercício. A equipe que assumir tal responsabilidade poderá aproveitar esta experiência e fazer melhor.

Tecnologia e Inovação foram trazidas no Livro Verde, propositadamente, para a boca de cena. Isto não significa menosprezar a Ciência. A razão desta escolha prende-se à percepção de que o grande desafio, hoje, reside mais na necessidade de incrementar a capacidade de inovar e de transformar conhecimento em riqueza para a sociedade brasileira como um todo, do que no potencial do sistema de C&T brasileiro de gerar novos conhecimentos.

O processo de desenvolvimento, por sua própria natureza, é uma sucessão de desequilíbrios e disfun-

cionalidades. O Brasil investiu, durante meio século, na construção de um sistema de pesquisa e, depois, de pós-graduação que já alcançou, apesar de suas limitações, dimensões respeitáveis. Mas este sistema se erigiu sobre um alicerce pouco sólido. Dois indicadores demonstram isto.

Entre 1981 e 1999, a escolaridade média do brasileiro passou de cerca de quatro anos para cerca de seis anos. Ou seja, em uma geração, a escolaridade média no Brasil cresceu apenas dois anos. Isto significa que, em que pesem os avanços no topo da pirâmide educacional, a sociedade brasileira, como um todo, ainda está longe de ser uma sociedade do conhecimento. É preciso, pois, urgentemente, universalizar com qualidade o ensino no Brasil, mobilizando ao máximo o que já se construiu no ensino superior e na pós-graduação.

A transformação de conhecimento em riqueza se dá, preponderantemente, pela ação inovadora de empresas. Entretanto, os investimentos do setor privado em P&D são claramente insuficientes – o Estado ainda é responsável por cerca de dois terços desses investimentos no País. Não se trata de fazer com que o Estado diminua sua contribuição absoluta – muito ao contrário, como o demonstra a criação dos fundos setoriais –, mas de fazer com que o setor privado se torne, num prazo relativamente curto, o participante maior no esforço de P&D no País, cujos benefícios sejam apropriados, prioritariamente, pela população brasileira. A experiência histórica dos países que se desenvolveram mostra, também, o papel fundamental das empresas nacionais na construção da riqueza desses países e na montagem

de um sistema de inovação forte. Aprender observando a trajetória de quem teve sucesso é uma melhor opção do que tentar seguir as prescrições contemporâneas dos bem sucedidos para aqueles que buscam trilhar os mesmos caminhos.

A baixa escolaridade do brasileiro e a reduzida proporção de investimentos privados em P&D são fatos independentes, mas não inteiramente dissociados. Não faltam empreendedorismo e criatividade ao brasileiro: faltam conhecimentos, providos por uma educação, em todos os níveis, universal, sólida e moderna, que capacitem a população a aproveitar Ciência, Tecnologia e Inovação na busca de uma vida melhor. Conhecimento para todos é, acima de tudo, poder para construir um Brasil melhor – uma sociedade do conhecimento será uma sociedade mais justa e equitativa.

Dar um papel mais relevante à Tecnologia e Inovação, neste momento, significa criar as condições para obter um maior apoio futuro por parte da sociedade brasileira à Ciência, à pesquisa fundamental e à fascinante e infinita exploração do Universo em que vivemos. Atenta a isto, em paralelo a este Livro Verde, a Academia Brasileira de Ciências está preparando uma série de estudos sobre áreas de conhecimento, sua situação atual no Brasil, os grandes avanços que se desenham para os próximos anos, e os desafios que terão de ser vencidos para permitir ao Brasil contribuir para esses avanços. Outros estudos realizados por sociedades profissionais, entidades de classe e organizações preocupadas com Ciência, Tecnologia e Inovação, enriquecerão o debate, complementarão e corrigirão o Livro Verde, preenchendo muitas das lacunas aqui deixadas.

Cabe, ainda renovar os agradecimentos a todos que colaboraram com esta empreitada, compartilhando

generosamente seus conhecimentos, fornecendo informações, produzindo textos, criticando e melhorando este Livro Verde. Ele é, sobretudo, uma obra coletiva - muitos co-autores se reconhecerão no texto final, apesar de, na tentativa de produzir um documento mais coerente, suas contribuições terem sido editadas. A opção por um Livro de aparência menos acadêmica e de leitura mais fácil (vã esperança!) fez dispensar o aparato de notas e referências bibliográficas, que seriam necessárias para fazer a devida justiça a todos os colaboradores. Optou-se por listá-los nas páginas iniciais. Além dos agradecimentos, cabe aqui, portanto, também um pedido de desculpas.

Pessoalmente, quero agradecer aos colegas da equipe de redação, responsável por grande parte do trabalho de criação do Livro Verde: Tuca (Antonio Márcio), Botelho, Ruy e Sérgio. Quero, também, agradecer à Lúcia, liderança inteligente, pertinaz e dedicada, que, além de tudo, nos lembrou suave, mas firmemente, que o mundo não é só dos homens, nem o Brasil, só o Sudeste... Finalmente, mas não menos importante, quero agradecer ao Ministro Sardenberg e ao Secretário Executivo Pacheco por terem me honrado com o convite para participar desta missão. Erros, lacunas e deficiências que persistem, bem como cortes e edições de textos, são de inteira responsabilidade do signatário.

Cylon Gonçalves da Silva
LNLS/ABTLuS

Desde a segunda metade do século XX, está em curso uma revolução radical, certamente a mais profunda de toda a história da espécie humana até o presente. Impulsionada por dois grandes avanços do conhecimento - a ampliação da capacidade dos sistemas de comunicação e processamento de informação, representada pelo computador e sua integração com os meios de comunicação e os progressos da biologia molecular - ela deve nos preocupar, enquanto nação, por suas profundas implicações políticas e econômicas.

Os países cujas populações não alcançarem o nível educacional requerido para acompanhar e se adiantar a essa revolução estarão condenados a um atraso relativo crescente e a uma dependência política daquelas nações que dominam o conhecimento, mais opressora do que qualquer outra jamais vista na história da humanidade. Não se trata de subjugação militar, visível nas forças de ocupação de uma potência estrangeira, ou econômica, perceptível nas limitações externas às opções de uma política nacional. Trata-se de uma subjugação completa, invisível e inescapável.

A situação atual do Brasil não o condena a uma perpetuidade de atraso. Bem ao contrário, o que este Livro Verde mostra é o extraordinário caminho percorrido nos últimos cinquenta anos, as iniciativas transformadoras atualmente em curso e as fantásticas oportunidades para o futuro. Ilustra, igualmente que, para a próxima década, há uma consciência clara das demandas mais prementes e das dificuldades a vencer. No curto prazo, muito do que precisa ser feito já se encontra bem encaminhado e delineadas as linhas mestras de atuação. A chave do caminho do futuro encontra-se no exemplo da ação pertinaz e conseqüente, orientada por uma visão de longo prazo da construção do País, que caracterizou o crescimento da Ciência e Tecnologia no Brasil nas últimas cinco décadas.

SUMÁRIO

<i>Coordenação geral, concepção e redação do Livro Verde</i>	<i>iii</i>
<i>Colaboradores</i>	<i>iii</i>
<i>Apresentação</i>	<i>vii</i>
<i>Prefácio</i>	<i>xiii</i>
<i>O Livro Verde</i>	<i>xv</i>
<i>Índice de Gráficos, tabelas e quadros</i>	<i>xxiii</i>
<i>Introdução</i>	<i>1</i>
O debate necessário	2
Um projeto de longo prazo	5
Os grandes temas	7
<i>Capítulo 1. Ciência, Tecnologia e Inovação: a dimensão do sistema no Brasil</i>	<i>11</i>
As transformações do Brasil no último meio século	17
A dimensão do sistema de CT&I no Brasil	21
Desafios do Sistema Brasileiro de CT&I	35
O Plano Plurianual do MCT: 2000-2003	39
Tendências internacionais em políticas para CT&I	41
<i>Capítulo 2. Ciência, Tecnologia e Inovação: o avanço do conhecimento</i>	<i>43</i>
Educação para a Ciência, Tecnologia e Inovação	51
Formação de recursos humanos para CT&I	55
Profissionais e pesquisadores na construção do futuro	65
Avanço do conhecimento	71
Ciências Sociais para uma sociedade do conhecimento	77
Nanociências e Nanotecnologias	79
<i>Capítulo 3. Ciência, Tecnologia e Inovação: qualidade de vida</i>	<i>83</i>
Qualidade de vida no meio urbano	87
Qualidade de vida no meio rural	99
Alimentação e nutrição no Brasil	103
Saúde	105
<i>Capítulo 4. Ciência, Tecnologia e Inovação: desenvolvimento econômico</i>	<i>113</i>
C&T e Inovação tecnológica para o desenvolvimento	119
A necessidade de incrementar a inovação e o esforço tecnológico das empresas	123
Políticas de incentivo à P&D nas empresas	133
A baixa intensidade tecnológica do comércio exterior brasileiro	139
A necessidade de ampliar a participação dos setores de alta tecnologia na estrutura produtiva: tecnologias da informação e comunicação	143
A necessidade de fortalecer a inovação e a difusão tecnológica nas micro e pequenas empresas e a questão regional	149
Normas técnicas e metrologia para a competitividade	151
Agricultura	155

Plantas transgênicas	163
Capítulo 5. Ciência, Tecnologia e Inovação: desafios estratégicos	165
Parte 1: Conhecimento e gestão do patrimônio nacional	169
Levantamento geográfico e estatístico do território	169
Meteorologia e climatologia	170
Gestão do meio ambiente	173
Biodiversidade	175
Recursos do mar	178
Recursos hídricos	181
Recursos minerais	183
Parte 2: Grandes vulnerabilidades e oportunidades	185
Fármacos	185
Energia	188
Tecnologia da informação	191
Telecomunicações	199
Biotecnologia	203
Tecnologia espacial	207
Tecnologia aeronáutica	211
Tecnologia nuclear	211
 Perspectivas da Cooperação Internacional em CT&I	 215
 Capítulo 6. Ciência, Tecnologia e Inovação: desafios institucionais	 225
A organização para CT&I e o marco institucional	229
Políticas de CT&I: uma revisão de instrumentos	233
A competitividade institucional da pesquisa: a necessidade de um novo arranjo legal	245
As agências de fomento na organização dos sistemas de inovação	253
 Travessia: Cooperação, diversidade e sustentabilidade	 255
 Anexo Metodológico	 263
 Siglas, Acrônimos e Similares	 269
 Legendas e créditos de fotos	 273

ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABELAS E QUADROS

Gráficos

Capítulo 1

Gráfico 1 – Recursos do Governo Federal aplicados em Ciência e Tecnologia (C&T), segundo Ministérios	23
Gráfico 2 – Recursos aplicados em C&T pelo MCT	24
Gráfico 3 – Recursos dos Governos Estaduais aplicados em Ciência e Tecnologia	25
Gráfico 4 – Pedidos de patentes depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial	33

Capítulo 2

Gráfico 1 – Brasil: média de anos de estudo da população em idade ativa (10 ou mais anos de idade)	63
Gráfico 2 – Ocupação de Profissionais de Nível Superior	67
Gráfico 3 – Índice do Número de Artigos publicados em periódicos científicos internacionais	72

Capítulo 4

Gráfico 1 – Evolução da Área e Produção de Grãos	116
Gráfico 2 – Taxa de Inovação da Indústria de Transformação em estados selecionados	126
Gráfico 3 – Balanço Tecnológico	129
Gráfico 4 – Valores Globais dos PDTI/PDTA ano a ano	134
Gráfico 5 – Importação e Exportação de Produtos Acabados de Informática	144
Gráfico 6 – Universidades e Instituições de Ensino e Pesquisa que receberam recursos da Lei de Informática	145
Gráfico 7 – Agentes Softex Centros Genesis	147

Capítulo 5

Gráfico 1 – Backbone da RNP	196
Gráfico 2 – Requisitos de Processamento de Alto Desempenho para Grandes Desafios em P&D	197

Cooperação Internacional

Iniciativas Recentes do Brasil em Cooperação Internacional em Ciência, Tecnologia e Inovação	224
--	-----

Tabelas

Capítulo 1

Tabela 1 – Recursos do Governo Federal aplicados em Ciência e Tecnologia (C&T), por modalidade	23
Tabela 2 – Fundos Setoriais: previsão de recursos para 2001	25
Tabela 3 – Participação percentual dos Dispendios em C&T em relação à Receita Total dos estados	27
Tabela 4 – Valor da renúncia fiscal pelo Governo Federal segundo as leis de incentivo à pesquisa, desenvolvimento e capacitação tecnológica	28
Tabela 5 – Esforços em C&T e dispendios em P&D financiados pelo Setor Público	29
Tabela 6 – Esforços em Ciência e Tecnologia (C&T) e dispendios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) por setores de aplicação – Dados Preliminares	30
Tabela 7 – Dispendio Nacional em P&D como percentagem do PIB	30
Tabela 8 – Indicadores selecionados da Pós-Graduação	31
Tabela 9 – Doutores titulados em área de Ciências e Engenharias	32
Tabela 10 – Número de artigos científicos e técnicos publicados	33
Tabela 11 – Patentes registradas no Escritório de patentes Norte-americano	34

Capítulo 2	
Tabela 1 – Matrículas por Dependência Administrativa.	56
Tabela 2 – Alunos matriculados em cursos de Pós-Graduação	60
Tabela 3 – Papel das Bolsas no Apoio à Pós-Graduação. Bolsas de Mestrado e Doutorado concedidas no País, por agências federais	61
Tabela 4 – Número de Ocupados Formais: total e com Educação Superior em Ocupações Científicas, Técnicas e Artísticas	66
Tabela 5 – Brasil: Distribuição dos Grupos de Pesquisa segundo as Regiões Geográficas	68
Tabela 6 – Brasil: Distribuição dos Grupos de Pesquisa segundo a Grande Área de Conhecimento predominante de suas atuações	69
Capítulo 3	
Tabela 1 – Atividades Humanas e Qualidade das Águas	93
Capítulo 4	
Tabela 1 – Porcentagem do Dispêndio Nacional em P&D financiado pelas Empresas.	121
Tabela 2 – Taxa de Inovação das Empresas Industriais, segundo tamanho da Empresa.	125
Tabela 3 – Gastos em P&D das Empresas em porcentagem do PIB	127
Tabela 4 – Remessas e Receitas ao Exterior por Contratos de Transferência de Tecnologia	128
Tabela 5 – Estimativa das Despesas realizadas pelas Empresas do “Universo Anpei” em Atividades Inovativas	128
Tabela 6 – Gastos com P&D de Subsidiárias de Empresas Norte-americanas realizados fora dos EUA	130
Tabela 7 – Distribuição das Exportações segundo Intensidade Tecnológica	141
Tabela 8 – Exportações e Importações de Manufaturas segundo Intensidade Tecnológica	141
Tabela 9 – Participação de Cultivares da Embrapa	156
Tabela 10 – Brasil – Estab., Área, Valor Bruto da Produção (VBP) e Financiamento Total (FT)	158
Tabela 11 – Zoneamento Agroecológico	162
Capítulo 5	
Tabela 1 – População e número de Hosts em Países Selecionados	192
Tabela 2 – Participação Econômica do Setor Aeroespacial	210
Quadros	
Introdução	
Marcos Importantes da Construção do Sistema Nacional de C&T	10
Capítulo 1	
Quadro 1 – Conceitos e Definições	16
Quadro 2 – Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia – CCT	20
Quadro 3 – Bolsas IEL – Sebrae – CNPq para o Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico de Micro e Pequenas Empresas	37
Quadro 4 – Programa de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas - RHAE	37
Quadro 5 – Programas do Plano Plurianual 2000-2003	40
Quadro 6 – Recomendações da OCDE com relação a Políticas para CT&I	42
Capítulo 2	
Quadro 1 – Avanços na Área de Biotecnologia: o Projeto Genoma	47
Quadro 2 – Química	49
Quadro 3 – Uma conquista invisível na Agropecuária	50
Quadro 4 – Divulgação Científica	52
Quadro 5 – Matemática no Brasil: a premência de crescer	54
Quadro 6 – Ensino de Engenharia	58
Quadro 7 – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – Pibic	62

Quadro 8 – A Fábrica do Futuro	69
Quadro 9 – Genética moderna no Brasil	73
Quadro 10 – A Física brasileira: as duas últimas décadas e perspectivas	74
Quadro 11 – Programa Especial de Fixação de Doutores – Profix	75
Quadro 12 – Ciências Sociais para uma Sociedade do Conhecimento	78
Capítulo 3	
Quadro 1 – Combate à Violência e Segurança Pública	89
Quadro 2 – Inovação no Sistema de Esgotamento Sanitário	94
Quadro 3 – Programa de Apoio às Tecnologias Apropriadas – PTA	101
Quadro 4 – O Semi-Árido nordestino e o Programa Xingó	102
Quadro 5 – Instituto do Coração (Incor): Centro de Assistência, Ensino e Pesquisa de Qualidade Mundial	107
Quadro 6 – Pesquisa em Medicina Clínica	110
Quadro 7 – Centro para Controle de Enfermidades (CDC) de Atlanta	111
Quadro 8 – Vacinas no Brasil	112
Capítulo 4	
Quadro 1 – A Elaboração de Indicadores de Inovação no Brasil	125
Quadro 2 – Programas Tecnológicos Offshore da Petrobras	131
Quadro 3 – A Indústria Química Brasileira	132
Quadro 4 – Projeto Inovar	136
Quadro 5 – Proposta de Política de Desenvolvimento Tecnológico do IEDI	137
Quadro 6 – Progex	140
Quadro 7 – Comércio Exterior segundo Intensidade Tecnológica	141
Quadro 8 – Softex: A Sociedade para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro	147
Quadro 9 – A Atuação do CPqD	148
Quadro 10 – Sebrae	150
Quadro 11 – CNI/IEL/Senai	152
Quadro 12 – Capacitação Científica e Tecnológica em Metrologia	153
Quadro 13 – Tecnologia para os Agricultores Familiares	160
Quadro 14 – Plantio Direto	161
Quadro 15 – Zoneamento Agroecológico	162
Capítulo 5	
Quadro 1 – Sistema Avançado de Informações para a Agricultura	170
Quadro 2 – El Niño/La Niña e o Clima no Brasil	171
Quadro 3 – O Valor dos Serviços Meteorológicos	172
Quadro 4 – Iniciativas brasileiras em Mapeamento e Gestão da Biodiversidade	177
Quadro 5 – Acesso a Biodiversidade	178
Quadro 6 – Ciência e Tecnologia para a Amazônia	179
Quadro 7 – A Questão das Patentes de Fármacos	187
Quadro 8 – Governo Eletrônico	193
Quadro 9 – O Desafio da Exclusão Digital	194
Quadro 10 – O Programa Sociedade da Informação	198
Quadro 11 – Comunicações Ópticas no Brasil	200
Quadro 12 – Novos Paradigmas em Telecomunicações – a Agenda de P&D do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), no início do século XXI	201
Quadro 13 – Cartão Telefônico Indutivo	202
Quadro 14 – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio	205
Quadro 15 – Vitória da Biotecnologia	206
Quadro 16 – O Plano Nacional de Atividades Espaciais – PNAE e seus atores principais: AEB, INPE e Deped	208
Quadro 17 – Programa China-Brasil de Desenvolvimento de Satélites (CBERS)	209
Quadro 18 – Aplicações de larga escala de Técnicas Nucleares no Brasil	212

Capítulo 6

Quadro 1 – Pesquisa Inovadora em Pequenas Empresas – PIPE/Fapesp	235
Quadro 2 – Encomendas Tecnológicas pelo Setor Público	237
Quadro 3 – ProspeCTar	238
Quadro 4 – Acordos de Pesquisa e Desenvolvimento Cooperativos (Crada)	239
Quadro 5 – Centros de Pesquisa Cooperativa (CRC)	239
Quadro 6 – Plataforma Tecnológica	240
Quadro 7 – Rede ONSA	241
Quadro 8 – Programa Institutos do Milênio	242
Quadro 9 – Organizações Privadas de Pesquisa	247
Quadro 10 – Lei Francesa de Incentivo à Inovação	248
Quadro 11 – Projeto de Lei do Senado n°. 257	249
Quadro 12 – Lei da Inovação	250



INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O DEBATE NECESSÁRIO

Neste ano, comemora-se o cinqüenário de criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (nascido Conselho Nacional de Pesquisas, em 17 de abril de 1951). Em meio século, longo caminho foi percorrido e a Ciência e Tecnologia tornam-se cada vez mais relevantes para a sociedade brasileira. Em 1951, o Brasil era um país predominantemente rural, com população de pouco mais de cinquenta milhões de habitantes, dos quais apenas trinta e seis por cento habitavam em cidades. Quando o CNPq foi criado, Ciência e Tecnologia tinham algum significado apenas para pequena fração dos habitantes dos grandes centros brasileiros. Hoje, a população do país mais do que triplicou e a relação população rural/população urbana se inverteu; menos de um quarto da população brasileira vive fora das cidades. O mundo e a sociedade brasileira sofreram transformações profundas.

Ciência e Tecnologia, mais do que nunca, fazem parte do cotidiano das pessoas. DNA, genoma, telefone celular, internet são expressões que passaram a integrar o vocabulário popular. As telecomunicações permitem acesso local e global a um número de brasileiros maior do que a população de muitos países do mundo. O Brasil acabou de demonstrar sua competência em seqüenciamento de genoma, com repercussão no cenário internacional e na sociedade brasileira. O País não apenas cresceu como se transformou estruturalmente nos últimos cinqüenta anos. A explosão demográfica, a urbanização e a industrialização, que em conjunto formaram o pano de fundo da história brasileira na segunda metade do século XX, estão presentes em quaisquer indicadores da evolução espantosa do País neste meio século. O ano de 1951, quando nasceu o CNPq, não está apenas no século passado – está em um Brasil que não mais existe.

Há dezesseis anos, era criado o Ministério da Ciência e Tecnologia. Logo após, o Ministro Renato Archer convocou uma conferência de Ciência e Tecnologia. Esta Conferência, que se realizou em 1985, deu-se em um momento especial da história recente do Brasil e respondeu à necessidade de redemocratização do País. Havia grande desejo da população em geral e da comunidade científica, em especial, de participar das decisões governamentais em todos os níveis, depois de vinte anos de um regime autoritário. A conferência buscou construir novos caminhos para essa participação. O passo foi dado, mas as turbulências econômicas e políticas que se seguiram e as freqüentes mudanças de comando no MCT, mesmo quanto à sua natureza jurídica, interromperam por largo tempo o debate então iniciado. Nesse meio tempo, mudou o mundo e mudou o Brasil. A acelerada disseminação das tecnologias modernas, espe-

Visão de futuro

Em 1951, é criado o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq). Álvaro Alberto da Motta e Silva, almirante, empresário e pesquisador, torna-se o primeiro presidente da Instituição.



cialmente as de base microeletrônica, encurtou cada vez mais o ciclo de vida dos produtos. Nesse cenário, a capacidade de gerar, introduzir e difundir inovações passou a ser determinante para a competitividade das empresas e das nações em um mundo cada vez mais globalizado. Torna-se, assim, necessário e urgente avaliar e discutir, com a sociedade, o papel e os rumos da Ciência, Tecnologia e da Inovação no contexto do novo século que se inicia.

No momento atual da Ciência e Tecnologia no Brasil, as necessidades são bastante distintas daquelas que presidiram as articulações de 1985. Muitas das deficiências ali apontadas ainda persistem, sobretudo as de natureza social e econômica. Persistem, também, dificuldades de financiamento no setor, apesar dos progressos feitos tanto pelo setor público como privado. Mantêm-se, igualmente, muitos dos obstáculos institucionais que no passado dificultaram o avanço da Ciência e Tecnologia, seja de natureza legal, financeira ou organizacional. Legislação, mecanismos de gestão e fomento, estrutura de incentivos, fontes de financiamento, entre outros temas, já estão na agenda atual do MCT e deverão, sem dúvida, ser objeto de reflexão da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, a ser realizada em setembro de 2001. Outros desafios de grande porte vieram somar-se aos antigos, tais como a disseminação dos instrumentos modernos de comunicação e informação - basta lembrar que, em 1985, o computador pessoal estava em sua infância e a Internet era um sonho; as mudanças nos modos de organização do trabalho e o desemprego “tecnológico”; a exploração sustentável da biodiversidade; as mudanças climáticas globais; a poluição atmosférica e as contaminações industriais do solo urbano; novos organismos transgênicos, entre tantos outros, para os quais a sociedade brasileira precisa buscar soluções, algumas no curto

prazo, outras para assegurar maior qualidade de vida para as gerações futuras e que dependem, cada vez mais, de Ciência, Tecnologia e Inovação.

O crescimento dos recursos humanos qualificados, que pressiona uma infra-estrutura de pesquisa crescentemente desatualizada, gera a necessidade de expansão planejada da base científica pública e privada. A abertura econômica do País impõe a necessidade de formas mais criativas e de continuidade do processo de expansão do conhecimento e de inovação. E, mais especificamente, no âmbito do MCT, a criação dos fundos setoriais conflui na mesma direção. Tornou-se necessário repensar, com urgência, o modelo e a estratégia de desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro para as próximas décadas. Os fundos setoriais são a grande novidade e, tanto em termos de recursos adicionais, quanto de métodos atualizados de gestão, constituem grande oportunidade de um salto qualitativo e quantitativo para um sistema nacional de inovação. Mais do que qualquer outro avanço recente, a criação dos fundos setoriais irá balizar a evolução do setor público de pesquisa e desenvolvimento e sua articulação com o setor privado na próxima década. Impossível, portanto, que não figurem com proeminência neste debate.

UM PROJETO DE LONGO PRAZO

Ciência e Tecnologia não se tornarão relevantes para a sociedade brasileira como consequência de um evento, mas como consequência de um esforço continuado de qualificação de recursos humanos, em todos os níveis; da existência de leis e normas adequadas ao setor, que possibilitem mecanismos de gestão modernos, ágeis e eficazes, e estimulem a inovação; do bom funcionamento de organizações públicas de fomento, pesquisa e desenvolvimento articuladas entre si e sensíveis às demandas da sociedade; de um número crescente de empresas inovadoras e competitivas, realizando um esforço consistente de pesquisa e desenvolvimento; da criação de mecanismos permanentes de prospecção, acompanhamento e avaliação; enfim, da implantação efetiva daquilo que se convencionou chamar de um Sistema Nacional de Inovação moderno, dinâmico e compatível com as prioridades e necessidades da sociedade brasileira contemporânea. Fundamentalmente, o que se impõe assegurar é a continuidade e o fortalecimento do esforço nacional no campo da Ciência e Tecnologia.

A riqueza e diversidade já atingidas pelo nosso sistema nacional de inovação, a certeza de que há criatividade e imaginação suficientes para que se busquem soluções compatíveis com as necessidades locais e regionais, bem como com o interesse nacional, para problemas diversos e situações complexas, impõem que se evitem propostas uniformes, isonômicas e detalhistas. Deve-se reforçar a capacidade de fi-



nanciamento no setor, não apenas com recursos públicos, mas com um incremento significativo da contribuição privada. Isto demandará a formulação de um conjunto de políticas nacionais compatíveis com os objetivos desejados. É indispensável que essas políticas contemplem a flexibilização e descentralização capazes de reduzir custos administrativos e burocráticos do sistema e permitam que todas iniciativas meritórias e relevantes tenham apoio e obtenham resultados. O Ministério da Ciência e Tecnologia espera que a realização da Conferência e a formulação subsequente de Diretrizes Estratégicas para a Ciência, Tecnologia e Inovação consolidem o reinício de um processo de prospecção, avaliação e definição dos rumos do setor no Brasil, compatível com suas dimensões e sua dinâmica.

Não se trata de formular um plano exaustivo e abrangente para o atingimento dos inumeráveis objetivos de um sistema nacional de inovação; tampouco se deseja detalhar atividades e estabelecer seus investimentos e cronogramas específicos. Diretrizes Estratégicas têm outra finalidade – definir rumos, indicar metodologias de trabalho, orientar no sentido de busca de resultados concretos e relevantes, apontar as principais vulnerabilidades do setor e as oportunidades que delas decorrem para seu fortalecimento e expansão, focalizando em especial aquelas que por sua abrangência e horizontalidade afetem a infra-estrutura do sistema como um todo ou que, por seu conteúdo, alterem de forma decisiva as perspectivas futuras da Ciência e Tecnologia entre nós. Obviamente, no escopo deste documento não seria possível esgotar os temas que merecem relevo. Apesar da abrangência das consultas realizadas, a premência do tempo e as limitações editoriais certamente criaram lacunas que serão preenchidas pelas discussões que antecederão a Conferência Nacional e pelos debates que nela culminarão,

completando-se posteriormente este ciclo com a edição de um Livro Branco com diretrizes para a Ciência, Tecnologia e Inovação.

A elaboração dessas Diretrizes Estratégicas é vista pelo MCT como um processo cuja continuidade é essencial para o fortalecimento do sistema nacional de inovação. Novos marcos institucionais – uma legislação moderna e propícia à inovação – e novos mecanismos de fomento – fundos setoriais – somente se viabilizarão e se sustentarão no longo prazo como frutos de uma mobilização mais ampla dos setores interessados e de uma participação política constante e sustentada. Ambas exigem, em uma sociedade democrática, pelo alto grau de risco e de incertezas que cercam todos processos de inovação, debate permanente e conseqüente, mas, sobretudo, discussão bem informada sobre as vulnerabilidades da nossa sociedade e as oportunidades que elas propiciam para o exercício humano criativo na aplicação e geração do conhecimento. Passado e presente definem a realidade dentro da qual se trabalha. Contudo, o futuro não preexiste, mas é construído constantemente, a partir das visões individuais e coletivas de uma sociedade. Há apenas meio século, a sociedade brasileira fomenta, de forma institucionalizada, pesquisa e desenvolvimento. Os percalços encontrados nesse caminho não foram suficientes para desviá-la fundamentalmente daquela visão imaginada pelos pioneiros criadores do CNPq, almirante Álvaro Alberto à sua frente. Podemos apenas antever o quanto a sociedade brasileira acumulará ao longo dos próximos cinquenta anos, em conseqüência da implantação de um processo de elaboração, aplicação e revisão permanente de um conjunto de Diretrizes Estratégicas para a Ciência, Tecnologia e Inovação brasileiras.

OS GRANDES TEMAS

O presente documento está organizado em seis capítulos. O primeiro apresenta um panorama geral da base científica e tecnológica brasileira: sua dimensão e distribuição, seu processo de construção e evolução, assim como o padrão de gastos e investimentos realizados na montagem do sistema. Os demais capítulos correspondem aos grandes temas selecionados para melhor organizar a discussão ora proposta: avanço do conhecimento, qualidade de vida, desenvolvimento econômico, desafios estratégicos em Ciência, Tecnologia e Inovação e, por último, desafios institucionais.

- O Avanço do Conhecimento*
- Qualidade de Vida*
- Desenvolvimento Econômico*
- Desafios Estratégicos*
- Desafios Institucionais*



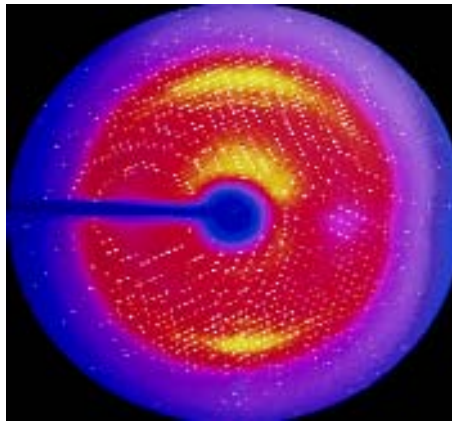
Avanço do Conhecimento

O primeiro tema reconhece a importância central de recursos humanos qualificados e, igualmente, do esforço do avanço do conhecimento para a sociedade moderna. Nele, serão examinadas as questões da educação para a Ciência e Tecnologia, da continuada relevância da pesquisa científica, da resposta do País às demandas da sociedade do conhecimento, da difusão do conhecimento, imperativa para a competitividade sustentada de uma cultura de inovação, e do papel renovado e expandido das Ciências Sociais.

Qualidade de Vida

No segundo tema, a qualidade de vida refere-se não apenas a esta geração, mas às gerações futuras, como uma preocupação central e crescente da sociedade. Com as desigualdades sociais e regionais do Brasil, a expressão “qualidade de vida” adquire, ademais, significado especial, distinto daquele dos países desenvolvidos. As questões da pobreza, urbana e rural, da convivência em habitats urbanos de baixo nível

de sociabilidade e alto nível de violência, entre muitas outras, complementam as discussões contemporâneas sobre qualidade de vida nos países ricos. Desse modo, a questão do impacto do desenvolvimento científico e tecnológico sobre o cidadão brasileiro e seu ambiente, sua saúde, alimentação, mesmo sobre



a vida cotidiana no trabalho e no lazer, torna-se inseparável de qualquer proposta para um sistema nacional de inovação que possa contar com o apoio continuado da sociedade.

Desenvolvimento Econômico

No terceiro tema retoma-se, no contexto brasileiro atual, a questão do papel da Ciência e Tecnologia no crescimento econômico sustentado. A incorporação da pesquisa e desenvolvimento na produção de bens e serviços inovadores é indiscutivelmente a fonte do crescimento da produtividade do trabalho e da riqueza *per capita* das sociedades avançadas de nosso

tempo. O Brasil, como país em desenvolvimento, precisa realizar um esforço especial para vencer a distância que o separa dessas sociedades, ao mesmo tempo em que o faz vencendo suas profundas desigualdades regionais e sociais e definindo novos modelos de desenvolvimento sustentável no longo prazo. O capítulo discute as principais condicionantes do processo de inovação na indústria e na agricultura brasileira e também indica fragilidades, potencialidades e instrumentos que estão sendo e/ou podem ser utilizados para difundir a cultura da inovação em todo o tecido produtivo do País.



Desafios Estratégicos

O quarto tema será, sem dúvida, o mais controverso, na medida em que serão identificados alguns grandes desafios para o setor no País, no horizonte de uma década. Assim como ainda restam no Bra-

sil imensos espaços a conhecer e recensear em seus patrimônios naturais, como a Amazônia, o mar, o semi-árido, há também espaços virtuais que precisam ser construídos e explorados, como os da Sociedade da Informação. Juntem-se a isto as oportunidades de grandes setores emergentes como a biotecnologia, ou já quase tradicionais, mas ainda assim relevantes para a atualidade e para o futuro, como a exploração do espaço, a utilização pacífica da energia nuclear, a busca de fontes de energia renováveis e limpas, para se ter uma idéia preliminar da extensão desses desafios, para os quais a Ciência e a Tecnologia certamente têm muito a contribuir. Essas questões são importantes demais para serem esquecidas e, ao mesmo tempo, para que se imagine que diretrizes para elas possam ser formuladas à margem de uma discussão mais ampla com a sociedade.

Desafios Institucionais

Finalmente, no último grande tema, consideram-se os desafios legais, institucionais e organizacionais a serem superados para que grandes objetivos realistas – porém ambiciosos, delineados nos temas anteriores, de avanço do conhecimento, desenvolvimento sustentável e crescimento econômico, alicerçados na utilização crescente da Ciência e Tecnologia, pela sociedade brasileira, para construção de seu bem-estar social e econômico – tornem-se realidade.



Finalmente, cabe lembrar o pano de fundo dessa discussão: enquanto em outros países, sobretudo na Europa e na América do Norte, as questões da miséria, da desigualdade social e da própria soberania nacional parecem resolvidas, em nosso País, além dos desafios no-

vos, característicos da virada de século, devemos enfrentar, no plano da persistência e desenvolvimento de nosso esforço nacional em Ciência e Tecnologia, questões – como as mencionadas – que naqueles países foram equacionadas desde o século XIX ou na primeira parte do século XX. Daí que haja um caráter a um tempo complexo e premente das questões que se formulam para C&T em nosso País: complexo, porque devem encaminhar mais problemas do que nos países desenvolvidos; premente, porque, sem enfrentar esses desafios, teremos de lidar com problemas econômicos e sociais agravados.

Ao longo dos próximos capítulos, esses temas são examinados com maior ou menor profundidade, mas em qualquer caso, sem lhes fazer completa justiça. Ficam aqui, contudo, o convite e até a provocação, para um debate que enriqueça a formulação das Diretrizes Estratégicas para a Ciência, Tecnologia e Inovação na próxima década. Este é o foco que se pede ao leitor manter ao longo da leitura deste documento e de suas contribuições para este esforço.



Quadro 1: Marcos Importantes da Construção do Sistema Nacional de C&T

Século XIX

- Criação dos cursos de Direito em Olinda e São Paulo (1828) e da Escola Politécnica do Rio de Janeiro (1874), primeira instituição de ensino na área das engenharias.
- O Observatório Nacional foi criado por D. Pedro I em 15 de outubro de 1827. Com a proclamação da república, em 1889, o Imperial Observatório do Rio de Janeiro passou a se denominar Observatório Nacional.
- Criação da Escola Médico-Cirúrgica no Rio de Janeiro; criação do Jardim Botânico, com missão de coletar e pesquisar as espécies vegetais nativas; criação do Museu Real, posteriormente transformado em Museu Nacional, com forte orientação para as ciências naturais.
- Criação de centros de ciências naturais, saúde e higiene, entre os quais o Museu Paraense Emílio Goeldi, em 1885, o Instituto Agrônomo de Campinas, em 1887, o Museu Paulista em 1893, o Instituto Bacteriológico de São Paulo, 1893, e o Instituto Butantã, em 1899.
- Instituto Soroterápico Municipal de Manguinhos, em 1900, transformado em Instituto Oswaldo Cruz em 1907.

Século XX

- Em 1916, foi fundada a Sociedade Brasileira de Ciências que, em 1921, passou a ser denominada Academia Brasileira de Ciências.
- Em 1920, foi criada a primeira universidade a partir da fusão da Escola Politécnica, da Faculdade de Medicina e Faculdade de Direito na Universidade do Rio de Janeiro.
- Em 1930, foi criado o Ministério da Educação e da Saúde e nas décadas seguintes cresceu o número de universidades federais e escolas privadas.
- Em 1934, foi criada a Universidade de São Paulo (USP), hoje a maior universidade brasileira, já com objetivos de “promover o progresso da ciência por meio da pesquisa”.
- Após a II Guerra, foram criados o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA), o Instituto Militar de Engenharia (IME) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), com o objetivo de formar recursos humanos altamente qualificados e desenvolver tecnologia de ponta na área militar.
- Em 1948, foi fundada a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).
- Em 1949, foi criado o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), instituição privada que reuniria alguns dos mais conceituados físicos brasileiros.
- Em 1951, quase ao mesmo tempo em que se criaram instituições similares em vários países desenvolvidos, foi criado o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), talvez o marco mais relevante da institucionalização do apoio à pesquisa científica e tecnológica no Brasil.
- Ainda em 1951, foi criada a Campanha Nacional de Aperfeiçoamento do Ensino Superior, depois transformada na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, hoje Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), com o propósito de apoiar a formação de recursos humanos em todas as áreas do conhecimento.

nação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, hoje Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), com o propósito de apoiar a formação de recursos humanos em todas as áreas do conhecimento.

- Em 1956, foi fundado o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), com o objetivo de realizar pesquisas científicas e desenvolvimento tecnológico e formar especialistas na área nuclear.
- Em 1960, foi criada a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (Fapesp), que começou a funcionar efetivamente em 1962.
- Em 1965, foi criado o Fundo de Financiamento de Estudos de Projetos e Programas, vinculado ao então Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) e que daria origem, em 1967, à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), responsável pelo apoio a projetos de pesquisa e desenvolvimento realizados por empresas e institutos de pesquisa.
- Ao fim dos anos sessenta, estruturaram-se projetos ambiciosos de novas instituições de pesquisa no Brasil, como a Coppe, no Rio de Janeiro, e a Unicamp, em São Paulo.
- A reforma universitária de 1968 lança as bases do novo regime de ensino superior no País, com êxitos efetivos na implantação da pós-graduação, através de ações do FNDCT (criado em 1969), do CNPq e da Capes.
- No dia 22 de abril de 1971, foi criado oficialmente o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), subordinado diretamente ao CNPq.
- Em 1973, foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento, com a missão de viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro por meio de geração, adaptação e transferência de tecnologias.
- Em 1985, foi criado o Ministério de Ciência e Tecnologia, com o mandato de coordenar as atividades de C&T no País.
- A Constituição de 1988 facultou aos estados a vinculação de receita para C&T. Diversas fundações estaduais de amparo à pesquisa começam a ser criadas.
- Criada a Academia Nacional de Engenharia (ANE), em 1991.
- Em fevereiro de 1993, o primeiro satélite artificial nacional é colocado em órbita, através do foguete norte-americano Pegasus, o Satélite de Coleta de Dados - I (SCD-1).
- Criada, em 1994, a Agência Espacial Brasileira (AEB), autarquia federal de natureza civil, vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, é responsável pela definição de ações destinadas a concretizar os objetivos descritos na Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE).
- Em 1996, é criado o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), órgão de assessoramento superior do Presidente da República para a formulação e implementação da política nacional de desenvolvimento científico e tecnológico.



CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
A DIMENSÃO DO SISTEMA NO BRASIL

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A DIMENSÃO DO SISTEMA NO BRASIL



Inicia-se um novo século. Este será, ainda mais do que o anterior, o século da Ciência, da Tecnologia e da Inovação. O Brasil precisa levar adiante a discussão sistemática, ampla e participativa dos desafios de construção de uma sociedade onde o conhecimento seja o propulsor de conquistas culturais, sociais e econômicas. Sem isto, estaria abrindo mão de instrumentos essenciais para planejar o futuro, determinar prioridades, avaliar e corrigir o rumo do nosso desenvolvimento científico e tecnológico.

A questão fundamental a ser formulada, e que orienta a construção deste Livro Verde, é a de como inserir Ciência, Tecnologia e Inovação na agenda política do País e, dessa forma, transformá-las em verdadeira

alavanca da criação de uma sociedade rica e equitativa. É preciso criar as condições para aproveitar o imenso potencial de promoção social, econômica e cultural que o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia oferece, hoje e ainda mais no futuro. O desafio é construir, de forma coordenada e participativa, as bases efetivas de uma sociedade sintonizada com a produção e o avanço do conhecimento.

O esforço não é simples, nem se esgota nos diagnósticos, problemas e diretrizes discutidos neste livro, cujo objetivo é bem mais modesto: buscar elementos de convergência que possam orientar a construção e operacionalização de uma nova agenda brasileira para Ciência, Tecnologia e Inovação. Trata-se, portanto, de lançar um amplo debate, o qual, em última instância, definirá os compromissos a serem levados adiante.

Sociedade do conhecimento, sistemas de inovação, função social do conhecimento, estes, entre outros temas, são assuntos recorrentes neste Livro. Seja qual for o enfoque que se privilegie, há forte convergência em âmbito internacional sobre o papel-chave que hoje cumprem Ciência, Tecnologia e Inovação na construção das sociedades modernas.

Os países desenvolvidos e um grupo cada vez maior de países em desenvolvimento têm colocado a produção de conhecimento e a inovação tecnológica no centro de sua política para o desenvolvimento. Fazem isto movidos pela visão de que o conhecimento é o elemento central da nova estrutura econômica que está surgindo e de que a inovação é o principal veículo da transformação do conhecimento em valor. Os investimentos feitos em Ciência, Tecnologia e Inovação trazem retorno na forma de uma população mais bem qualificada, de empregos mais bem remun-

“Os projetos de êxito em C&T exigem capacitação científica estruturalmente sólida e massa crítica de pesquisadores qualificados. Um esforço contínuo e cumulativo de educação com padrões elevados de excelência, durante décadas e décadas. Ciência e Tecnologia são sempre atividades sensíveis à acumulação de conhecimentos e à formação de grande quantidade de pessoas capazes de gerar novos conhecimentos.”

*Carlos Henrique de Brito Cruz,
Fapesp*

“A Universidade enfrentará melhor a concorrência de outros sistemas de transmissão do saber (como a própria Internet) apenas se conseguir integrar Ensino e Pesquisa. O adequado desenvolvimento da Pesquisa exige o atendimento articulado de múltiplos requisitos. Recursos amplos, crescentes e assegurados em perspectivas de dez, quinze ou mais anos. Porém, tais programas também envelhecem... e se impõe que, continuamente, recebam novos pesquisadores, jovens e talentosos.”

*Glaci Therezinha Zancan,
UFPR*

nerados, de geração de divisas e de melhor qualidade de vida.

A produção de conhecimento e sua incorporação em inovações tecnológicas são instrumentos cruciais para o desenvolvimento sustentável. Pelo lado do desempenho econômico, isto se deve ao fato de que as inovações são o principal determinante do aumento da produtividade e da geração de novas oportunidades de investimento. É uma característica central da inovação tecnológica nas economias industrializadas é a crescente incorporação de conhecimento científico cada vez mais complexo. No Brasil, a presença de produtos e processos incorporando conhecimento e tecnologia avançada em praticamente todos os setores da economia, em geral, e na pauta de exportações, em especial, ainda é restrita, o que aponta para a necessidade de que Ciência, Tecnologia e Inovação assumam papel central na formulação das políticas econômica e industrial.

Por outro lado, o avanço do conhecimento e a inovação têm enorme potencial para ajudar a sociedade a forjar respostas à altura dos grandes desafios a serem enfrentados na busca da qualidade de vida para a população. No caso brasileiro, a superação de doenças endêmicas, a universalização do ensino médio, a exploração sustentável do maior – e ainda pouco conhecido – patrimônio de biodiversidade do planeta e a exploração das fronteiras do espaço e do mar são exemplos de desafios para os quais CT&I podem dar contribuições imprescindíveis.

Entretanto, um problema comum a muitos países em desenvolvimento é que, se há preocupação crescente com os temas de Ciência, Tecnologia e Inovação, esses ainda não são tratados como aspectos fundamentais das estratégias de desenvolvimento

adotadas. As conseqüências negativas desta postura só serão sentidas no futuro.

No Brasil, a sociedade e o Estado empreenderam esforços consideráveis, nos últimos cinquenta anos, para a construção de um sistema de Ciência e Tecnologia que se destaca entre os países em desenvolvimento. Um robusto sistema universitário e de pós-graduação e um conjunto respeitável de instituições de pesquisa, algumas de prestígio internacional, constituem os elos fortes desse sistema. Muitos dos resultados positivos para a sociedade brasileira, decorrentes do esforço feito até aqui, são comentados ao longo deste trabalho. Graças aos investimentos sistemáticos na pós-graduação e na pesquisa, a produção científica brasileira ampliou significativamente sua presença no cenário internacional. Em determinadas áreas da pesquisa tecnológica – como a agropecuária, a saúde e a exploração de petróleo –, a acumulação de conhecimento tem trazido expressivo retorno social e econômico.

No entanto, o chamado sistema de Ciência e Tecnologia brasileiro apresenta problemas e deficiências que dificultam sua resposta aos novos desafios que se colocam para o ingresso da sociedade brasileira na sociedade do conhecimento e aos benefícios que ela pode trazer para toda a população. Alguns desses problemas, comentados ao longo deste volume, são a pequena participação do esforço privado, em especial das empresas, no investimento realizado em CT&I, da qual resulta a inexpressiva posição brasileira na atividade de patenteamento, a fragmentação e a pouca coordenação das atividades relacionadas à CT&I, dispersas em diferentes setores, e à (ainda) excessiva centralização das ações governamentais na esfera federal. O que aqui se busca apontar é a necessidade da transição de um sistema de C&T, con-

centrado nas ações do Governo Federal e de alguns estados da Federação, e em suas instituições de ensino e pesquisa, para um sistema nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, com ampla participação de agentes públicos e privados, e presença forte em todos os setores. Esta é uma tarefa de grande porte que exige a participação das organizações públicas de pesquisa, das universidades, do governo em suas diversas esferas, mas também das empresas e da grande variedade de instituições da sociedade civil atuantes no Brasil.

Este capítulo apresenta as principais características do sistema brasileiro de Ciência, Tecnologia e Inovação, com o intuito de oferecer ao leitor um panorama amplo de sua dimensão e alguns de seus principais problemas. Na próxima seção, procura-se situar a construção do sistema de C&T no contexto das transformações econômicas e sociais do País, nos últimos cinquenta anos. A seção seguinte apresenta indicadores comentados sobre os esforços públicos e privados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Ciência e Tecnologia (C&T) no Brasil e sobre a base e formação de recursos humanos qualificados para a pesquisa, além de indicadores da produção científica e da atividade de patenteamento. Na sequência, os problemas e desafios mais importantes do sistema de C&T são comentados: a concentração regional das atividades de C&T; os laços entre a pesquisa e as empresas; a necessidade de coordenação interinstitucional. As principais características do Plano Plurianual do MCT para o período 2000-2003 são o tema da seção seguinte. Finalmente, a última seção deste capítulo apresenta algumas das principais tendências recentes das políticas de CT&I nos países mais industrializados, como quadro de referência para a discussão das questões brasileiras.



Quadro 1

Conceitos e Definições

Ao longo desse livro, uma série de conceitos e expressões são utilizadas, sobretudo nas seções que mencionam indicadores científicos e tecnológicos. Em sua maioria, tais conceitos são sistematizados por organismos internacionais, com vistas à sua padronização para a construção de indicadores pelos diferentes países. No caso do Brasil, as estatísticas acompanham, de forma geral, as recomendações da OCDE, em especial no que tange aos conceitos de P&D, inovação e atividades inovativas.

Porém, tal como ocorre nos países em desenvolvimento, as atividades de P&D não são suficientemente amplas para contemplar o conjunto de atividades científicas e tecnológicas que são desenvolvidas no País. Por esta razão, as estatísticas nacionais também consideram outras atividades científicas e técnicas correlatas, acompanhando, em parte, as recomendações da Unesco. Mais especificamente, são computadas como atividades de C&T o que a Unesco denomina de "serviços científicos e tecnológicos", à exceção daqueles realizados em bibliotecas, museus e serviços de editoração que não pertençam a instituições típicas de Ciência ou Tecnologia e coleta de dados sobre fenômenos socioeconômicos.

• Atividades Científicas e Tecnológicas (C&T)

Atividades científicas e tecnológicas correspondem ao esforço sistemático, diretamente relacionado com a geração, avanço, disseminação e aplicação do conhecimento científico e técnico em todos os campos da Ciência e da Tecnologia. Incluem as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) (cuja definição se encontra adiante), o treinamento e a educação técnica e científica, bem como os serviços científicos e tecnológicos. Treinamento e educação técnica e científica correspondem a todas as atividades relativas ao treinamento e ao ensino superior especializado não-universitário, ao ensino superior e ao treinamento para a graduação universitária, à pós-graduação e aos treinamentos subsequentes, além do treinamento continuado para cientistas e engenheiros. Os serviços científicos e tecnológicos compreendem as atividades concernentes à pesquisa e ao desenvolvimento experimental, assim como as que contribuam para a geração, disseminação e aplicação do conhecimento científico e tecnológico.

Podem ser agrupados em nove subclasses:

- atividades de C&T em bibliotecas e assemelhados;
- atividades de C&T em museus e assemelhados;
- tradução e edição de literatura científica;
- pesquisa geológica, hidrológica e assemelhadas;
- prospecção;
- coleta de dados sobre fenômenos socioeconômicos;
- testes, padronizações, controle de qualidade etc.;
- aconselhamento de clientes, inclusive serviços públicos de consultoria agropecuária e industrial;
- atividades de patenteamento e licenciamento por instituições públicas (Unesco: Recommendation Concerning the International Standardisation of Statistics on Science, 1978, citado em OCDE, *Manual Frascati*, 1993).

• Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

Pesquisa e desenvolvimento experimental compreendem o trabalho criativo, realizado em bases sistemáticas, com a finalidade de ampliar o estoque de conhecimento, inclusive o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, assim como o uso desse estoque de conhecimento na busca de novas aplicações. Compreende três atividades: pesquisa básica – trabalho experimental ou teórico realizado primordialmente para adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos de fatos ou fenômenos observáveis, sem o propósito de qualquer aplicação ou utilização; pesquisa aplicada – investigação original, realizada com a finalidade de obter novos conhecimentos, mas dirigida, primordialmente, a um objetivo prático; desenvolvimento experimental – trabalho sistemático, apoiado no conhecimento existente, adquirido por pesquisas ou pela experiência prática, dirigido para a produção de novos materiais, produtos ou equipamentos, para a instalação de novos processos, sistemas ou serviços, ou para melhorar substancialmente aqueles já produzidos ou instalados (OCDE, *Manual Frascati*, 1993, p.29).

• Inovação

Inovação tecnológica de produto ou processo compreende a introdução de produtos ou processos tecnologicamente novos e melhorias significativas em produtos e processos existentes. Considera-se que uma inovação tecnológica de produto ou processo tenha sido implementada se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto) ou utilizada no processo de produção (inovação de processo). As inovações tecnológicas de produto ou processo envolvem uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais. A firma inovadora é aquela que introduziu produtos ou processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados num período de referência (OCDE, *Manual de Oslo*, 1996, p.35).

• Atividades inovativas

Atividades inovativas compreendem todos os passos científicos, tecnológicos, organizacionais, financeiros e comerciais, inclusive o investimento em novos conhecimentos, que, efetiva ou potencialmente, levem à introdução de produtos ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente melhorados. As atividades inovativas mais destacadas: aquisição e geração de novos conhecimentos relevantes para a firma; preparações para a produção; *marketing* dos produtos novos ou melhorados (OCDE, *Manual de Oslo*, 1996, p.44).

• Sistema Nacional de Inovação

A origem do conceito remete aos trabalhos de Lundvall (1988), Freeman (1987) e Nelson (1992). Tomando como ponto de partida a visão do processo de inovação como um fenômeno complexo e sistêmico, o Sistema Nacional de Inovação pode ser definido como o conjunto de instituições e organizações responsáveis pela criação e adoção de inovações em um determinado país. Nessa abordagem, as políticas nacionais passam a enfatizar as interações entre as instituições que participam do amplo processo de criação do conhecimento e da sua difusão e aplicação (OCDE, *Manual de Oslo*, 1996, p. 7).

AS TRANSFORMAÇÕES DO BRASIL NO ÚLTIMO MEIO SÉCULO

As principais instituições de fomento do sistema nacional de C&T comemoram cinquenta anos. Nessas cinco décadas, o Brasil passou por grandes transformações. Dois grandes ciclos de crescimento movidos pela substituição das importações, um nos anos cinquenta e outro nos setenta, foram responsáveis pela base de nossa industrialização. Períodos de crescimento rápido foram entremeados por momentos de estagnação e crise, em geral decorrentes da debilidade da inserção internacional. Inflação estruturalmente alta ou fragilidade externa foram dilemas recorrentes, mas, indiscutivelmente, o Brasil se transformou em uma das principais economias do mundo e mudou a face de sua sociedade.

A partir da década de oitenta, em parte como decorrência das mudanças da economia global, esgota-se o modelo de substituição de importações. Como economia historicamente internacionalizada, mas pouco competitiva e pouco aberta para o exterior, o País teve dificuldades em se situar nesse novo contexto. Com a estabilização da moeda, um conjunto de reformas estruturais é posto paulatinamente em curso, buscando redefinir o papel do Estado, novos mecanismos de regulação dos mercados e um novo regime fiscal. A necessidade de maior inserção internacional, em um mundo de grande instabilidade e em franca mudança, colocou em evidência uma nova agenda.



Entre as maiores transformações dos últimos vinte anos, está a consolidação da democracia. A superação do autoritarismo se expressa com clareza na Constituição de 1988 e no conjunto dos processos eletivos que orientam a seleção dos dirigentes públicos nos seus mais diversos níveis. Com um regime político que ainda carece de aperfeiçoamento, é inegável o avanço no terreno dos direitos humanos, na liberdade de imprensa e no entendimento do papel central da democracia. A realização de mudanças importantes na natureza do Estado, no regime econômico ou na ordem social, em um quadro de crescente afirmação da institucionalidade democrática, revela a maturidade política do País.

A estrutura social brasileira mudou de forma drástica nesses cinquenta anos. O país rural transformou-se em uma sociedade industrial e urbana complexa e profundamente heterogênea. Uma nova classe média surgiu e cresceu significativamente nos últimos trinta anos, impulsionada pelo papel do Estado e da grande indústria e, depois, estimulada pelo crescimento de novos empreendimentos privados no comércio e nos serviços. Em conjunto, esses segmentos criaram um mercado de consumo de proporções significativas, mesmo em comparação com muitos países desenvolvidos. Trouxeram também novas demandas políticas, expectativas econômicas e de participação social que, além de serem componentes ativos da mudança na política social, estruturaram uma nova agenda, com temas como a proteção do meio ambiente e a defesa do consumidor.

A despeito de todas as mudanças drásticas ocorridas nesses cinquenta anos, persistem desafios imensos. O maior deles é, sem dúvida, o da desigualdade social. A história brasileira guarda marcas muito fortes de uma trajetória de iniquidade: a convivência, até o fim

do século XIX, com o regime escravocrata, o completo descaso com a escolaridade básica, que só muito recentemente recebeu a prioridade necessária, e a natureza incompleta de nosso Estado de bem-estar social são os exemplos mais marcantes. Essas questões, traduzidas nos termos dos desafios do novo século, acrescentam mais um problema à agenda da CT&I: ser instrumento também da construção de uma sociedade mais igualitária e justa.

A evolução do sistema nacional de CT

Ciência e Tecnologia contribuíram para os progressos observados ao longo da última metade do século XX, principalmente por meio da formação de recursos humanos qualificados e, em alguns setores já mencionados, pelo desenvolvimento e transferência de tecnologia. No entanto, o novo contexto socioeconômico e institucional vigente exige mais que competência pontual e setorial em C&T. Hoje, a dinâmica econômica e social se baseia na aplicação ampla do conhecimento, e o desafio é construir, a partir das bases atuais, uma sociedade com capacidade para inovar e enfrentar os problemas atuais e futuros. Não se trata, como será discutido ao longo de todo o Livro Verde, de mera questão semântica – sociedade do aprendizado, conhecimento ou informação. A questão de fundo é capacitar o país a aprender de forma contínua e a transformar, cotidianamente, conhecimento em inovação e inovação em desenvolvimento.

Ao longo dos últimos cinquenta anos, o Brasil construiu um sistema nacional de Ciência e Tecnologia sofisticado, mas incompleto, o qual, como se verá adiante, a despeito de todas as suas debilidades, não tem paralelo na América Latina.

As dificuldades experimentadas na década de oitenta,

associadas ao estancamento dos investimentos públicos no País, comprometeram muitas das conquistas realizadas na década anterior. Ainda assim, a democratização do País teve impactos positivos para o setor. De um lado, explicitou demandas e valorizou o papel da comunidade acadêmica no processo de construção da sociedade democrática; de outro, no contexto das reformas institucionais, foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia, que passou por diversas reestruturações até atingir a sua configuração atual. A Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia, realizada em 1985, com o objetivo de promover grande mobilização nacional em torno da área e identificar os obstáculos e as oportunidades abertas ao País pela revolução técnico-científica mundial, expressava, naquele momento, as enormes expectativas em relação ao papel que C&T deveriam assumir na reconstrução democrática.

A partir de 1990, a política de abertura econômica e de maior inserção do País no mercado internacional modificou as condições de funcionamento da economia brasileira. A estratégia adotada propunha a inserção competitiva da economia brasileira no mercado internacional e visava diminuir a presença do Estado na economia, dando início a um amplo projeto de privatização das empresas públicas. Outras medidas associadas foram o fortalecimento das leis de proteção ao consumidor, a revisão das leis de propriedade intelectual e a extinção dos mecanismos de controle de contratos de transferência de tecnologia, entre outras.

Nesse novo ambiente institucional, estruturaram-se programas voltados para fortalecer a competitividade do parque industrial do País, como o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), o Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indús-

tria (PACTI) e o Programa de Apoio ao Comércio Exterior (PACE). Mais do que prover recursos públicos, buscou-se favorecer a inovação e o investimento em capacitação tecnológica por parte das empresas, mediante a criação de incentivos fiscais para a capacitação tecnológica.

No período recente, grande esforço está sendo feito para alçar Ciência, Tecnologia e Inovação a um novo patamar, tanto em termos do porte e alcance das atividades de pesquisa e desenvolvimento, como da sua contribuição para a agenda econômica e social do País. Isso requer um novo padrão de financiamento e de gestão dos recursos destinados a CT&I, apto a responder aos crescentes desafios que a sociedade brasileira deverá enfrentar na próxima década. Esse é o sentido dos fundos setoriais recém-criados e das reformas institucionais em curso no âmbito do Governo Federal, temas que serão aprofundados nos vários capítulos deste Livro Verde.

Quadro 2

Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia - CCT

A experiência internacional de conselhos de Ciência e Tecnologia subordinados diretamente aos mais altos escalões do governo, cujo paradigma de maior realce é o Japão, estimulou a idéia de se criar no Brasil um novo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), sob a direção do presidente da República. Tal orientação fundamentou-se, sobretudo, na crescente importância da Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento econômico, industrial e social dos países, incluindo a influência que exerce nas relações entre diferentes setores que compõem o governo e nas relações internacionais. O CCT tem, entre suas missões, propor planos, metas e prioridades de governo referentes à área, efetuar avaliações relativas à execução da política nacional do setor, e opinar sobre propostas ou programas que possam causar impactos à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico, bem como sobre instrumentos normativos para sua regulamentação.

O presidente da República preside o Conselho e o ministro da Ciência e Tecnologia é o secretário. Dezesesseis membros integram o CCT: oito ministros de Estado (além do ministro da Ciência e Tecnologia, os ministros da Defesa; do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; da Educação; da Fazenda; da Integração Na-

cional; do Planejamento, Orçamento e Gestão e das Relações Exteriores) e oito representantes da comunidade científica e do setor empresarial com seus respectivos suplentes.

O CCT desenvolve estudos que auxiliam o MCT na formulação da Política Nacional de C&T, entre os quais:

- Situação Atual da Ciência e Tecnologia no Brasil (1997) - orientado para conhecer o panorama atual da C&T no País e informar os conselheiros sobre o perfil da base científica e tecnológica, bem como seu potencial para promover "inovação".
- A Formação da Sociedade da Informação no Brasil (SocInfo), 1998, projeto de amplitude nacional para articular e coordenar o desenvolvimento e a utilização de serviços avançados de computação, comunicação e informação e suas aplicações na sociedade, de forma a alavancar a pesquisa e a educação, bem como assegurar a inserção competitiva da economia brasileira no mercado mundial
- Atualmente, coordena estudo prospectivo, que objetiva elaborar subsídios para a formulação de políticas de C&T, o Programa ProspeCTar.

A DIMENSÃO DO SISTEMA DE CT&I NO BRASIL

Para orientar as discussões em torno deste Livro Verde, é importante ter uma visão abrangente das dimensões do sistema de CT&I brasileiro, sobretudo através de um conjunto de estatísticas que permite comparações internacionais. Tendo em vista os principais critérios de mensuração adotados em outros países, essa seção apresenta indicadores referentes aos principais insumos empregados em C&T e P&D, ou seja, o dispêndio nacional realizado nesses setores, além do esforço de formação de pesquisadores por meio da pós-graduação. Ademais, são comentados os principais resultados do sistema de CT&I, ou seja, indicadores da produção científica brasileira e das atividades de patenteamento por instituições e pessoas.



Esforços em C&T e dispêndios em P&D no Brasil

A forma de dimensionar o sistema de C&T tradicionalmente adotada baseia-se na proporção dos gastos nessas atividades em relação ao PIB. Entretanto, as estatísticas internacionais tratam de um universo mais restrito, pois se limitam aos gastos com P&D, segundo as recomendações da OCDE sobre o tema¹. As estatísticas nacionais seguem as normas dessa instituição, consubstanciadas no *Manual Frascati*,

¹ As atividades de C&T incluem as de P&D e as Atividades Técnicas e Científicas Correlatas (ACTC). As primeiras correspondem a todo o trabalho criativo efetuado sistematicamente para ampliar a base de conhecimentos científicos e tecnológicos. As ACTC são aquelas que apóiam diretamente as atividades de P&D. Abarcam a coleta e a disseminação de informações científicas e tecnológicas, a transferência de resultados de laboratório para a produção industrial, as ações para o controle de qualidade, a proteção da propriedade intelectual, a promoção industrial, o licenciamento e absorção de tecnologia e outros serviços semelhantes.

assim como aquelas contidas no Manual Estatístico da Unesco. Isso as torna comparáveis com as de outros países e, ao mesmo tempo, mais adequadas às peculiaridades nacionais, comuns aos países em desenvolvimento, onde as atividades técnicas e científicas correlatas assumem um peso significativo no esforço nacional em C&T.

O Brasil vem contabilizando, há mais de duas décadas, apenas os gastos realizados pelo setor público. Isso se justifica pelo fato de que, historicamente, grande parte do esforço nacional em C&T se concentrou nesse setor, com contribuição relativamente pequena das empresas privadas. Não por acaso, a mensuração dos gastos do setor privado é ainda hoje limitada, tendo em vista a inexistência de uma pesquisa abrangente e regular sobre o tema. Ainda assim, o presente documento apresenta uma versão preliminar desse indicador, elaborado com base nas melhores informações disponíveis.²

Esforços do Setor Público em C&T e Recursos Aplicados em P&D³

A trajetória dos gastos públicos com C&T no Brasil tem sido marcada por forte instabilidade. A década de noventa não foge a esse padrão, pois os gastos com C&T⁴ não ficaram imunes às dificuldades financeiras e fiscais enfrentadas pelo Estado brasileiro. O montante de gastos em C&T do Governo Federal também não se manteve estável nesse período. Após ter-se elevado entre 1993 e 1996, voltou a reduzir-

se em 1997 e 1998, mantendo-se praticamente estabilizado em 1999, com previsão de recuperação em 2001. A entrada em vigor dos fundos setoriais permite projetar uma trajetória ascendente para os próximos anos. Espera-se que, com essa nova fonte de recursos, os gastos públicos federais em C&T atinjam um novo patamar e deixem de apresentar a instabilidade que os caracterizou no passado (Tabela 1).

Um aspecto que merece ser lembrado é que, além do MCT, vários outros ministérios desenvolvem atividades de C&T. Destacam-se o Ministério da Educação, o Ministério da Agricultura, sobretudo por meio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e o Ministério da Saúde. A longa lista de instituições e ações vinculadas a outros ministérios – como o do Meio Ambiente; do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da Defesa, com o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e das Comunicações – reflete a horizontalidade das atividades de CT&I na administração pública brasileira e põe em relevo a complexidade da coordenação das ações do sistema (Gráfico 1).

A posição central que o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) ocupa nesse sistema implica que a evolução de seus gastos é fundamental para se avaliar o comportamento passado e as perspectivas do conjunto do sistema. A análise dos recursos empregados em C&T no período de 1991 a 2000 reafirma a grande flutuação dos dispêndios federais. No entanto, deve-se notar que partir de 1999 esses recursos

2 Foram utilizadas as informações produzidas pela Anpeí, que possuem algumas limitações para este tipo de exercício. Diante disso, o MCT, com a colaboração da própria Anpeí, desenvolveu uma metodologia para adequar suas informações a esse propósito, cujos resultados foram utilizados no presente documento. Em simultâneo, o MCT vem patrocinando um esforço maior, empreendido pelo IBGE, na montagem de uma pesquisa de abrangência nacional sobre inovação tecnológica que deverá, a partir do próximo ano, prover o País de indicadores mais abrangentes sobre as atividades de P&D e inovativas nas empresas.

3 Foram computados os recursos originários do Tesouro Federal e de outras fontes. Não estão incluídos os dispêndios com a pós-graduação, que foram objeto de tratamento específico.

4 Descrição mais detalhada da metodologia adotada e de suas limitações pode ser encontrada no Anexo Metodológico.

Tabela 1: Recursos do Governo Federal Aplicados em Ciência e Tecnologia (C&T), por modalidade. Brasil: 1991-2001

Ano	Valor Total	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)		Atividades Científicas e Técnicas Correlatas (ACTC)	
		Valor	%	Valor	%
1991	2.662.586,8	1.337.231,1	50,2	1.325.355,7	49,8
1992	1.965.213,2	1.035.210,2	52,7	930.003,0	47,3
1993	2.472.559,9	1.447.546,9	58,5	1.025.013,0	41,5
1994	3.159.743,7	2.071.709,1	65,6	1.088.034,6	34,4
1995	3.245.333,7	2.149.356,3	66,2	1.095.977,4	33,8
1996	3.355.668,0	2.062.304,3	61,5	1.293.363,7	38,5
1997	3.075.390,6	1.855.600,0	60,3	1.219.790,6	39,7
1998	2.775.157,6	1.555.213,5	56,0	1.219.944,1	44,0
1999	2.753.313,6	1.585.627,6	57,6	1.167.686,0	42,4
2000	2.806.694,3	...	...	...	...
2001	3.987.022,8	...	...	...	...

Valores expressos em R\$ 1.000 de 1999

Fonte: Sistema de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi). Extração especial realizada pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro).
Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia.

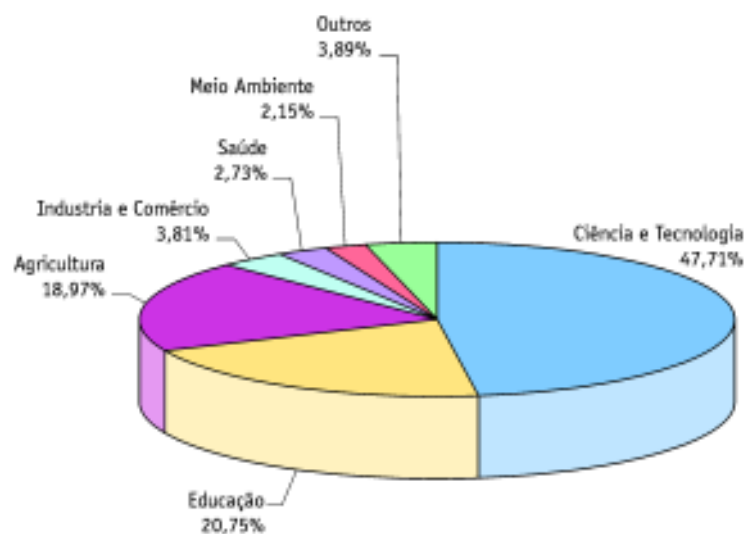
Notas: valores atualizados pelo IGP - DI da Fundação Getúlio Vargas. Para a atualização monetária, levou-se em conta a execução mensal das recursos orçamentárias, cujos valores, a preços de 1999, foram acumulados anualmente para compor esses indicadores.

As informações para 1999 e anos posteriores não são estritamente comparáveis com os demais, tendo em vista que, a partir daquele ano, foram incorporadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia instituições anteriormente subordinadas ao Ministério Extraordinário de Programas Especiais.

(1) Valores a preços correntes de 2000.

(2) Informações obtidas na Lei Orçamentária para 2001. Valores correntes.

Gráfico 1: Recursos do Governo Federal aplicados em Ciência e Tecnologia (C&T), segundo Ministérios. Brasil: 1999



Fonte: Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi), extração especial realizado pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro).

Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia.

mostram tendência de ampliação e que a previsão para 2001 é de uma expansão de cerca de R\$1 bilhão em relação ao ano anterior (Gráfico 2). Boa parte dessa expansão deve-se à inclusão, nessas estimativas, dos recursos provenientes dos fundos setoriais, fato que já vem ocorrendo desde 1999, com o Fundo do Petróleo (CTPetro), ao qual serão adicionados, no ano em curso, os demais fundos aprovados em 2000 (Tabela 2).

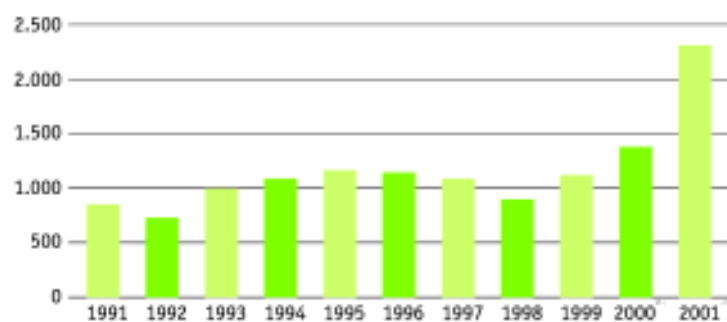
Gastos dos Governos Estaduais

Os governos estaduais têm desempenhado papel de crescente importância no campo da C&T. O Gráfico 3 mostra, com base nas informações disponíveis, a distribuição regional dos recursos dos tesouros estaduais destinados a C&T. Embora se deva reconhecer que em muitos casos a contabilidade estadual de gasto em C&T ainda seja precária e que existem algumas lacunas importantes, as informações disponíveis

são suficientes para mostrar que, desde 1996, esses recursos têm-se mantido estabilizados em cerca de R\$1,1 bilhão. Notam-se, no entanto, substanciais diferenças entre os estados e fortes flutuações do nível de gastos de cada um deles, em parte devido às diferentes capacidades de gasto e em parte devido aos vários níveis de prioridade que atribuem a esse tema em suas respectivas agendas.

Uma forma de se avaliar o esforço em C&T de cada estado é relacionar os gastos realizados sob essa rubrica (recorde-se: apenas os recursos oriundos dos tesouros estaduais, sem computar os gastos com pós-graduação das universidades de cada estado) com o total de suas receitas, embora haja limitações importantes nas informações ora disponíveis. Sob essa perspectiva, alguns movimentos chamam a atenção, como a manutenção dessa relação em patamares relativamente elevados nos estados de Pernambuco, São Paulo e Rio Grande do Sul, ao longo de todo o

Gráfico 2: Recursos Aplicados em C&T pelo MCT. Brasil: 1991 -2001



Valores expressos em R\$ 1.000.000 de 1999

Fonte: Sistema de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi). Extração especial realizada pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro).

Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia.

Notas: valores atualizados pelo IGP - DI da Fundação Getúlio Vargas. Para a atualização monetária, levou-se em conta a execução mensal dos recursos orçamentários, cujos valores, a preços de 1999, foram acumulados anualmente para compor esses indicadores.

As informações para 1999 e anos posteriores não são estritamente comparáveis com as demais, tendo em vista que, a partir daquele ano, foram incorporadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia instituições anteriormente subordinadas ao Ministério Extraordinário de Programas Especiais.

(1) Valores a preços correntes de 2000.

(2) Informações obtidas na Lei Orçamentária para 2001. Valores correntes.

Tabela 2: Fundos Setoriais: previsão de recursos para 2001

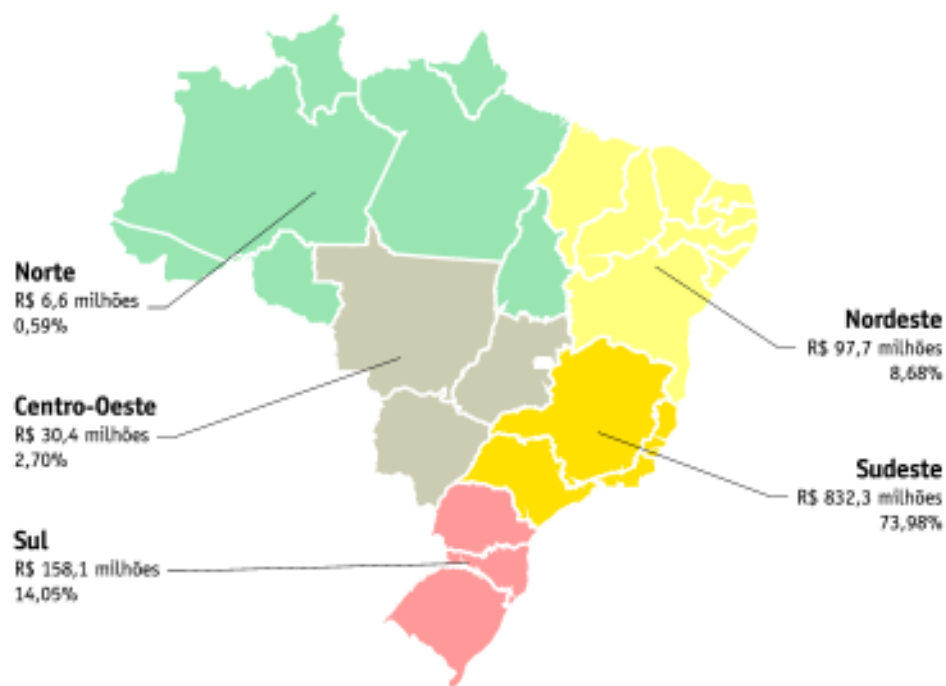
Fundo	Lei Orçamentária de 2001
Total	648.653
Energia Elétrica	80.000
Espacial	5.400
Informática	44.000
Infra-Estrutura	138.592
Mineral	2.685
Petróleo	151.120
Recursos Hídricos	26.855
Transportes	8.000
Verde e Amarelo	192.000

Valores em R\$ 1.000.

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia.

Nota: além desses fundos, há o *Funtel*, gerido pelo Ministério das Comunicações, cujos recursos previstos (R\$ 239 milhões) ainda dependem da aprovação do programa no PPA para serem executados em 2001.

Gráfico 3: Recursos dos Governos Estaduais Aplicados em Ciência e Tecnologia - 1999



Fonte: Balanços Gerais dos Estados e levantamentos realizados pelas Secretarias Estaduais de Ciência e Tecnologia ou instituições afins.

Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - MCT.

período considerado. Mais recentemente, essa situação também passou a ser observada nos estados da Paraíba, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Goiás. O caso de Santa Catarina merece destaque, pois foi capaz de manter cerca de 3% de suas receitas totais aplicadas em C&T, durante três anos consecutivos. Essas informações demonstram com eloqüência o quanto C&T vêm ganhando espaço nas agendas governamentais de muitas unidades da Federação, nas diferentes regiões do País (Tabela 3).

Gastos com a Pós-Graduação

Outro elemento importante para se mensurar os gastos do setor público em C&T, não considerado até agora, é a pós-graduação. Para essa estimativa, tomou-se o total dos gastos das universidades federais e estaduais, exceto os referentes à manutenção dos hospitais universitários e ao pagamento de pensões e aposentadorias. Com apoio na base de avaliação da pós-graduação da Capes, considerou-se que, no caso das universidades federais, 38% (a participação do montante dos vencimentos dos professores da pós-graduação no total dos vencimentos dos professores) seriam equivalentes aos gastos com a pós-graduação. Em 1999, esse valor correspondia a R\$1.745,3 milhão. No caso das universidades estaduais, só se obtiveram informações de algumas daquelas que oferecem cursos de pós-graduação⁵, o que implica uma certa subestimação nesse cálculo, ainda que as maiores universidades tenham sido contempladas. Além disso, não se dispunha do valor referente ao total dos vencimentos dos professores, mas apenas de seu número. Desse modo, para se estimar a parcela dos recursos gastos por essas universidades,

computados como dispêndios com a pós-graduação, utilizou-se a proporção do número de professores da pós-graduação no total de professores e chegou-se ao resultado de R\$ 1.087,7 milhão em 1999.

Renúncia Fiscal

A renúncia fiscal é outro elemento para o cálculo dos recursos aplicados em C&T pelo setor público (Tabela 4). Em princípio, esses recursos não são efetivamente gastos pelo Governo Federal, mas, sem dúvida, são transferidos a outros agentes, de modo geral do setor privado, que irão utilizá-los. A concessão de incentivos fiscais, no âmbito federal, para as atividades de pesquisa, desenvolvimento e capacitação tecnológica assenta-se basicamente em cinco diplomas legais: as leis que concedem incentivos à importação de equipamentos de pesquisa (8.010/90 e 8.032/90); a Lei de Informática (8.248/91, para o conjunto do País, hoje reeditada como 10.176/01, e a 8.387/91 para a Zona Franca de Manaus); a Lei de Incentivos à P&D (8.661/93) (ver capítulo 5).

Esforços públicos em C&T e dispêndios públicos destinados a P&D⁶

Considerando os três conjuntos mencionados acima (gastos dos governos federal e estaduais, gastos com a pós-graduação e renúncia fiscal), foi possível estimar o montante de recursos oriundos do setor público associados aos esforços em C&T e aos dispêndios em P&D (Tabela 5). Porém, diante das dificuldades em se obterem todas as informações necessárias para seu cálculo para um período mais extenso, este trabalho limita-se a publicar os resultados referentes a 1999.

5. Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); Universidade Estadual Paulista (Unesp), Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf), Universidade Estadual do Ceará, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Universidade Estadual de Maringá (UEM), e Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste).

Tabela 3: Participação Percentual dos Dispendios em C&T em Relação à Receita Total dos Estados. Brasil: 1991-1997

Grandes Regiões e Unidades da Federação	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Total	0,93	0,87	1,02	0,98	0,81	0,93	0,92
Norte	0,36	0,06	0,17	0,26	0,05	0,03	0,11
Acre	-	-	1,21	1,07	-	-	-
Amapá	0,10	0,10	0,09	0,08	0,14	0,15	0,30
Amazonas	-	-	-	0,15	0,09	0,00	0,03
Pará	1,06	0,12	0,09	0,15	0,02	0,04	0,22
Rondônia	0,06	ND	0,24	0,73	-	-	0,03
Roraima	0,01	0,16	0,07	0,11	0,00	-	0,17
Tocantins	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
Nordeste	0,75	0,43	0,48	0,52	0,53	0,50	0,54
Alagoas	0,35	0,38	-	0,76	-	-	0,24
Bahia	1,22	0,60	0,61	0,47	0,42	0,47	0,49
Ceará	0,07	0,10	0,05	0,25	0,26	0,27	0,79
Maranhão	0,45	0,47	0,38	0,27	0,50	0,29	0,23
Paraíba	0,19	0,06	1,25	1,32	1,69	1,46	1,36
Pernambuco	1,60	0,85	0,95	0,96	1,13	1,10	0,96
Piauí	-	-	-	0,14	0,05	0,05	0,20
Rio Grande do Norte	0,20	0,02	0,00	0,00	-	-	-
Sergipe	0,15	0,12	0,13	0,17	0,18	0,14	0,09
Sudeste	1,26	1,17	1,50	1,25	0,83	1,19	1,16
Espírito Santo	0,11	0,10	0,01	0,03	0,09	1,54	1,47
Minas Gerais	2,54	1,84	2,17	1,99	0,82	0,92	0,65
Rio de Janeiro	0,19	0,23	0,25	0,37	0,49	2,28	1,64
São Paulo	1,24	1,34	1,71	1,31	0,96	0,97	1,17
Sul	0,63	0,86	0,70	1,02	1,62	1,18	1,23
Paraná	-	1,02	0,58	0,90	0,70	0,34	0,69
Rio Grande do Sul	0,72	1,04	2,85	1,21	1,34	1,06	0,88
Santa Catarina	1,32	-	-	0,79	3,63	2,91	2,98
Centro-Oeste	0,16	0,54	0,38	0,77	0,50	0,39	0,34
Distrito Federal	0,17	0,05	0,02	0,56	0,15	0,07	0,16
Goiás	0,32	1,90	1,48	1,71	1,67	1,31	0,84
Mato Grosso	-	-	-	0,21	-	-	0,09
Mato Grosso do Sul	0,02	0,07	0,26	0,42	0,31	0,18	0,01

Fonte: Balanços Gerais dos Estados e IBGE - Regionalização das Transações do Setor Público - 2000.
Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia.

Tabela 4: Valor da renúncia fiscal pelo Governo Federal segundo as leis de incentivo à pesquisa, desenvolvimento e capacitação tecnológica. Brasil: 1990-1999

Anos	Lei Nº					Total
	8.010/90	8.032/90	8.248/91	8.661/93	8.387/91	
1990	34.337	11.930	-	-	-	48.257
1991	72.529	6.742	-	-	-	79.270
1992	56.372	5.632	-	-	-	62.004
1993	71.623	11.437	339.767	-	-	422.828
1994	89.455	7.676	420.888	2.103	-	520.122
1995	82.048	12.783	354.650	13.429	-	462.911
1996	71.982	10.059	506.180	14.335	77.158	679.714
1997	70.926	3.943	627.503	26.414	110.431	839.218
1998	69.097	4.788	835.191	46.650	105.323	1.061.049
1999	78.956	4.400	1.054.609	33.700	381.413	1.553.079

Em R\$ 1.000 de 1999

Fontes Ministério da Ciência e Tecnologia: Secretaria de Política de Informática e Secretaria de Política Tecnológica Empresarial, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio: Superintendência da Zona Franca de Manaus

Gastos das Empresas em C&T e P&D⁶

Uma das limitações do sistema de C&T brasileiro é a baixa contribuição do setor privado para o esforço de pesquisa e desenvolvimento no País, consequência do modelo de desenvolvimento industrial adotado no passado e da reduzida cultura empreendedora que caracteriza nossa economia.

Estima-se que, em 1999, o montante de gastos empresariais em P&D tenha alcançado cerca de R\$ 3,0 bilhões. Mesmo considerando as despesas com serviços técnicos e aquisição de tecnologia, que se aproximam de forma imprecisa ao conceito de C&T, o montante apurado é de R\$ 4,6 bilhões, claramente insuficiente, seja do ponto de vista das necessidades do País, seja do peso e relevância do setor privado na economia brasileira.

Esforços em C&T e dispêndio em P&D

A Tabela 6 mostra o montante de recursos correspondente aos esforços nacionais em C&T e os direcionados a P&D. Pode-se observar que, em 1999, o valor estimado do esforço nacional em C&T correspondia a 1,35% do PIB do País, que equivale a cerca de R\$13 bilhões. Já a estimativa de gastos em P&D correspondia a aproximadamente R\$8,4 bilhões, ou 0,87% do PIB daquele ano.

O percentual de gastos em P&D em relação ao PIB (0,87%) coloca o Brasil em um patamar próximo de países como Espanha (0,90%, em 1999), Portugal (0,73%, em 1998) e Hungria (0,68%, em 1998), mas ainda distante da Coreia do Sul (2,52%, em 1998) (OECD: *Main Science and Technology Indicators*, 2000). Entre os países da América Latina, entretanto, o Brasil possui o maior valor absoluto e a maior proporção de gastos em P&D sobre o PIB (Tabela 7).

6. Ver Anexo Metodológico para os critérios de estimação desse indicador.

Em relação ao total dos gastos nacionais em P&D, em 1999, a participação das empresas corresponde a 35,7%. Não obstante esses números terem sido estimados com grande cuidado metodológico, note-se o fato de que a informação primária hoje disponível é limitada e não pode ser considerada representativa do conjunto das empresas brasileiras. Em média, nos países da OCDE entre 1996 e 1998, a indústria foi responsável pelo financiamento de cerca de 63,1% dos gastos em P&D; em 1998, para esses países, o conjunto do setor privado executou quase 70% do total de gastos em P&D.

Recursos Humanos para a Pesquisa

Nos últimos trinta anos, a sociedade brasileira realizou um grande e bem-sucedido esforço de formação de pessoal qualificado. Para tanto, construiu um sistema de pós-graduação, apoiado em uma firme política de concessão de bolsas, que não tem paralelos nos países em desenvolvimento.

Contribuição da Pós-Graduação

Em pouco mais de dez anos (Tabela 8), nota-se expressiva elevação de todos os indicadores selecionados. Chama atenção o fato de o número de matrículas no mestrado haver mais que duplicado e no doutorado quase quadruplicado nesse período. Em 2000, cerca de 19 mil pessoas obtiveram o título de mestre e mais de 5 mil o título de doutor. Dez anos antes, o número de mestres e doutores graduados no País não chegava a um terço do resultado de 1999. É igualmente notável o fato de que mais de 120 mil mestres e mais de 35 mil doutores tenham se formado nos últimos quinze anos.

As informações do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq – 2000, fortemente concentradas nas universidades e nos institutos públicos de pesquisa, indicam que existem hoje quase 49 mil pesquisadores, dos quais 57% (27.662) são pós-graduados com doutorado.

Tabela 5: Esforços em C&T e Dispendios em P&D Financiados pelo Setor Público. Brasil: 1999

Investimentos	C&T	P&D
Total	8.264,6	5.242,7
<i>Do Governo Federal</i>	<i>6.051,7</i>	<i>3.330,9</i>
Tesouro + Outras Fontes	2.753,3	1.585,6
Despesas com a Pós-Graduação (1)	1.745,3	1.745,3
Renúncia Fiscal (2)	1.553,1	-
<i>Dos Governos Estaduais</i>	<i>2.212,9</i>	<i>1.911,8</i>
Tesouro	1.125	824,1
Outras Fontes	N.d.	N.d.
Despesas com a Pós-Graduação (1)	1.087,7	1.087,7

Em R\$ 1.000.000 de 1999

Fontes: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia

Notas: (1) não incluem os gastos com bolsas de estudo e fomento à pesquisa, que estão contabilizados na rubrica "Tesouro"; (2) a renúncia fiscal não foi contabilizada como gasto em P&D do setor público, mas influencia o gasto do setor privado em P&D.

Tabela 6: Esforços em Ciência e Tecnologia (C&T) e Dispendios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) por Setores de Aplicação - Dados Preliminares. Brasil: 1999

Setores de Aplicação	(C&T)			(P&D)		
	Valores	Distribuição Relativa (%)	% PIB	Valores	Distribuição Relativa (%)	% PIB
Total	12.988,5	100,0	1,35	8.395,9	100,0	0,87
Governo	8.264,6	63,6	0,86	5.242,77	62,4	0,55
<i>Federal</i>	6.051,7	46,6	0,63	3.330,9	39,7	0,35
Tesouro + Outras Fontes	2.753,3	21,2	0,29	1.585,6	18,9	0,17
Pós-Graduação	1.745,3	13,4	0,18	1.745,3	20,8	0,18
Renúncia Fiscal	1.553,1	12,0	0,16	-	-	-
<i>Estadual</i>	2.212,9	17,0	0,23	1.911,8	22,8	0,20
Tesouro	1.125,2	8,7	0,12	824,1	9,8	0,09
Pós-Graduação	1.087,7	8,4	0,11	1.087,7	13,0	0,11
Setor Empresarial	4.757,6	36,6	0,50	3.153,2	37,6	0,33
Empresas	4.601,4	35,4	0,48	2.997,0	35,7	0,31
Pós-Graduação	156,2	1,2	0,02	156,2	1,9	0,02

Valores em R\$ 1.000.000 correntes.

Fonte: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia

Notas: a soma das parcelas das distribuições absoluta e relativa dos dispendios em C&T não corresponde exatamente ao total, pois foi excluído deste o montante de R\$ 33.700.000, correspondente à renúncia fiscal referente à Lei 8.661/93, para evitar dupla contagem.

Para informações sobre os procedimentos adotados na construção desses indicadores, ver Anexo Metodológico.

Tabela 7: Dispendio Nacional em P&D como Percentagem do PIB. Brasil: 1999 e Países da OCDE Selecionados: 1991/1998

Países	1991	1993	1995	1997	1998
Suécia	2,9	3,3	3,5	3,7	...
Japão	3,0	2,9	3,0	2,9	3,1
Finlândia	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9
Estados Unidos	2,8	2,6	2,6	2,7	2,7
Coréia do Sul	1,9	2,2	2,5	2,7	2,5
Alemanha	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3
França	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2
Reino Unido	2,1	2,1	2,0	1,8	1,8
U. Européia	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
Canadá	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6
Irlanda	0,9	1,2	1,4	1,4	...
Itália	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0
Brasil	...	...	...	...	0,9*
Espanha	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9
Hungria	1,1	1,0	0,7	0,7	0,7
México	...	0,2	0,3	0,3	...

Fonte: OECD. Main Science and Technology Indicators, n. 1, 2000. Coordenação de Estatísticas e Indicadores - MCT.

* Refere-se a 1999.

O Brasil ocupa uma posição respeitável no que diz respeito ao número de doutores titulados nas áreas de ciências e engenharias (Tabela 9). Sua posição, pouco acima da Espanha, Coréia do Sul e Canadá, mas ainda distante da China e da Índia, indica que houve um grande progresso, mas que há muito o que avançar.

Esses números revelam que o Brasil dispõe hoje de uma base de recursos humanos altamente qualificados, que constitui um sólido ponto de partida para lançar-se ao desafio de construir o futuro de desenvolvimento sustentável. Porém, é preciso superar as várias limitações que persistem, muitas das quais reveladas por esses indicadores.

Produção Científica

Apesar das insuficiências do Sistema Nacional de CT&I, mencionadas anteriormente, a produção científica brasileira não apenas tem crescido como vem ganhando maior reconhecimento internacional. As informações produzidas pelo *Institute for Scientific Information (ISI)*, reconhecida instituição no campo da bibliometria, coloca o Brasil em posição de destaque na produção de artigos nos periódicos indexados em sua base. Em 1991, o Brasil ocupava o 28º lugar na produção de artigos científicos e técnicos publicados nesses periódicos, tendo passado para a 17ª posição em 2000 (Tabela 10).

Tabela 8: Indicadores Seleccionados da Pós-Graduação. Brasil: 1987-2000

Ano	Número de Cursos		Alunos Matriculados (em Dezembro)		Alunos Titulados	
	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Doutorado
Total	-	-	-	-	121.860	35.183
1987	861	385	30.337	8.309	3.865	1.005
1988	899	402	31.575	8.515	3.965	990
1989	936	430	33.273	9.398	4.797	1.139
1990	964	450	36.502	10.923	5.579	1.410
1991	982	468	37.205	12.015	6.772	1.750
1992	1.018	502	37.412	13.682	7.272	1.759
1993	1.039	524	38.265	15.569	4.557	1.875
1994	1.119	594	40.027	17.361	7.550	2.031
1995	1.159	616	43.121	19.492	8.982	2.497
1996	1.180	627	44.925	22.004	10.365	2.972
1997	1.263	671	47.271	24.250	11.925	3.604
1998	1.280	685	50.844	26.797	12.510	3.945
1999	1.436	787	57.031	29.985	15.356	4.862
2000	1.537	837	63.591	33.004	18.374	5.344

Fonte: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia.

A média de artigos originários do Brasil publicados no período 1988-92 (3.166 ou 0,6% da produção mundial) praticamente quadruplicou quando se compara com o período 1996-2000 (7.836 ou 1,12% da produção mundial). Esses valores ainda são inferiores a países como Espanha (18.082), China (17.792) e Índia (14.879), mas se encontram muito próximos aos de Israel (8.554), Coreia do Sul (8.053) e Taiwan (7.892).

Observe-se que a base *ISI*, por mais ampla que seja, é incapaz de incluir a totalidade da produção científica brasileira, seja pelo fato de se restringir a artigos, enquanto a produção científica assume várias outras formas, seja por privilegiar periódicos de circulação internacional, enquanto, em especial para certas áreas do conhecimento, o principal veículo de sua produção são periódicos nacionais. Isso significa que

o excelente desempenho do Brasil naquela base é apenas uma amostra do conjunto da produção científica nacional.

Patentes

O número de patentes é outra medida que auxilia a avaliação da capacidade de inovação do País. Em 1999, foram depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) 16.569 pedidos de patentes. Embora crescente nos últimos cinco anos (foram contabilizados 11.711 pedidos em 1995), esse indicador ainda é muito reduzido e revela um dos maiores desafios a serem enfrentados pelo País: sua baixa capacidade de transformar os notáveis avanços científicos que vem conquistando em aplicações comerciais ou inovações (Gráfico 4).

Tabela 9: Doutores Titulados em Área de Ciências e Engenharias^{*}**
Países Selecionados: 1997 ou no ano mais recente

Países	Nº de doutores ^{***}	%	Países	Nº de doutores ^{***}	%
EUA	27.180	30,0	Coreia do Sul	2.189	2,4
Alemanha	11.728	12,9	Canadá	2.165	2,4
França	8.962	9,9	Suíça	1.862	2,1
Reino Unido	7.131	7,9	Itália	1.643	1,8
Japão	6.157	6,8	Suécia	1.580	1,7
China	5.328	5,9	Países Baixos	1.567	1,7
Índia	4.000	4,4	México	396	0,4
Brasil	2.691	3,0	Sub-total	75.727	83,6
Espanha	2.550	2,8	Total^{***}	90.577	100,0

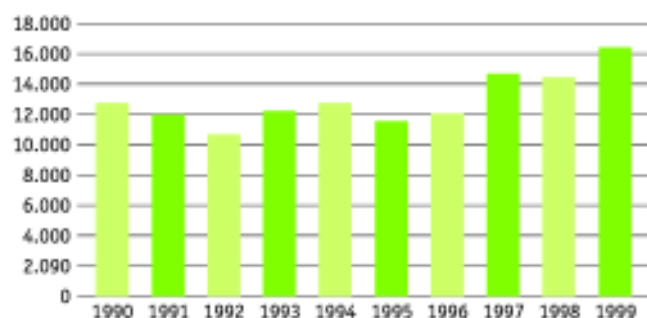
Fonte: National Science Foundation: Science & Engineering Indicators, 2000. Capes, 1999.

Notas: (1) Dados para o Brasil classificados segundo as categorias utilizadas pela NSF.

(2) Dados da NSF são, em sua maioria, para 1997. Nessa tabela, os dados do Brasil foram atualizados e referem-se a 1997. Distinguem-se, portanto, da tabela originalmente publicada pela NSF que incluía as informações de 1996. Em 2000, o Brasil ultrapassou o patamar de mil doutores titulados, em todas as áreas do conhecimento.

(3) Número relativo a 25 países, incluindo todos da OCDE.

Gráfico 4: Pedidos de Patentes Depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Brasil: 1990-99



Fonte: Até 1994: Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). www.inpi.gov.br, extraído em 10/10/2000.
Após 1994: Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) - Panorama de Tecnologia Ano VII n. 15, maio de 2000

Tabela 10: Número de Artigos Científicos e Técnicos Publicados - Principais Países - 1981 e 2000

Posição	País	Variação 2000/1981(%)			Posição	País	Variação 2000/1981(%)		
		1981	2000	1981(%)			1981	2000	1981(%)
1	EUA	171.906	243.269	41,51	22	Polônia	4.524	8.918	97,13
2	Japão	26.865	68.047	153,29	23	Dinamarca	3.825	7.535	96,99
3	Alemanha	32.856	62.941	91,57	24	Finlândia	2.577	7.100	175,51
4	Inglaterra	32.236	58.171	80,45	25	Áustria	2.701	6.658	146,50
5	França	22.423	45.214	101,64	26	Turquia	322	4.946	1.436,02
6	Canadá	19.363	31.985	65,19	27	Noruega	2.281	4.702	106,14
7	Itália	9.347	29.482	215,42	28	México	903	4.588	408,08
8	URSS/Rússia	21.767	25.629	17,74	29	Grécia	935	4.543	385,88
9	China	1.646	24.923	1.414,16	30	Nova Zelândia	2.174	4.289	97,29
10	Espanha	3.375	20.847	517,69	31	Argentina	1.042	4.184	301,54
11	Austrália	10.361	20.234	95,29	32	Ex-Tchecoslováquia	3.917	3.892	-0,64
12	Holanda	7.132	18.295	156,52	33	Hungria	2.545	3.759	47,70
13	Índia	13.273	15.161	14,22	34	Ucrânia	4.273	3.721	-12,92
14	Suécia	6.809	14.384	111,25	35	África do Sul	2.188	3.480	59,05
15	Suíça	6.087	13.568	122,90	36	Singapura	188	3.452	1.736,17
16	Coréia do Sul	229	12.218	5.235,37	37	Gales	1.399	3.054	118,30
17	Brasil	1.889	9.511	403,49	38	Portugal	230	2.923	1.170,87
18	Bélgica	4.199	9.505	126,36	39	Irlanda	872	2.571	194,84
19	Escócia	4.499	9.217	104,87	40	Egito	1.269	2.144	68,95
20	Taiwan	516	9.203	1.683,53	41	Chile	669	1.816	171,45
21	Israel	4.863	9.202	89,22		Total	440.475	839.281	90,54

Fonte: National Science Indicators (NSI) do Institute for Scientific Information (ISI) 1981-2000.

Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Notas: A classificação se refere à posição em 2000.

O total se refere apenas aos países selecionados.

Tal desafio pode ser mais bem avaliado ao se observar as informações sobre os registros de patentes originárias do Brasil e de alguns países selecionados no Escritório Norte-Americano de Patentes. Apesar do crescimento observado durante a década de noventa, em 2000, apenas 113 patentes foram registradas pelo Brasil. Se comparada aos casos da Argentina (63) ou do México (100), a situação nacional é até favorável, mas

um confronto com a Coréia do Sul, por exemplo, mostra grande diferença na trajetória de ambos os países. Em 1980, o Brasil registrou vinte e quatro patentes naquele organismo, e a Coréia do Sul apenas nove. Já em 2000, as 113 patentes brasileiras correspondem a uma pequena fração das 3.472 registradas pela Coréia (Tabela 11).

Tabela 11: Patentes Registradas no Escritório de Patentes Norte-Americano, Segundo Países de Origem Selecionados, 1977 - 2000.

Anos	Brasil	Argentina	México	Coréia do Sul
1977-79	66	67	113	25
1980	24	20	43	9
1981	23	25	45	18
1982	31	18	43	18
1983	23	24	34	27
1984	21	22	43	34
1985	30	12	35	50
1986	27	18	37	55
1987	35	18	54	105
1988	37	18	45	126
1989	39	23	41	183
1990	45	19	34	449
1991	66	19	42	290
1992	43	23	45	586
1993	59	25	50	830
1994	61	37	52	1008
1995	70	32	45	1240
1996	69	32	46	1576
1997	67	38	57	1965
1998	88	46	77	3362
1999	98	46	94	3679
2000	113	63	100	3472

Fonte: U.S. Patent and Trademark Office (USPTO). Extraído de <http://www.uspto.gov>, em 07/04/2001.

DESAFIOS DO SISTEMA BRASILEIRO DE CT&I

O aparato institucional estabelecido nos últimos cinquenta anos foi um fator determinante de impulsão do progresso científico e tecnológico no Brasil e das contribuições que a Ciência e a Tecnologia aportaram ao desenvolvimento nacional. Apesar dos êxitos alcançados, o sistema brasileiro de CT&I ainda apresenta insuficiências significativas, especialmente quando se levam em conta as necessidades da população brasileira e os desafios a serem enfrentados. O volume e a sustentabilidade dos recursos que lhe são destinados, a concentração regional, o grau de coordenação interinstitucional e a modesta participação do setor privado são problemas que devem ser superados para que o País possa explorar, plenamente e de forma sustentável, o seu potencial de desenvolvimento. Estas são as questões discutidas nesta seção.



Concentração regional das atividades de CT&I

A concentração regional das atividades de pesquisa no Brasil é, fundamentalmente, uma outra faceta das desigualdades regionais que caracterizam o País. É verdade que, mesmo em países desenvolvidos e com longa tradição de pesquisa, pode-se perceber a concentração da pesquisa científica, em especial no que diz respeito a grupos de excelência. Porém, o que os distingue do caso brasileiro é o fato de se ter constituído naqueles países uma ampla e diversificada base de pesquisa capaz de desenvolver projetos relevantes e de qualidade. A inclusão dessa questão no rol

das prioridades nacionais sobre o tema, imprimindo maior ênfase, por exemplo, às aplicações práticas do conhecimento científico acumulado, levará a uma desconcentração do setor, com o surgimento de novos centros no País. Ainda assim, deve-se destacar a presença, em todas as regiões, de grupos de pesquisadores e instituições de alto nível, que sem dúvida formam a base para uma vigorosa ação de fortalecimento e ampliação horizontal da capacitação das regiões em CT&I.

A redução das desigualdades

Uma das diretrizes estratégicas para a C&T deveria ser elevar a participação dos estados com menor nível de desenvolvimento nos investimentos em C&T. A alocação de uma parcela expressiva dos novos fundos setoriais para essas regiões tem como objetivo reduzir as desigualdades regionais em matéria de execução e difusão de C&T no País, contribuindo desta forma para diminuir as diferenças socioeconômicas que ainda hoje caracterizam o Brasil. Portanto, esta alocação deve ser acompanhada pelo comprometimento das comunidades locais e pela complementação, ainda que parcial, dos fundos federais com recursos locais. As experiências histórica e internacional demonstram claramente que o desenvolvimento de qualquer região só se sustenta no longo prazo quando baseado em forças endógenas, capazes de orientá-lo de acordo com as demandas e visões da comunidade diretamente interessada.

O desenvolvimento de núcleos regionais de pesquisa passa pela ação complementar dos governos estaduais e das Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) por meio de uma forte articulação com as secretarias estaduais de C&T na definição de prioridades e estratégias regionais. Como indicado anteriormente, desde o início

dos anos noventa, a atividade de apoio a C&T no âmbito dos estados vem crescendo, e o surgimento desses atores representa um elemento importante para reorientar tais atividades, colocando-as a serviço dos interesses e necessidades das economias regionais.

Relações entre Instituições de Ensino Superior e Empresas

A universidade é um ator central em qualquer sistema de inovação, sobretudo no Brasil, por abrigar os principais centros de pesquisa e formação de pessoal, razão pela qual merece comentários específicos. Há muitas questões relevantes a serem discutidas no que diz respeito às instituições de ensino superior, como a necessidade de recuperar sua infra-estrutura de pesquisa e de estender ainda mais a qualificação do corpo docente, assim como de ampliar as oportunidades de acesso a esse grau de ensino à parcela mais expressiva da população brasileira (que serão objeto de tratamento específico no capítulo subsequente desse Livro). Dentre essas questões, destaque-se a premente necessidade de maior integração entre a comunidade acadêmica e o mundo empresarial.

Uma série de iniciativas tem sido implementada para incorporar as empresas como parceiras importantes do sistema, em especial estreitando suas relações com as universidades e os institutos de pesquisa. A institucionalização dos fundos setoriais, como se verá adiante, é um mecanismo importante para dar conta desse objetivo. Uma lei da inovação que permitisse maior mobilidade dos pesquisadores entre universidades e empresas seria também um passo importante nessa direção. Novos projetos cooperativos, redes temáticas e várias outras experiências já em curso podem contribuir para criar um ambiente muito mais favorável à inovação.

Os mecanismos de financiamento e incentivos ao aperfeiçoamento e inovação tecnológica vêm-se expandindo na última década. O Programa de Apoio Tecnológico às Micro e Pequenas Empresas (Patme), criado por meio de parceria entre o Sebrae e a Finep, presta consultoria tecnológica para o aperfeiçoamento de produtos ou linhas de produção e/ou para orientar as empresas no desenvolvimento de novas tecnologias.

Quadro 3 **Bolsas IEL - Sebrae - CNPq para o Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico de Micro e Pequenas Empresas**

Instrumento que permite a estudantes de graduação orientados por seus professores prestar serviços ao longo de seis meses, para micro e pequenas empresas, de forma a solucionar problemas específicos de cunho tecnológico e contribuir para a melhoria da competitividade. Busca ampliar e aperfeiçoar o relacionamento entre as instituições de ensino superior e o setor produtivo brasileiro, por meio do engajamento de professores e pesquisadores nas demandas dessas empresas.

Quadro 4 **Programa de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas - RHAE**

Como parte do conjunto de instrumentos do CNPq de promoção da integração universidade-empresa, objetiva:

- apoiar de forma institucional ou interinstitucional projetos para a capacitação de recursos humanos, quando vinculados:
 - a linhas de pesquisa tecnológica,
 - ao desenvolvimento de processos produtivos e
 - aos serviços tecnológicos e de gestão.
- enfatizar a colaboração entre empresas, universidades e institutos de pesquisas;
- possibilitar múltiplas estratégias de capacitação, incluindo estágios, cursos e outros eventos não enquadrados nas competências tradicionais da formação acadêmica;
- responsabilizar a instituição proponente pela administração da cota de bolsas aprovadas e pela avaliação do desempenho dos bolsistas;
- estabelecer a avaliação dos projetos, tomando como base os objetivos finais pretendidos, compreendendo a análise do impacto do programa, nas instituições participantes, em cada área prioritária, e na composição e expansão da base técnico-científica brasileira.

Todavia, a maioria das indústrias instaladas no País desconhece a existência do programa de incentivos para o desenvolvimento tecnológico, como demonstra uma pesquisa da CNI. Dos empresários consultados, 80% disseram ignorar a possibilidade de obter reduções de impostos para investir em pesquisa de novas tecnologias e produtos. Desde 1993, apenas 105 empresas (mais da metade no estado de São Paulo) beneficiaram-se dos incentivos ao setor industrial e agropecuário.

Não há informações precisas que permitam estimar o número total de doutores absorvido pelo setor privado no Brasil. Ainda assim, segundo avaliação da Anpeí, baseada em um grupo limitado de empresas, é possível afirmar que este número é reduzido, denotando a modesta realização de pesquisa tecnológica nas empresas. Do mesmo modo, sabe-se que uma percentagem pequena dos engenheiros e pesquisadores brasileiros trabalham em ambiente empresarial, enquanto nos países mais desenvolvidos este percentual é sempre maior que 50% (EUA 79%, Canadá 52%, Coreia 55%, Inglaterra 64%). O restante atua nas universidades e centros de pesquisa.

As incubadoras de empresas de conteúdo tecnológico, no Brasil como em outros países, abrem uma perspectiva de efetiva transferência do conhecimento dos centros de pesquisa e ensino para a sociedade. Como mecanismo adicional de incorporação de pessoal qualificado ao mercado de trabalho e de geração de inovações para o mercado, elas são importantes, mas, por si só, não resolvem os problemas de grave subinvestimento privado em P&D.

O processo de privatização em curso propõe uma série de desafios que certamente marcarão o sistema nacional de inovação nos próximos anos. No passado,

as grandes empresas estatais tiveram papel de destaque nos investimentos em desenvolvimento tecnológico de interesse nacional. Apesar das salvaguardas inscritas nos contratos de privatização, é inegável que os critérios para esses investimentos serão aos poucos substituídos pela lógica orientada para o atendimento das demandas de mercado. Os investimentos para projetos de interesse público, de alto risco tecnológico ou de longo prazo, deverão dispor de outros mecanismos de financiamento, como nos países desenvolvidos.

Essas mudanças tendem a reforçar e principalmente a reestruturar as ações voltadas para a difusão tecnológica. Um desafio atual é o de qualificar e capacitar as instituições de ensino e pesquisa para atender às novas demandas do setor privado e disputar os recursos por ele alocados para P&D e capacitação, sem, contudo, abandonar suas missões específicas de longo prazo.

Integração Institucional

Como já se mencionou, o sistema nacional de C&T é complexo, e é mais resultado de respostas a problemas e desafios surgidos ao longo do tempo, do que produto de ações claramente planejadas. Envolve um conjunto de instituições dos governos federal e estaduais, empresas públicas e privadas, atores diversificados, como as universidades, institutos de pesquisa e tecnologia, as quais operam segundo personalidades e estatutos jurídicos variados. As dificuldades de coordenação interna e de articulação desses diversos componentes com os demais atores da sociedade são notórias e estão presentes em qualquer país do mundo. No Brasil, a situação é ainda agravada pela reconhecida dificuldade de coordenação institucional do setor público, seja em nível horizontal,

entre ministérios e agências do Governo Federal, seja em nível vertical, entre o Governo Federal e as demais instâncias. É fundamental, portanto, desenvolver mecanismos de coordenação das ações de CT&I, incorporando as agências de fomento federais e estaduais e mais atores sociais ao processo (ver capítulo 6).

A articulação entre as ações do Governo Federal e dos estados constitui uma combinação poderosa para superar no médio prazo as desigualdades regionais. Seus efeitos tendem a ser ainda mais significativos, à medida que se sistematize um esforço concentrado nessa direção. Os esforços em implementação pelo MCT, em parceria com as Fundações de Amparo à Pesquisa dos estados, para formar as redes regionais de seqüenciamento do genoma, são um exemplo de programas mobilizadores importantes.

Por sua vez, a maior integração das atividades no âmbito do próprio Governo Federal é também relevante. A introdução da planificação plurianual para as ações públicas, estabelecida pela Constituição de 1988 e concretizada no Plano Plurianual (PPA), sobretudo o concebido para o período 2000-2003, representou um progresso relevante na retomada do planejamento das ações do setor público, cujo processo deve ser aperfeiçoado pela introdução de novos instrumentos de definição de prioridades, coordenação institucional e avaliação de resultados.

O PLANO PLURIANUAL DO MCT: 2000-2003

O diagnóstico do PPA reconhece que o Brasil possui uma organização institucional de CT&I diversificada e conta com uma capacidade técnico-científica importante, especialmente em termos de América Latina. Reconhece, também, que essa capacidade está muito aquém daquela disponível nos países com maior tradição no progresso científico e tecnológico e que o sistema brasileiro de C&T é incompleto e apresenta deficiências de coordenação. As principais barreiras dizem respeito à ausência de mecanismos de retroalimentação do sistema, inclusive no que diz respeito à avaliação de desempenho das instituições, à definição nem sempre precisa do papel das agências de fomento, de modo a dar conta da complexidade do processo de desenvolvimento científico e tecnológico, e à administração não autônoma dos institutos de pesquisa e universidades, que dificulta a modernização de suas atividades, a articulação com o setor privado, e uma melhor gestão de seus recursos humanos, materiais e financeiros, além dos bens intangíveis.

As principais preocupações contidas no PPA 2000-2003 (Quadro 5) referem-se a:

- ampliar e aprimorar a base técnico-científica nacional;
- ampliar o volume de recursos destinados a C&T e assegurar sua sustentabilidade, por meio da criação dos fundos setoriais;
- reduzir a concentração regional das atividades de C&T;
- estimular o maior envolvimento do setor privado nas atividades de C&T.



Quadro 5 Programas do Plano Plurianual 2000-2003

Instrumentais

- Capacitação de Recursos Humanos para Pesquisa
- Expansão e Consolidação do Conhecimento Científico e Tecnológico
- Inovação para Competitividade

Horizontais

- Desenvolvimento de Serviços Tecnológicos
- Sistemas Locais de Inovação

Temáticos

- Aplicações Nucleares na Área Médica
- Desenvolvimento Tecnológico na Área Nuclear
- Produção de Componentes e Insumos para a Indústria Nuclear e de Alta Tecnologia
- Segurança Nuclear
- Fomento à Pesquisa em Saúde
- Ciência e Tecnologia para o Agronegócio
- Promoção do Desenvolvimento Tecnológico no Setor Petrolífero
- Ciência e Tecnologia para a Gestão de Ecossistemas
- Biotecnologia e Recursos Genéticos
- Ciência e Tecnologia para o Setor Aeronáutico
- Climatologia, Meteorologia e Hidrologia
- Mudanças Climáticas
- Nacional de Atividades Espaciais
- Sociedade da Informação
- Produção de Equipamentos para a Indústria Pesada
- Programa de Apoio Administrativo

Novas fontes de recursos

É inegável que o País dispõe de uma estrutura de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico relativamente sólida. Apesar disto, como já se comentou, o volume de recursos disponíveis para CT&I oscilou de ano para ano, comprometendo o funcionamento do sistema como um todo, já que as suas atividades requerem planejamento e execução de longo prazo. É necessário, portanto, adotar padrões de fomento e de financiamento que dêem maior estabilidade e continuidade à atividade de pesquisa, permitindo o lançamento de novas estratégias de desenvolvimento de CT&I.

A criação dos fundos setoriais é um passo importante nessa direção, com a vantagem adicional de que a sua aplicação leva em conta, explicitamente, a necessidade de desconcentrar as atividades de C&T e de propiciar maior integração entre os atores ativos no sistema.

Em 1999, entrou em operação o Fundo do Petróleo (CTPetro). Em 2001, começaram a ser regulamentados e implantados em 2001: Energia Elétrica, Recursos Hídricos, Transportes Terrestres e Hidroviários, Mineral, Espacial, Interação Universidade-Empresa (Fundo Verde-Amarelo) e Infra-estrutura, além dos fundos dos setores de Telecomunicações (Funttel) e Informática. Há propostas de novos fundos para as áreas de Agronegócio, Aeronáutica, Saúde e Biotecnologia.

As receitas que alimentam os fundos têm diversas origens, tais como *royalties*, parcela da receita das empresas beneficiárias de incentivos fiscais, compensação financeira, licenças e autorizações, doações, empréstimos e receitas diversas. Os recursos serão administrados por comitês gestores integrados pelo MCT, ministérios relacionados à atividade, agências reguladoras setoriais, iniciativa privada e academia. A criação do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos em Ciência, Tecnologia e Inovação deverá orientar a formulação das políticas e prioridades do setor, articulando-as ao funcionamento de cada um dos fundos setoriais⁷. O conjunto dos fundos já aprovados deverá representar uma contribuição adicional de mais de R\$1 bilhão ao ano.

⁷ Ver discussão sobre o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos no Capítulo 6.

TENDÊNCIAS INTERNACIONAIS EM POLÍTICAS PARA CT&I

Este capítulo se encerra com a apresentação das tendências mais significativas das políticas de CT&I nos países industrializados. Esses países e alguns em desenvolvimento, como a China e a Índia, têm ampliado o peso e a diversidade das suas políticas para CT&I. Isto decorre da percepção de que C&T são cruciais para a inovação, para a competitividade, para o desenvolvimento de novas oportunidades de crescimento e de emprego, bem como para viabilizar respostas aos problemas sociais e do meio ambiente. Um recente estudo da OCDE, baseado em pesquisa realizada junto aos países membros, estabelece recomendações a partir dos principais resultados encontrados (Quadro 6).

Além dessas linhas de convergência de políticas adotadas pelos países industrializados, sobretudo para incrementar a inovação tecnológica, grande ênfase tem sido dada à pesquisa científica e tecnológica. A maior parte dos países da OCDE estão plenamente conscientes de que a Ciência e a Tecnologia são fundamentais para o crescimento e para o alcance de objetivos sociais. Neste sentido, as principais mudanças e reformas adotadas por esses países seguem as seguintes linhas:

- comprometimento renovado com o financiamento público da pesquisa científica;
- grandes esforços para reformar as universidades,



“Nos cinco países mais desenvolvidos, a participação privada nos gastos com P&D é, em média, de 62%; no Brasil é muito mais baixa. Aqui o setor privado pode ampliar sua parceria com o Estado para financiar a C&T. Porém, não há progresso tecnológico divorciado da ciência básica e esta requer participação maior do Estado. A World Wide Web e a Internet foram projetos de êxito pela presença de cientistas pagos pelo Estado.”

*Stefan Bogdan Salej,
Federação das Indústrias do
Estado de Minas Gerais*

visando à maior autonomia e maior ênfase no seu papel de comercializar a pesquisa realizada com financiamento público;

- estabelecimento de centros de excelência, de padrão mundial, freqüentemente baseados na cooperação estreita entre as instituições científicas e a comunidade empresarial;

- maior atenção a novas áreas e setores de crescimento, como a biotecnologia e as tecnologias de informação e comunicações, e a promoção de firmas novas;

- maior ênfase à colaboração e à formação de redes;

- medidas que aumentem a flexibilidade e a mobilidade de pesquisadores e cientistas;

- maior ênfase e esforços na avaliação dos resultados e impactos das políticas;

- maior atenção a questões relacionadas com CT&I nos mais altos níveis decisórios do governo;

- envolvimento crescente da sociedade na formulação e avaliação de políticas.

Quadro 6 **Recomendações da OCDE com relação a Políticas para CT&I**

(i) Aperfeiçoar a gestão da base de pesquisa científica e tecnológica por meio da maior flexibilidade nas estruturas de pesquisa e do incremento da colaboração universidade-indústria.

(ii) Assegurar que o progresso tecnológico de longo prazo seja preservado por meio do financiamento adequado da pesquisa pública e incentivos para a colaboração entre empresas em pesquisa pré-competitiva.

(iii) Melhorar a eficiência do apoio financeiro público à P&D e eliminar os obstáculos ao desenvolvimento dos mecanismos de mercado para o financiamento da inovação, por exemplo, através do capital de risco privado.

(iv) Fortalecer os mecanismos de difusão tecnológica, por meio da promoção de maior competição nos mercados de produtos e por meio do aperfeiçoamento dos programas de difusão tecnológica.

(v) Adotar medidas que contribuam para reduzir os desencontros entre a demanda por qualificações e competências e a oferta das mesmas, bem como melhorar as condições para que as empresas adotem novas práticas organizacionais.

(vi) Facilitar a criação e o crescimento de empresas baseadas em novas tecnologias, por meio do desenvolvimento de maior capacitação gerencial e inovativa, da redução de barreiras regulatórias, financeiras e de informação, além da promoção da capacidade para novos empreendimentos.

(vii) Promover novas áreas e oportunidades de crescimento, por meio de reforma legal e regulatória que estimule novos entrantes e respostas tecnológicas flexíveis.

(viii) Aperfeiçoar técnicas e fortalecer os mecanismos institucionais de avaliação.

(ix) Introduzir novos mecanismos de apoio à inovação e à difusão tecnológica, particularmente por meio da maior utilização de parcerias público/privado.

(x) Eliminar os obstáculos à cooperação tecnológica internacional, por meio de maior transparência no acesso de empresas e instituições estrangeiras aos programas nacionais e por meio da garantia de um quadro confiável de direitos de propriedade intelectual.

(xi) Ampliar a capacidade de coordenação econômica, por meio de reformas nos mercados financeiros, de produtos e de trabalho e por meio de reformas na educação e na formação profissional.

(xii) Incrementar a abertura para os fluxos internacionais de produtos, pessoas e idéias e aumentar a capacidade de absorção das economias domésticas.

The background features a complex, abstract design. On the left side, there is a grid of small squares that appears to be curving and receding into the distance, creating a sense of depth. Interspersed within this grid are several bright, glowing points of light. On the right side, there are several parallel, diagonal lines that also appear to recede, suggesting a perspective or a path. The overall color palette is monochromatic, consisting of various shades of gray and white.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
O AVANÇO DO CONHECIMENTO



CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

O AVANÇO DO CONHECIMENTO

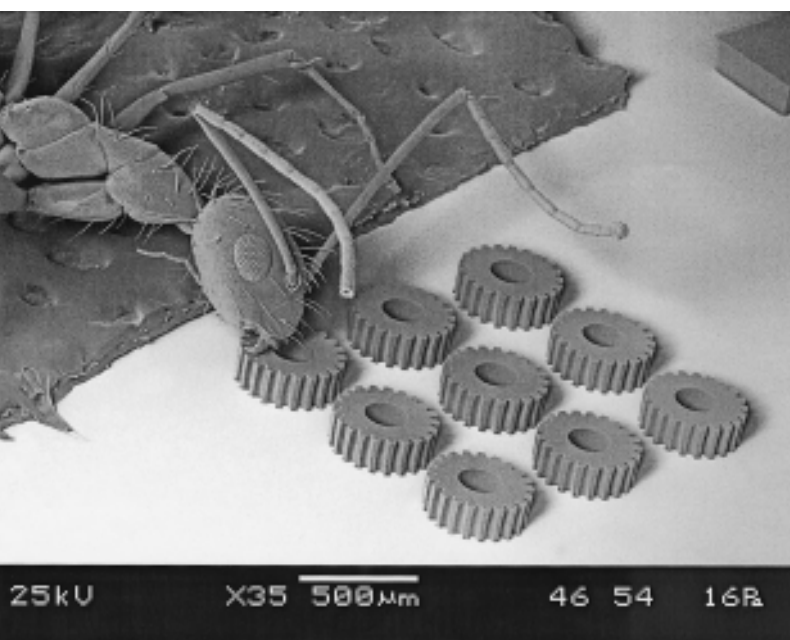
Os grandes ciclos de expansão de economia moderna, iniciando-se com a primeira revolução industrial, tiveram como base novas fontes de energia, como o carvão e o petróleo, e motores, como a máquina a vapor e o motor de combustão interna, complementadas por novos processos industriais, como o tear mecânico, a siderurgia, a indústria química e a produção em série de bens de consumo. No século XIX, a eletricidade e, no século XX, as ondas eletromagnéticas foram empregadas para gerar um dos maiores avanços da humanidade: comunicações rápidas sem transporte físico da mensagem. O telégrafo com fio, seguido pelo sem fio, foram o sinal de partida de uma profunda transformação nos meios de comunicação, da qual o rádio, a televisão e o telefone são, hoje, os instrumentos mais difundidos.

No entanto, desde a segunda metade do século XX, está em curso uma revolução ainda mais radical, certamente a mais profunda de toda a história da espécie humana até o presente. Esta revolução não foi provocada pela descoberta de novas formas de explorar fontes de energia ou de controlá-las; pelo avanço de processos industriais; ou pela expansão dos meios de transporte, como a ferrovia, os veículos automotores ou os aviões. Ela está sendo impulsionada por dois grandes avanços do conhecimento: de um lado, pela ampliação da capacidade dos sistemas de comunicação e processamento de informação, possibilitada pelos formidáveis avanços na microeletrônica – transistor, circuito integrado, microprocessador, representada pelo computador e sua integração com os meios de comunicação –; de outro lado, pelos progressos da biologia molecular.

Não se trata mais de substituir a força humana por instrumentos mecânicos, mas de substituir o cérebro humano por sistemas eletrônicos. Não é o trabalho braçal que se quer poupar ou amplificar, mas aquilo que mais distingue a espécie: a capacidade de adquirir, processar e transmitir informações, que vai sendo paulatinamente transferida para máquinas. Um computador já vence o maior enxadrista do mundo. É irrelevante que sua estratégia de jogo seja a da força bruta, da capacidade de analisar em segundos centenas de milhões de seqüências de movimentos das peças e de selecionar a mais promissora. Ele ainda sim supera a estratégia criativa do jogador humano. E isto reflete apenas o estágio inicial dessa revolução. Podemos apenas imaginar até onde chegarão esses avanços nas próximas décadas e como eles mudarão os relacionamentos sociais e dos homens com as máquinas.

“O desenvolvimento contemporâneo implica simultaneidade de problemas no tempo e no espaço. Neste sistema complexo cabe identificar as “variáveis de controle”. Educação, Ciência e Tecnologia passaram a ser “variáveis de controle” para a orientação estratégica da dinâmica social futura.”

*Sérgio Mascarenhas de Oliveira,
Instituto de Estudos Avançados/São Carlos.*



Não se trata, tampouco, de aperfeiçoar processos produtivos milenares, como a metalurgia, mas de redesenhar a própria vida. Os cientistas aprendem a manipular os processos biológicos fundamentais. DNA, genoma, clonagem, engenharia genética, biossegurança são termos que se incorporam ao dia-a-dia em velocidade alucinante.

Essa combinação – tecnologias da informação e comunicação e biologia molecular –, aliada à crescente capacidade de manipular a matéria nos seus constituintes atômicos, a nanotecnologia, irá redefinir os conceitos de máquina e as idéias de fabricação. A fábrica do futuro está começando a nascer, e tem muito pouca semelhança com as herdadas dos séculos XIX e XX. O panorama que se desenha desses avanços pode nos encher de orgulho e esperança, ou de horror e ansiedade. Não importa. O fato concreto é que o conhecimento é inesgotável. Confrontados com a inevitável marcha em busca do conhecimento, nosso dever é transformá-la em instrumento efetivo de desenvolvimento sustentável da comunidade nacional e da humanidade como um todo. Essa é a tarefa para o século que se inaugura.

A sobrevivência da humanidade está intrinsecamente ligada ao avanço do conhecimento. Sem conhecimento e sem Ciência, Tecnologia e Inovação, não é possível sustentar os bilhões de seres humanos que consomem os limitados recursos do globo terrestre, ou administrar e prover de serviços essenciais uma sociedade urbana, na qual milhões de pessoas convivem em espaços cada vez mais limitados. Sem a CT&I, tampouco é possível preservar para as gerações futuras a herança natural que recebemos de nossos ancestrais, muito menos superar os graves desequilíbrios e iniquidade sociais que jogam bilhões de seres humanos na mais humilhante fome e miséria.

Quadro 1 Avanços na Área de Biotecnologia: o Projeto Genoma

Na década de oitenta, foram descobertas duas formas distintas de seqüenciar DNA: uma, pelo grupo de Maxam e Gilbert, dos Estados Unidos, e outra, pelo grupo de Sanger, na Inglaterra. Seqüenciar o DNA significou descobrir uma infinidade de novos genes, evidenciar como o genoma se organiza e desvendar novas seqüências funcionais que não codificavam diretamente para uma proteína, mas revelavam mecanismos de controle de transcrição. Ambos, Gilbert e Sanger, receberam o prêmio Nobel por esta descoberta. O método de Sanger acabou prevalecendo e, no final da década de oitenta, a substituição de nucleotídeos radiativos por fluorescentes permitiu sua automatização. A capacidade de seqüenciamento de DNA é hoje fantástica. Somando a rapidez e precisão do processo de seqüenciamento a um trabalho organizado e colaborativo, em forma de rede, tornou-se possível seqüenciar genomas inteiros, tais como o da levedura e o humano, em tempo relativamente curto, em relação ao que seria necessário há apenas dez anos.

Empresas, em busca de bons negócios, embarcaram em seqüenciamentos de genomas. A de maior sucesso foi a Celera, responsável pelo seqüenciamento do genoma da *Drosophila*, pelo seqüenciamento do genoma humano (inicialmente independente e depois em colaboração com o empreendimento público) e pelo seqüenciamento do genoma do camundongo.

As perspectivas abertas pelo o seqüenciamento do genoma humano para uma biologia funcional mais aprofundada, para a descoberta da raiz genética de muitas doenças e para a descoberta de métodos de diagnósticos e de medicamentos novos constituem algo que seria inimaginável há alguns anos. Uma nova fase, a do proteoma, está se desenvolvendo a partir do genoma, em que o estudo de proteínas, as moléculas responsáveis pelos fenômenos químicos e físicos no organismo, passa a ser uma realidade palpável.

Até cinco anos atrás, o Brasil ocupava posição pouco privilegiada em termos de competência na área de biologia molecular. Em 1997, um grupo de pesquisadores do estado de São Paulo, articulados pela Fapesp, organizados em rede (Rede ONSA, ver capítulo Desafios Institucionais) iniciou um grande programa de seqüenciamento de genoma. Foi escolhido um fitopatógeno, que tem importância em um segmento significativo da economia brasileira. Ter impor-

tância econômica significava associar, desde o início, os resultados de uma pesquisa básica às necessidades da sociedade, neste caso a descoberta de elementos para combater uma doença que põe em risco uma produção de grande importância para a exportação – a laranja. A bactéria escolhida foi a *Xylella fastidiosa*, responsável pela doença do amarelinho, que vem dizimando os laranjais do estado de São Paulo. O sucesso desse programa colocou o Brasil, dentre os países em desenvolvimento, como o único a fazer parte do clube que tem tecnologia avançada em genômica.

O MCT está liderando um esforço nacional de ampliação do programa de seqüenciamento de genomas de organismos importantes para problemas brasileiros. Por exemplo, programas de genomas de protozoários (*Trypanosoma cruzi* e *Schistosoma manzoni*) estão sendo estruturados e poderão trazer conhecimentos de grande relevância para combater a doença de Chagas e a esquistossomose. Redes estão se articulando e equipamentos estão sendo adquiridos. Mais uma vez, coordenações competentes e forte interação entre os grupos da rede serão fundamentais para avanços em conhecimentos e qualificação em uma área de importância inconteste da biotecnologia moderna.

O processo de utilização do acervo de conhecimentos e bancos de dados gerados pelos programas de genoma estrutural, visando ao estudo de mecanismos biológicos e ao estabelecimento das relações entre estrutura (genes) e função biológica (caracteres), dependerá da organização apropriada de bancos de dados e armazenagem dos recursos genéticos. Assim, a Embrapa está organizando, por meio do seu projeto estratégico de Genética Genômica Funcional, parte do seu acervo de recursos genéticos segundo o conceito de Bancos de Caracteres. Na primeira fase, esses Bancos de Caracteres serão desenvolvidos prioritariamente com foco em caracteres expressos em raízes de plantas tropicais (tolerância a alumínio, eficiência na absorção de nutrientes, como fósforo, nitrogênio, micronutrientes etc.). Tais conjuntos de recursos genéticos serão insumos básicos para projetos de genoma (funcional e proteoma) e prospecção gênica, devendo ter grande utilidade para estudos de mecanismos biológicos, identificação e clonagem de genes e módulos regulatórios úteis para expressão de moléculas de interesse da bioindústria, bem como desenvolvimento de plantas, animais e microorganismos com atributos superiores.

Costuma-se dizer que, antigamente, podia-se abrir um relógio e, com um pouco de esforço, entender seu funcionamento. Hoje em dia, não adianta desmontar um relógio eletrônico – a contemplação de suas peças nada nos dirá sobre seu modo de operação. Ainda menos aprenderemos sobre um computador, desmontando-o. Ou seja, a revolução em curso significa que a capacidade de entender as peças

essenciais do mundo em que vivemos, de trabalhar com elas e de empregá-las produtivamente tornou-se absolutamente dependente do domínio do conhecimento nelas inserido. Isto se aplica não apenas a computadores, relógios a quartzo ou automóveis modernos. Uma modesta semente de soja da Embrapa traz tanto ou mais conhecimento embutido do que esses equipamentos.

Mais do que nos impressionar por seus produtos e “milagres”, ou nos assustar por suas conseqüências, a revolução em curso deve nos preocupar, enquanto nação, por suas implicações políticas, econômicas e sociais. Os países cujas populações não alcançarem o nível educacional requerido para acompanhar e se adiantar a essa revolução estarão condenados a um atraso relativo crescente e a uma dependência política daquelas nações que dominam o conhecimento mais opressora do que qualquer outra que jamais se viu na história da humanidade. Não se trata de subjugação militar, visível nas forças de ocupação de uma potência estrangeira, ou econômica, perceptível nas limitações externas às opções de uma política nacional. Trata-se de uma subjugação completa, invisível e inescapável.

Avanço do conhecimento implica capacitar a sociedade para sobreviver e prosperar nessa nova era. É, assim, um magno desafio a ser enfrentado pela sociedade brasileira. Avanço do conhecimento deve ser entendido em dois sentidos complementares. No sentido da difusão horizontal, para toda a população, do conhecimento necessário para a vida moderna, e no sentido vertical, em profundidade, da capacidade de realizar pesquisa e desenvolvimento, e assim participar de forma ativa nas redes universais que operam na fronteira do conhecimento. Tanto no sentido do crescimento do número de brasileiros escolarizados, quanto no sentido de que o País tenha a capacidade de gerar o conhecimento e as aplicações necessárias para seu desenvolvimento social e econômico. Apenas operando em conjunto, os dois movimentos poderão assegurar a expansão da Ciência, Tecnologia e Inovação em ritmo e qualidade compatíveis com as exigências e desafios a serem enfrentados nas próximas décadas. Os dois processos são, portanto, complementares e se reforçam mutuamente. Por

exemplo, para educar bem e para educar os educadores, são necessários quadros qualificados. Esta qualificação está indissociavelmente associada a boas universidades e centros de pesquisa. Para haver quadros qualificados receptivos à inovação, na quantidade requerida, é preciso que a educação seja estendida ao maior número possível de brasileiros e que os talentos com a vocação para o trabalho intelectual tenham a oportunidade de acesso à educação, independentemente de sua origem social. Trata-se, portanto, de colocar em movimento e reforçar este círculo virtuoso de avanço do conhecimento, que é a base da criação de uma sociedade do aprendizado brasileira, nacional na sua cultura, universal no seu conhecimento.

Um dos elementos fundamentais do avanço do conhecimento é a formação de uma comunidade capacitada a buscar, no imenso reservatório de conhecimento e talentos disponíveis, aquelas informações e pessoas detentoras de conhecimentos, com capacidade de fazer escolhas tecnológicas e selecionar informações que permitam a rápida solução de problemas de interesse nacional. Esses interlocutores são a chave para o posicionamento estratégico do Brasil no cenário competitivo internacional nos anos a vir, seja de seu setor privado, seja de seu setor público. Assim, o avanço do conhecimento no País não significa buscar uma posição autárquica e de auto-suficiência em um mundo globalizado. Significa, ao contrário, a inserção do Brasil na comunidade mundial em condições de igualdade e de competitividade.

As assim chamadas sociedades do aprendizado ou do conhecimento dos países avançados se destacam pelo papel central que nelas ocupa o avanço do conhecimento. O alto investimento na pesquisa, o crescimento do número de professores, engenheiros, téc-

Quadro 2 Química

Nos anos setenta, Giuseppe Cilento (USP e Unicamp) propôs a existência de uma “Fotoquímica e Fotobiologia sem Luz”, ou seja: compostos metabolicamente importantes geram radicais livres, que por sua vez produzem moléculas em estado excitado capazes de produzir importantes fenômenos biológicos. Essa idéia muito original foi detalhadamente explorada pelo grupo de Cilento e, mais tarde, por numerosos pesquisadores na Europa e Estados Unidos. Os seus conceitos básicos foram assimilados pela comunidade científica mundial, gerando intensa atividade de pesquisa e dando nova compreensão sobre a toxidez do oxigênio e sobre a importância de dioxetanos e peróxidos. Essa atividade prosseguiu, depois da morte de Cilento, conduzida por alguns dos seus discípulos, em particular Etelvino Bechara e Ohara Augusto. O primeiro tratou com sucesso de problemas de bioluminescência e de mecanismos de inflamação, fazendo também uma bem-sucedida incursão tecnológica ao demonstrar mecanismos de dano biológico às tintas automobilísticas. A segunda tem desenvolvido e explorado as descobertas de Cilento no estudo de várias patogêneses. O grupo formado por Henrique Bergamin, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Piracicaba) nos anos setenta, inventou e desenvolveu uma nova tecnologia analítica, a “*flow-injection analysis*” (FIA), que hoje é adotada em laboratórios de muitos tipos, em todo o mundo.

FIA é uma tecnologia muito adequada às necessidades da pesquisa agrícola e ambiental, ao diagnóstico clínico, ao controle industrial e a quaisquer situações em que seja necessário executar grandes números de análises químicas, para gerar os dados primários necessários à solução de algum problema científico ou tecnológico em situações complexas. Esta tecnologia se ramificou em um grande número de tecnologias específicas, com um impacto facilmente verificado: o *Web of Science* registra hoje mais de 4300 referências a trabalhos sobre FIA.

Um problema chave, hoje, é o da criação de nanoestruturas funcionais, utilizando conceitos de supramoléculas, auto-ordenamento e compartimentalização. Este trabalho é a resposta ao desafio de se construir estruturas de dimensões muito inferiores às da atual microeletrônica, para com elas construir dispositivos funcionais (optoeletrônicos, microeletrônicos, biomédicos) e materiais estruturais que explorem propriedades revolucionárias, como a superplasticidade de nanopartículas. O sucesso no domínio desta propriedade poderá gerar uma nova revolução tecnológica na fabricação de materiais estruturais e objetos de uso geral, tão grande quanto foi a revolução causada pela introdução dos plásticos, no século XX.

nicos, cientistas e pesquisadores, inclusive com a incorporação de cientistas estrangeiros, a organização de grandes programas científicos e tecnológicos mobilizadores, a existência de numerosas e importantes empresas de base tecnológica são aspectos que refletem a busca seletiva dessas sociedades por liderança no progresso do conhecimento.

Mudanças no perfil ocupacional e educacional da força de trabalho, crescimento e diversificação da educação e ampliação do ensino em todos seus níveis, valorização das profissões pedagógicas, técnicas e científicas, definição de prioridades para o avanço do conhecimento são alguns dos aspectos centrais das sociedades do conhecimento que necessitam ser incluídos, inadiavelmente, na agenda da sociedade brasileira.

Quadro 3

Uma conquista invisível na Agropecuária

O aumento da produtividade e qualidade sempre foi desafio para a pesquisa agropecuária brasileira. Mas não o único. Tecnologias destinadas à agricultura, à pecuária e ao setor florestal brasileiro que permitissem a exploração em bases sustentáveis, e não predatórias, também exigiram a atenção dos pesquisadores da Embrapa e dos seus parceiros. A qualidade ambiental garantida pela pesquisa na produção agropecuária e florestal ainda não pôde ser mensurada de forma efetiva. No entanto, diversos exemplos indicam que o agronegócio saiu ganhando.

Pesquisadores aderiram a uma idéia simples: o controle de uma praga (doença, inseto ou planta daninha), usando seus próprios inimigos naturais. O uso do controle biológico, em vez de inseticidas químicos. Opção importante em um país que despeja por ano mais de 260 mil toneladas de agroquímicos nas lavouras e onde o consumo de praguicidas cresceu 44% em dez anos. Tecnologias brasileiras nessa área estão sendo adotadas no Brasil e em outros países.

É o caso do controle da mosca-da-carambola, capaz de dizimar pomares inteiros. O controle biológico da praga, desenvolvido pela EMBRAPA, está sendo adotado pela França. Pesquisadores da empresa já liberaram aqui seis milhões de vespas *Diachasmimorpha longicaudata* para controle da mosca, que ataca mais de 30 tipos de frutas. Com apenas alguns milímetros de comprimento, a vespa é capaz de parasitar a mosca, que no Brasil, caso chegasse à região Nordeste, por exemplo, seria capaz de comprometer a exportação de frutas e causar prejuízos da ordem de centenas de milhões de reais.

A lagarta-da-soja pode ser controlada pelo uso do Baculovírus Anticársia, um método totalmente natural desenvolvido pela Embrapa e tão eficiente quanto os inseticidas químicos. O baculovírus é produzido de lagartas contaminadas por vírus que, após maceradas, são diluídas em água e pulverizadas na lavoura. Desde o seu lançamento, em 1983, o baculovírus já foi aplicado em mais de 10 milhões de hectares, proporcionando uma economia superior a U\$100 milhões em agrotóxicos, o equivalente a mais de 11 milhões de litros de produtos químicos que deixaram de ser jogados na natureza.

A pesquisa da bióloga Johanna Döbereiner teve importância fundamental para a descoberta da fixação biológica de nitrogênio, hoje empregada em culturas como o feijão, a ervilha e principalmente a soja, com significativas vantagens econômicas e ambientais para a agricultura brasileira. Por implicar menores custos de produção e por estar associada ao melhoramento genético, a cultura da soja, antes restrita ao clima temperado do Sul do País, estendeu-se para regiões tropicais, que hoje contribuem para a maior parte das 30 milhões de toneladas anuais que produzimos. A fixação biológica promove a economia de fertilizantes nitrogenados em uma área de aproximadamente 12 milhões de hectares, o que reduz significativamente a importação de adubos nitrogenados, altamente demandantes de insumos em seu processo de produção, como energia e petróleo. Estima-se que a economia com o uso dessa tecnologia, somente na cultura da soja, seja de U\$1,5 bilhões.

EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A sociedade do conhecimento exige que se estabeleçam programas de estímulo individual ao aprendizado contínuo e ao desenvolvimento de uma cultura científica e tecnológica. Nesse sentido, a educação para CT&I deve dirigir-se aos estudantes da educação básica, nos níveis infantil, fundamental e médio, das escolas técnicas, aos professores e aos administradores escolares, bem como a todos os cidadãos que necessitam de conhecimentos básicos e aplicados de CT&I, de modo a assegurar sua prosperidade, segurança, qualidade de vida e participação social.

O grande desafio está não apenas em tornar a educação relevante, mas em fazer atraente o processo educacional para mestres e alunos. No caso dos primeiros, a questão da formação profissional, ambiente de trabalho, remuneração e perspectivas de carreira são cruciais. Para os segundos, será preciso desenvolver métodos educacionais (textos, programas de computador, redes etc.) capazes de competir em atratividade, sem perder conteúdo, com os meios de comunicação de informação e entretenimento que fazem parte do universo das crianças e adolescentes de hoje. Para os adultos, terão de ser desenvolvidas metodologias apropriadas para sua realidade pessoal e disponibilidade profissional, tais como o ensino a distância, o treinamento no próprio local de trabalho ou a qualificação profissional visando renda e emprego. Terá papel determinante no processo o estabelecimento de atrativos e estímulos ao ingresso de



“As novas tecnologias ocuparão, certamente, um lugar central nos debates da próxima Conferência. Será imprescindível discutir, também, a atual formação universitária. Esta fica comprometida, inclusive, pelo déficit de 600 mil docentes para os ensinos primário e secundário, cuja solução exige um esforço análogo ao de uma economia de guerra.”

*Abilio Baeta Ilevés,
Capes*

jovens talentos no mercado de trabalho em CT&I, ou seja, a formação de pesquisadores tanto para as instituições públicas e privadas de pesquisa como para as empresas.

A educação para a CT&I deve propiciar condições para o indivíduo conhecer o mundo físico, biológico, humano e social, bem como desenvolver atitudes, hábitos e valores necessários para formar seres humanos solidários e criativos, capazes de pensar por si próprios e de interagir com o mundo físico e social de maneira responsável. Isto significa compreender a maneira científica de produzir conhecimento e as principais atividades humanas que têm moldado o meio ambiente e a vida humana, tais como agricultura, manufatura, materiais, fontes e uso de energia, comunicação, processamento da informação e tecnologia da saúde etc., bem como a responsabilidade ético-político-social dos que fazem Ciência, Tecnologia e Inovação.

No Brasil, têm sido feitos esforços nesse sentido que, no entanto, precisam ampliar sua magnitude e escopo. Cabe notar a experiência do Programa de Edu-

cação para a Ciência (SPEC), subprograma do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), e o Programa Pró-Ciências, da Capes. O SPEC apoiou cerca de 300 projetos, envolvendo mais de 45 mil professores de todos os níveis, em 55 cidades de 22 estados. Mesmo assim, a qualidade do ensino em geral continua sendo um grande desafio, particularmente no que diz respeito à importância que deve ser dada pelos currículos de ciências às relações entre Ciência, Tecnologia e sociedade, ao estímulo para a produção de pesquisa na área de ciência e matemática e, também à articulação das secretarias estaduais e municipais de Educação.

No CNPq, encontra-se em estruturação um programa de educação para a Ciência e Tecnologia. Tal programa deverá dirigir-se à educação para a ciência e tecnologia, entendida como o desenvolvimento de conhecimentos, atitudes e habilidades mentais que preparem o indivíduo para a carreira técnico-científica e para a sua inserção crítica no mundo. Alguns de seus objetivos: participar ativamente do processo de alfabetização científica e tecnológica de toda população; fortalecer a alfabetização científica e tec-

Quadro 4 **Divulgação Científica**

A compreensão pública do que é ciência constitui elemento fundamental na construção da cultura científica. Ela é complementar à educação para a ciência, na medida em que atua na informação ao público sobre os grandes temas da CT&I e suas implicações para a qualidade de vida.

Como os temas da divulgação científica e da educação para a ciência têm recebido atenção cada vez maior dos programas oficiais e das políticas públicas de CT&I, em vários países desenvolvidos, a tendência é que se multipliquem as formas de seu tratamento. No Brasil, embora a história da divulgação científica e do ensino para a ciência tenha começado mais tardiamente, já se pode reconhecer uma institucionalização importante, em uma atividade cuja tendência é organizar-se cada vez mais. Neste momento, a divulgação científica vem encontrando apoio nas políticas públicas de CT&I e

nas atitudes positivas da comunidade de cientistas e de jornalistas. Para consolidar essa atividade entre nós, algumas medidas são sugeridas, de modo a se constituírem em marcos de procedimentos programáticos para o setor:

- criar um programa nacional de divulgação da ciência e da tecnologia com o apoio das agências de fomento e dos fundos setoriais.
- incluir ao menos uma disciplina de jornalismo científico nas graduações de jornalismo.
- estimular a criação de cursos de pós-graduação em jornalismo científico, com caráter eminentemente multidisciplinar e multi-institucional, abertos a jornalistas e a cientistas.
- estimular as experiências de publicações em jornalismo científico, inclusive as eletrônicas.

nológica no sistema escolar, contribuindo assim para a melhoria no sistema educacional brasileiro; adequar e qualificar mão-de-obra e perfil dos profissionais das carreiras técnico-científicas, com vistas a elevar a produtividade interna; aprimorar formação e a capacitação dos profissionais de educação; proporcionar o avanço do conhecimento em educação.

Museus de Ciência

A educação científica e tecnológica deve ir além dos bancos escolares. Centros e museus de ciência permitem estender as oportunidades de educação, difusão e informação sobre Ciência e Tecnologia não apenas à população em idade escolar, mas a toda a população, como uma opção de lazer. O Brasil ainda tem muito poucos museus de ciência. Alguns exemplos: em Belém do Pará, o centenário Museu Paraense Emílio Goeldi e, no Rio de Janeiro, o Museu de Astronomia e Ciências Afins, ambos do MCT; em São Paulo, a Estação Ciência, criada pelo CNPq e hoje sob a responsabilidade da Universidade de São Paulo; em Porto Alegre, o Museu de Ciência e da Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica. Como parte da estratégia de avanço do conhecimento, é preciso, nos próximos anos, expandir substancialmente a rede desses centros de divulgação científica e integrá-la, de forma efetiva, ao processo de aprendizagem e alfabetização tecnológica das crianças e jovens brasileiros, e ao de educação tecnológica dos adultos.



Quadro 5

Matemática no Brasil: a premência de crescer

A matemática brasileira, sobretudo em suas linhas de pesquisa fundamentais, experimentou grande avanço nas últimas três décadas, a partir do trabalho pioneiro de poucos, mas excelentes, cientistas. Criaram-se ambientes de efervescência científica de padrão crescentemente elevado, ao mesmo tempo em que crescia a participação de jovens e de matemáticos experientes. Ela hoje desfruta uma nítida posição de destaque dentre os países em desenvolvimento, passando o País a fazer parte do grupo III na classificação da União Internacional de Matemática ao lado da Austrália, Bélgica, China, Hungria, Índia, Holanda, Polônia e Espanha. Isto é motivo de orgulho, mas sobretudo é estímulo para uma conquista ainda mais ampla e complexa: promover um avanço de nossa matemática em termos mais abrangentes, mas tão importantes quanto nossos anseios iniciais de desenvolver, aqui mesmo, pesquisas e formação de novos pesquisadores de primeira qualidade.

Os desafios que se apresentam são os da integração com outras áreas da ciência, do estímulo às aplicações ao setor produtivo e da questão fundamental da qualidade do ensino em todos os níveis. A premência de crescer torna-se, assim, indiscutível e, até mesmo, avassaladora.

A história do desenvolvimento da comunidade matemática no Brasil é relativamente recente. Nas primeiras décadas do século XX, com exceção de nomes isolados, a matemática brasileira estava inteiramente dissociada do panorama internacional. Algumas datas importantes: a criação da Faculdade de Filosofia da USP em 1934, a do CNPq em 1951 e a do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) em 1952. Apenas em meados da década de 60, artigos de matemáticos brasileiros começavam a aparecer com alguma frequência em boas revistas internacionais, embora grande parte dessas pesquisas fosse ainda realizada no exterior. O desafio fundamental de produzir novos resultados matemáticos no Brasil teve início com os primeiros programas de pós-graduação nos anos 60.

Apesar desse inegável sucesso, a possibilidade de uma expansão planejada da pós-graduação em matemática tem sido dificultada pela ausência de uma ampla compreensão de sua importância. Cresce também a preocupação com o ensino de matemática em todos os níveis, reconhecendo-se o papel que ela tem na formação de recursos humanos qualificados em todos os segmentos da sociedade. É preocupante a escassez de pessoal qualificado para atender não apenas à demanda do ensino tradicional, nos seus vários níveis, mas também àquela gerada pela evolução científica e tecnológica do país. Constata-se, hoje, que o número de profissionais pós-graduados existente está longe de atender à demanda do ensino, da pesquisa, do setor produtivo e do próprio governo.

A produção de mestres e doutores vem crescendo ao longo dos últimos trinta anos. Passamos da situação em que os pós-graduados eram formados no exterior para a de hoje em que todos os mestres e a maioria dos doutores são formados no País. No entanto, este crescimento ainda é insuficiente e está em descompasso com o avanço das necessidades acadêmico-científicas e com a própria dinâmica educacional.

Por exemplo, um exame dos dados referentes à matemática no ano de 1999 revela que foram formados apenas cerca de 200 mestres, assim mesmo se considerarmos áreas do conhecimento agregadas a matemática. Como existem 369 cursos de graduação em matemática, isto significa que foram disponibilizados, naquele ano, cerca de 0,5 novos mestres por curso de graduação, o que é altamente insuficiente em face da demanda atual. Este número é ainda muito mais preocupante quando observamos que, no mesmo ano, existiam no País 2004 cursos de graduação que exigem formação matemática (1360 em áreas de ciências exatas e da terra e 644 em engenharia e tecnologia).

A realidade revelada pelo Exame Nacional de Cursos (ENC-2000) e pelo Sistema de Avaliação do Ensino Brasileiro – SAEB apresenta uma situação extremamente preocupante no que concerne à formação matemática do cidadão brasileiro. No ENC-2000, realizado com graduandos de matemática, 88,2% dos participantes obtiveram, em uma escala de 0 a 10, conceito menor do que 2,24. Além disso, as melhores médias institucionais não ultrapassaram 6,1 na mesma escala. Isto é um indicador forte de que a formação oferecida nos 369 cursos de graduação em matemática está longe do ideal. Já os dados resultantes dos exames realizados pelo SAEB, nos anos 85, 97 e 99, revelam que os alunos da terceira série da escola média obtiveram notas na faixa 225 a 275 em uma escala de 0 a 500. Aqui o indicador fundamenta a hipótese de um ensino fundamental com grandes deficiências em matemática. Para mudar esse quadro, é necessária uma mobilização imediata da comunidade matemática na discussão de diretrizes para o ensino da matemática e na implementação de novos programas de aperfeiçoamento dos atuais professores e ampliação dos já existentes, tais como o Pró-Ciências. Se quisermos melhorar o nível do ensino de matemática nos primeiro e segundo graus, devemos agir sobre toda a cadeia, que inclui as licenciaturas e bacharelados, os mestrados e os doutorados.

Por outro lado, a ampliação do número de profissionais de matemática envolvidos com aplicações desta ciência ao setor produtivo e a outras ciências demanda uma formação atualizada, diferenciada e mais abrangente, bem como o incentivo a parcerias multidisciplinares em pesquisa e na solução de problemas originados na realidade socioeconômica do País.

A comunidade matemática brasileira analisou o quadro geral desta área no país e conscientizou-se da necessidade absoluta de um crescimento acelerado da mesma e dispõe-se a dar sua vigorosa contribuição para alcançar tal fim, aceitando a responsabilidade de propor soluções que possam ser a base para a definição de políticas e estratégias para solucioná-la e, posteriormente, contribuir para a implementação das mesmas.

O objetivo final é uma ação coordenada da comunidade dos matemáticos e das agências de fomento, para obter-se um salto significativo da matemática no País, tanto do ponto de vista da competência quanto do porte de sua comunidade e a conseqüente superação das deficiências aqui apontadas.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS PARA CT&I

A formação e capacitação de recursos humanos é fator crítico para o desenvolvimento. As nações que investiram de forma sistemática no fortalecimento e ampliação de capital humano atingiram patamares científicos e tecnológicos diferenciados que lhes permitiram tanto ampliar a base econômica quanto aprimorar indicadores de qualidade de vida.

Expansão do Ensino no Brasil

Os esforços brasileiros neste campo, nos últimos cinquenta anos, têm sido notáveis. No período mais recente, ao lado da expansão quantitativa e da ampliação da cobertura geográfica, a política educacional vem dando particular atenção para a superação de deficiências estruturais do sistema que comprometem a qualidade da educação. Temas como orientação acadêmica e pedagógica do ensino, capacitação de novos professores e atualização contínua do quadro funcional, capacidade de atender à crescente demanda por educação de qualidade em todos os níveis, avaliação de resultados, gestão operacional e pedagógica já estão sendo enfrentados, mas, ainda assim, por quaisquer critérios que se adotem, devem integrar a agenda para os próximos dez anos na área de educação.

Melhoria da Qualidade do Ensino

O aprimoramento e expansão quantitativa da rede de ensino fundamental no País já está ampliando



“O foco não pode ser nem a Tecnologia nem a Ciência. O foco deve ser a educação, o cidadão, a espécie humana, nos seus mais variados aspectos e vistos como partes essenciais de um processo de desenvolvimento mais amplo, do qual a educação tecnológica é apenas uma faceta.”

*Francisco Cesar Sá Barreto,
UFMG*

fortemente a demanda no ensino médio e até mesmo no nível superior, que terá grandes desafios ao longo da próxima década, como consequência da expansão dos demais níveis. De um lado, é necessário assegurar a contínua melhoria do padrão qualitativo do ensino, que, apesar do evidente progresso observado nos últimos anos, ainda está certamente aquém dos níveis desejados; de outro lado, é preciso capacitar o sistema de ensino médio e superior para absorver o aumento da demanda e responder às exigências educacionais da sociedade do conhecimento.

O Ensino Superior de Graduação

Existe enorme demanda não atendida de ensino superior no Brasil. Durante quase quinze anos, o número de inscritos no vestibular cresceu mais rapidamente que o número de vagas, e apenas no último quinquênio o hiato entre o número de candidatos e matriculados foi estabilizado. Em 1981, o número de candidatos inscritos para os vestibulares foi de cerca de 1,7 milhão, correspondendo a 125% do total de matriculados; em 1994, o número de candidatos foi de 2.2 milhões, 41% a mais do que o número de matriculados (1,7 milhão). Em 1999, o total de inscritos no vestibular alcançou 3.3 milhões, e a relação número de candidatos/número de matriculados não se alterou.

O fato é que, depois de quase uma década de estagnação, o número de matrículas no ensino superior voltou a crescer de forma acentuada no último quinquênio. Verifica-se que, em 1981, o total de matriculados em instituições públicas e privadas de ensino superior era de 1,4 milhão de estudantes. Em 1994, este número era de 1,7 milhão (dos quais 41,6% em instituições públicas), tendo saltado para 2,4 milhões em 1999 (35% do total). Observa-se, portanto, um crescimento vigoroso do sistema privado (58,1% entre 1994 e 1999), embora o sistema público também tenha crescido 20,5% no mesmo período. Neste período, destacou-se a elevação da oferta de vagas pelo ensino privado (70,3%), bem superior ao crescimento da oferta nas universidades públicas (23,2%), o que levou a participação do primeiro a 75,6% do total das vagas oferecidas em 1999 (Tabela 1).

Expansão do Ensino Privado

A expansão do sistema privado vem permitindo não apenas a absorção de parte do crescimento da demanda, mas também a maior capilaridade da rede de escolas superiores, alcançando inclusive cidades de pequeno e médio porte do interior do País. Ao mesmo tempo, impõe aos gestores do sistema o enorme desafio de assegurar a prestação de serviços de

Tabela 1: Matrículas por Dependência Administrativa

Ano	Total	Público	%	Privado	%
1994	1.661.034	690.450	41,6	970.584	58,4
1995	1.759.703	700.540	39,8	1.059.163	60,2
1996	1.868.529	735.427	39,4	1.133.102	60,6
1997	1.945.615	759.182	39,0	1.186.433	61,0
1998	2.125.958	804.729	37,9	1.321.229	62,1
1999	2.377.715	833.093	35,0	1.544.622	65,0
Taxa de Cresc. 94-99	43,1%	20,7%		59,1%	

Fonte: INEP - Censo do Ensino Superior, 1999.

qualidade compatível com as exigências da sociedade contemporânea e com a própria realidade econômica das famílias brasileiras. Impõe, ainda, o desafio de integrar o sistema privado com as atividades de pesquisa e de formação de recursos humanos de alto nível, para atender à crescente demanda do próprio mercado de trabalho por esse tipo de profissionais.

Apesar desse aumento, o total de matrículas, quando comparado à população brasileira na faixa etária de 18 a 24 anos, ainda representava uma proporção baixa, no final da década passada (10% no ano de 1998).

O estudo “Resultados e Tendências da Educação Superior no Brasil” (INEP, 2000) confirma a aceleração do ritmo de matrículas na graduação, tal como mencionado acima, a melhoria global dos indicadores de eficiência e produtividade do sistema – evidenciada pelo aumento do número de concluintes, melhoria da relação entre o número de concluintes e o número de ingressantes, aumento do número de alunos por professor e de aluno por funcionário –, a melhoria da qualificação docente e a expansão e consolidação dos programas de pós-graduação nas instituições de ensino superior públicas.

Avaliação do Ensino Superior

Está sendo implantado no Brasil um sistema de avaliação geral das instituições de ensino superior, nos moldes da que já pratica a Capes há mais tempo para os programas de pós-graduação. Os resultados ainda não permitem o diagnóstico qualitativo completo de todos os cursos, mas são suficientes para sustentar a visão de que o sistema ainda é desequilibrado e de que, ao lado de instituições de nível acadêmico elevado – principalmente as públicas –, convive um con-

junto que ainda precisa melhorar, de forma substancial, para atingir os padrões de qualidade que o MEC vem fixando como parte do esforço de melhoria generalizada do ensino no Brasil.

Neste contexto, somente uma parcela dos cidadãos tem acesso à educação sistemática e de qualidade. A dificuldade com o modelo atual não está somente na existência de instituições de perfis diferenciados para atender à enorme e diversificada demanda. Reflete ainda, tanto problemas estruturais, que vêm se acumulando há décadas, como impasses típicos dos períodos de transformação acelerada e ruptura de paradigma, entre os quais a incerteza em relação à estratégia a ser seguida, à redefinição de funções e prioridades, resistência às mudanças, multiplicidade de interesses não necessariamente convergentes e assim por diante. Não se pode imaginar que os problemas possam ser superados por reformas educacionais, nos moldes da implementada pelo governo militar na década de 60. As instituições de ensino estão em processo de transformação, e o desafio da próxima década consiste, por meio do contínuo diálogo e debate envolvendo governo, instituições de ensino e sociedade em geral, levar adiante um amplo programa de ampliação quantitativa e qualitativa do sistema de ensino superior. Para isto será necessário, entre outras ações, superar a carência de projetos acadêmicos e pedagógicos para desenvolver metodologias e técnicas adequadas para resolver as grandes questões relacionadas com o atendimento quantitativo da demanda e com a qualidade da educação.

Plano Nacional de Educação

O Plano Nacional de Educação representa um passo neste sentido. Considerando-se que a população brasileira na faixa etária entre 18 e 24 anos é superior

a 20 milhões, o alcance da meta estabelecida no Plano Nacional de Educação prover, até o final da década, oferta de educação superior para, pelo menos, 30% da população na faixa etária de 18 a 24 anos demandará um esforço gigantesco de expansão da educação superior. Ou seja, estabelecer as condições para passar de 2 milhões de vagas para entre 4 e 6 milhões de vagas nos próximos cinco anos.

Um aspecto que chama a atenção é o crescimento acentuado da participação do segmento privado dos estabelecimentos de ensino superior no Brasil e a expansão, neste segmento, dos estabelecimentos isolados (escolas formadas muitas vezes por um ou dois cursos com única direção, sucedâneas de escolas secundárias). No total dos estabelecimentos de ensino superior isolados, as faculdades privadas representavam 60%, em 1996. Neste quadro, uma exigência crucial para o setor público é a definição de formas de regulação que garantam à população uma perspectiva de melhora contínua e substancial da qualidade da educação ofertada. Um passo inicial importante e inédito nessa direção foi dado com a institucionalização da sistemática atual de avaliação do MEC. Esta compreende os “Provões”, ou Exame Nacional de Cursos (ENC), cujo objetivo é a avaliação do desempenho dos alunos e a avaliação das condições de oferta de cursos de graduação. Esta ocorre mediante visitas de verificação realizadas por especialistas, que efetuam a avaliação dos cursos com respeito à qualificação do corpo docente, organização didático-pedagógica e instalações. A provisão de educação privada de qualidade requer, necessariamente, aperfeiçoamento dos mecanismos de avaliação, a fim de romper com o círculo vicioso da mediocridade que governa o funcionamento de muitas instituições de ensino superior: o estudante paga pelo diploma, e não pelo conhecimento e formação, e por isso

Quadro 6 Ensino de Engenharia

O período pós II Guerra Mundial pode ser considerado um marco de pujança da engenharia e seu importante papel de transformar o conhecimento em inovação. Essa “engenharia do conhecimento”, ocorrida de forma tão acelerada no último século, trouxe profundas modificações na visão do homem de si mesmo e na sua forma de viver e, conseqüentemente, no modo de produção.

Os resultados brasileiros em termos de inovação ou invenção são extremamente preocupantes, quando comparados aos de países desenvolvidos. Por exemplo, enquanto em todo o período de 1988 a 1996 houve a solicitação de 112.436 patentes no Brasil (a maior parte originária do Exterior), registraram-se 206.276 pedidos nos Estados Unidos, apenas no ano de 1996.

Esse quadro mostra a necessidade de mudança na formação do engenheiro. Hoje, a competitividade instalada na indústria e as exigências com o comprometimento ambiental e social requerem um perfil de engenheiro com capacidade para identificar as oportunidades para a inovação e que tenha, ainda, uma boa capacidade gerencial e de inter-relação pessoal. Em resumo, requer-se hoje do engenheiro uma formação mais abrangente e, ao mesmo tempo, de maior conteúdo científico, condições que não têm sido contempladas na maioria dos currículos brasileiros.

O Brasil forma cerca de 15 mil engenheiros por ano. Entretanto, a maior parte daqueles que permanecem na profissão têm geralmente uma formação que pouco os estimula à busca da inovação. Comparado aos países desenvolvidos, o Brasil apresenta um número de 6 engenheiros por mil trabalhadores da população economicamente ativa, contra 15 por mil na França e 25 por mil no Japão e Estados Unidos. Apenas 10% do alunado de graduação das universidades brasileiras está matriculado em cursos de engenharia, contra mais de 25% nos Estados Unidos. Esse quadro é um forte indicativo da desvalorização da profissão, conseqüência dos inadequados investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em infra-estrutura no País.

Em 1994, o Ministério da Ciência e Tecnologia, por intermédio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), criou o Programa de Desenvolvimento das Engenharias (Prodenge). O referido programa tinha como objetivo estruturar e modernizar o ensino e a pesquisa em engenharia. O Prodenge atuou mediante dois subprogramas complementares: a Reengenharia do Ensino de Engenharia (Reenge), e a criação de Redes Cooperativas de Pesquisa (Recope), envolvendo a interação entre universidades, institutos de pesquisa e empresas para a realização de atividades conjuntas de pesquisa, desenvolvimento experimental e engenharia. O saldo do Prodenge é muito positivo. O Recope, por exemplo, criou uma cultura de cooperação entre as escolas de ensino de engenharia no País, lançou as bases de importantes coalisões regionais dessas escolas e propiciou a criação de uma Rede Brasileira de Engenharia, uma infra-estrutura de telecomunicações que interliga as escolas de engenharia, facilitando interações e a realização de cursos à distância.

O Programa de Apoio ao Ensino e Pesquisa em Engenharia (Paepe) do MCT e MEC virá substituir o Reenge e continuar o esforço de reativação das engenharias no Brasil.

mesmo não exige a prestação de um serviço de boa qualidade. Ao contrário, quanto menor a exigência, melhor, pois mais fácil será a obtenção do título.

Com relação ao ensino superior público, o mesmo Plano Nacional de Educação coloca um desafio: ampliar a oferta de ensino público e assegurar um número de vagas nunca inferior a 40% do total. Isto implica a necessidade de quase dobrar a oferta de ensino superior por estabelecimentos públicos. Ainda que parte desse crescimento possa vir a ser atendido com a criação de novos estabelecimentos – inclusive em parceria da União com os estados, como indicado no Plano –, é inevitável que as universidades públicas promovam ampliação substancial de suas vagas, o que já está ocorrendo. O desafio, na universidade pública, é o de expandir o ensino e ao mesmo tempo melhorar sua qualidade sem comprometer o esforço, a qualidade e os resultados da pesquisa, que também devem ser potencializados.

A diversidade e a heterogeneidade de nosso complexo de educação superior devem ser consideradas como premissa fundamental quando se avança na construção de políticas dirigidas ao setor.

A Pós-graduação

A pós-graduação no Brasil constitui o cerne da pesquisa científica. É também a base de formação de pesquisadores para instituições de pesquisa e para empresas. Neste sentido, tem função estratégica na construção do futuro. Sob todos os aspectos – número de cursos, alunos, bolsas, produção científica –, o quadro da pós-graduação no Brasil, nos anos 90, foi de expansão. O número de estudantes matriculados na pós-graduação *stricto sensu* cresceu acima de 80%, ao longo da última década (ver capítulo 1 e



Tabela 2). O número de alunos de doutorado cresceu ainda mais rapidamente do que o de mestrado. Esta é uma das principais realizações da década de noventa, com poucas paralelas no resto do mundo.

A pós-graduação brasileira vem apresentando um nível de qualidade crescente e para isto contribuiu, de forma decisiva, o processo de avaliação instituído pela Capes, com a colaboração do CNPq e outras agências de fomento, e a participação da comunidade científica. Este processo e a resultante elevação do patamar de qualidade do ensino de pós-graduação no Brasil é exemplar do que se pode alcançar de forma participativa com perseverança e visão de futuro.

Bolsas de Formação

Um dos instrumentos mais importantes para a obtenção desses resultados tem sido a concessão de bolsas de formação. O número total de bolsas de mestrado e doutorado no País (Tabela 3), concedidas pelo conjunto das agências federais (CNPq e Capes), passou de menos de 10 mil bolsas/ano, em 1980 para mais de 30 mil/ano em 2000. Tomando-se apenas as bolsas de mestrado, vemos que, seu número, que era

de aproximadamente 8 mil em 1980, cresceu continuamente até 1994, quando atingiu seu ponto máximo com quase 22 mil bolsas, e vem se reduzindo desde então, tendo atingido o patamar de 17 mil bolsas em 2000. Já o número de bolsas de doutorado partiu de cerca de 1.300, em 1980, elevou-se continuamente durante todo o período, deu um salto expressivo em 1993, chegando a pouco mais de 8.500 bolsas, e manteve-se em uma trajetória de crescimento contínuo até 2000, quando atingiu seu ponto de máximo com 14 mil bolsas. Incluindo-se todas as agências estaduais, o número de bolsas de estudos de formação no país, atualmente vigentes, aproxima-se de 60 mil, segundo as informações do Prossiga captadas em maio de 2001. A prioridade dada às bolsas de doutorado reflete uma decisão da política educacional, para atender à demanda futura, com o objetivo de reforçar a oferta de recursos humanos de qualificação elevada, cuja formação requer anos.

Como reflexo da opção de abreviar o tempo de formação dos pesquisadores, acompanhando assim a tendência internacional¹, acentuou-se o direcionamento da concessão de bolsas ao doutorado, em especial pelo CNPq, que, em 2000, pela primeira vez em sua história,

Tabela 2: Alunos Matriculados em Cursos de Pós-Graduação (Brasil: 1987/1999)

Estudantes	1987	1990	1993	1996	1999
Estudantes de Mestrado	30.337	36.502	38.265	44.925	57.031
Bolsas (CNPq + Capes)	12.241	17.592	20.484	20.898	17.623
% Estudantes com Bolsa	40	48	53	46	31
Estudantes de Doutorado	8.309	10.923	15.569	22.004	29.985
Bolsas (CNPq + Capes)	3.876	5.076	8.575	11.618	12.881
% Estudantes com Bolsa	47	46	55	53	43
Titulados					
Mestrado	3.865	5.579	4.557	10.356	15.356
Doutorado	1.005	1.410	1.875	2.972	4.862

Fonte: Capes

Tabela 3: Papel das Bolsas no Apoio à Pós-Graduação: Bolsas de Mestrado e Doutorado Concedidas no País, por Agências Federais. Brasil: 1980-2000

Anos	Total		CAPES (1)		CNPq	
	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Doutorado
1980	8.653	1.372	6.190	887	2.463	485
1981	8.471	1.548	5.888	981	2.583	567
1982	8.475	1.706	5.301	1.108	3.174	598
1983	8.649	1.950	5.009	1.291	3.640	659
1984	9.172	2.224	5.273	1.449	3.899	775
1985	9.684	2.649	5.727	1.830	3.957	819
1986	10.180	2.961	5.980	2.048	4.200	913
1987	12.241	3.876	7.242	2.589	4.999	1.287
1988	16.048	4.664	10.221	3.251	5.827	1.413
1989	16.570	4.648	9.969	2.959	6.601	1.689
1990	17.592	5.076	9.658	2.938	7.934	2.138
1991	19.094	6.007	10.487	3.333	8.607	2.674
1992	18.702	6.739	10.393	3.734	8.309	3.005
1993	20.484	8.575	11.873	5.101	8.611	3.474
1994	21.684	9.718	12.267	5.706	9.417	4.012
1995	20.440	10.531	10.787	6.131	9.653	4.400
1996	20.898	11.618	11.280	7.034	9.618	4.584
1997	20.768	12.175	13.004	7.143	7.764	5.032
1998	18.632	12.623	12.376	7.418	6.256	5.205
1999	17.623	12.881	11.930	7.554	5.693	5.327
2000	17.251	14.016	11.679	8.158	5.572	5.858

Fonte: Capes/MEC.

Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - MCT; Cons. Nac. de Desenvol. Científico e Tecnológico - CNPq.

Nota: (1) Os dados informados, até 1994, referem-se ao número de bolsas concedidas; a partir de 1995, passam a indicar o número de bolsas para as quais foram pagas 12 mensalidades.

concedeu um número de bolsas de doutorado (5.858) superior ao de bolsas de mestrado (5.572).

Foi também uma opção deliberada de País constituir em suas universidades cursos de mestrado e

doutorado, distinguindo-se da prática adotada por outros países em desenvolvimento de utilizar-se maciçamente do recurso de enviar seus estudantes para centros estrangeiros. Evidentemente, para áreas do conhecimento consideradas prioritárias ou que

1 Um ponto essencial ao debate é a diferenciação dos sistemas de pós-graduação em sentido amplo e em sentido estrito. A tendência recente de crescimento desproporcional do número de mestres formados nos EUA, Canadá e países da Europa está associada, basicamente, aos chamados MBAs e similares. Referem-se muito mais a mecanismos de educação/formação continuada do que a instrumentos de consolidação da base da estrutura universitária e de pesquisa. Poucos países exigem ou mesmo reconhecem a necessidade de titulação em nível de mestrado para que se ingresse no programa de doutorado.

não sejam contempladas nos cursos de pós-graduação no País, o envio de estudantes brasileiros para o exterior é a solução mais adequada. De modo geral, a concessão de bolsas de estudo para doutorado-sanduíche e pós-doutorado foi priorizada, sobretudo a partir da primeira metade da década de noventa. Além de manter os vínculos científicos das instituições, pesquisadores e estudantes nacionais com o exterior, essa opção tende a incentivar a disseminação da capacidade científica no País, na medida em que os bolsistas tendem a ser mais experientes e a possuir vínculos institucionais mais estabelecidos. Além de incentivar o desenvolvimento e a disseminação de capacidade científica e de pesquisa no País, essa opção, complementada com a busca de soluções mais adequadas para a inserção produtiva desses pesquisadores, contribui para evitar a perda de profissionais mais capacitados para o exterior. Tendo em vista a rapidíssima evolução da CT&I nos países avançados, não se deveria excluir, metodologicamente, a possibilidade de expandir o número de bolsas de estudo no exterior em áreas selecionadas do conhecimento. Por outro lado, parece necessário que a sociedade

abra um debate no contexto das perspectivas da crescente demanda por recursos humanos qualificados por países avançados, definindo tanto políticas de fixação no País da mão-de-obra qualificada, como a intensificação de intercâmbio com o exterior como mecanismo de prevenção da fuga de cérebros.

Finalmente, vale mencionar ressalvas que são feitas quanto à queda da relação entre bolsas de mestrado e de doutorado, no Brasil. Esta filosofia contrasta com a tendência de países desenvolvidos, como os EUA e o Japão, onde a relação entre mestres e doutores formados é bem superior à do Brasil, mesmo tomando-se em consideração apenas o MA e o MSc (ou seja, desconsiderando-se o MBA). Leve-se em consideração também que a situação nesses dois países é radicalmente distinta da existente no Brasil. O argumento considera que a crescente sofisticação e complexidade da ciência moderna requer a formação de equipes organizadas em estrutura piramidal, incluindo pessoal treinado em diversos níveis, um ou dois líderes, poucos doutores e diversos mestres e técnicos qualificados com nível equivalente ao secundário.

Quadro 7

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Pibic

O Pibic nasceu em 1988, de uma iniciativa inovadora do CNPq, que visava estabelecer um contato mais estreito entre as instituições de ensino e as de pesquisa. Serve de instrumento para a formação para pesquisa de estudantes da graduação em todas as áreas do conhecimento. Dirige-se o programa ao aprendizado concreto de teorias e metodologias de pesquisa sob a orientação de pesquisadores mais experientes, buscando: i) *introduzir o aluno no mundo da pesquisa científica*, ou seja, deve estimulá-lo à continuidade dos estudos, garantindo frutos duradouros, introduzindo-o mais cedo na pós-graduação com melhores e mais rápidos resultados; ii) *estimular o pesquisador-orientador a formar equipes para a atividade científica*. Este aspecto da iniciação científica permite desenvolver e consolidar a investigação científica integrada à própria formação de colaboradores; iii) *propiciar à instituição um instrumento de formulação de políticas de pesquisa*. Isto é, a IC deve servir às instituições

como um incentivo à recomposição de atividades, capaz de conduzir a inovações no planejamento e na definição de linhas de pesquisa com vistas à identificação com o próprio perfil institucional.

Metas

- *de caráter substantivo (voltada para as expectativas relativas à identidade do programa)*. Nos próximos dez anos, o PIBIC deverá contribuir para diminuir em pelo menos dez anos a idade média atual de formação de mestres e doutores;

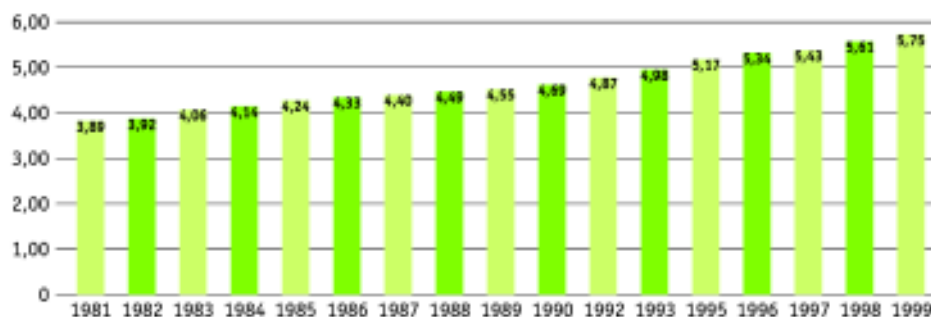
- *de caráter de política científica (forma de intervenção estratégica no planejamento do desenvolvimento regional equilibrado)*. O Pibic deverá contribuir para, na próxima década, diminuir as disparidades regionais na distribuição da competência científica no território nacional.

A indústria segue a mesma estrutura piramidal, contratando mais bacharéis, menos mestres e somente alguns doutores para posições de liderança. Portanto, a redução da porcentagem de estudantes de mestrado com bolsa poderia diminuir a capacidade da universidade de selecionar talentos e desfavorecer a formação de recursos humanos qualificados para a indústria, que prefere contratar mais mestres do que doutores.

O nível de escolaridade da população brasileira com um mínimo de dez anos de idade registra um crescimento muito lento desde 1981 (Gráfico 1). Em dezessete anos, a escolaridade média do brasileiro aumentou menos de dois anos. Em 1999, ela era ainda inferior a seis anos. Não há testemunho mais eloquente e doloroso do despreparo do país para os de-

safios da sociedade do conhecimento. Igualmente, não há desafio mais urgente a ser enfrentado para o avanço do conhecimento, caso se queira fazer da Ciência, Tecnologia e Inovação os motores do desenvolvimento do Brasil no século XXI. Será preciso que a sociedade e os poderes públicos dêem, à questão educacional, atenção constante e prioritária a toda uma geração. Só assim será possível acelerar o ritmo de crescimento da escolaridade média do brasileiro e começar a aproximá-la daquela dos países bem-sucedidos, em seu esforço de desenvolvimento social e econômico. Como já se indicou anteriormente, a escolaridade média da Coreia do Sul, por exemplo, é mais de duas vezes superior à brasileira. Cumpre ainda ressaltar que do indicador quantitativo não transparece a questão da qualidade dessa educação, outro fator crucial do desafio brasileiro.

Gráfico 1: Brasil: Média de Anos de Estudo da População em Idade Ativa (10 ou mais Anos de Idade), 1981/1999



Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD (microdados) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Notas: exclusiva a população rural de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá.

Nos anos de 1981 a 1990, o valor de 9 a 11 anos de estudo foi convertido para 10 anos de estudo e 12 anos ou mais de estudo foi considerado com 12 anos de estudo.

Nos anos de 1992 a 1999, 15 anos ou mais de estudo foi considerado com 15 anos de estudo.

Para o cálculo da média, não foram consideradas as pessoas sem instrução e com menos de um ano de estudo e os valores não determinados ou sem declaração.



PROFISSIONAIS E PESQUISADORES NA CONSTRUÇÃO DO FUTURO

A distribuição da educação no Brasil é tão desigual quanto a distribuição de riqueza, produzindo um círculo vicioso que alimenta a pobreza: o baixo nível de educação implica baixa produtividade, baixo nível de renda e exclusão social, que por sua vez limita o acesso à educação de qualidade e as possibilidades de ascensão social. Em 1999, no topo da pirâmide educacional, cerca de três milhões de brasileiros (menos de 2% da população) possuem emprego formal, muitos desses em ocupações científicas, técnicas e artísticas e de direção superior. As estatísticas mostram não apenas que as taxas de desemprego para os brasileiros com educação superior são bem inferiores à média geral, mas também que, entre 1985 e 1999, os ocupados em empregos formais, com educação superior, passaram de cerca de 9% para mais de 12% do total de empregados (Tabela 4).

Não obstante, a participação de cientistas e engenheiros nesse total é bastante limitada: em 1999, o número de cientistas e engenheiros (excluindo-se os profissionais de informática) somava cerca de 126 mil pessoas, o que representa apenas 0,5% do emprego formal no Brasil (ou 0,7%, se forem incluídos os profissionais de informática). Embora na primeira metade da década de noventa tenha se reduzido o número de cientistas e engenheiros, a partir de 1996 este número passou a apresentar tendência de crescimento, superando, no caso dos cientistas, o patamar observado em 1990. Ademais, merece destaque a



Tabela 4: Número de Ocupados Formais: Total e com Educação Superior, Brasil 1985/99 (em 1000 pessoas)

Ano	Total dos Ocupados (a)	Total dos Ocupados com Escolaridade Superior (b)	Percentual dos Ocupados com Nível Superior (b/a)
1985	20.492	1.845	9,0
1988	23.662	2.099	8,9
1991	23.011	2.205	9,6
1994	23.667	2.553	10,8
1997	24.104	2.725	11,3
1999	24.619	3.037	12,3

Fonte: *Relação anual das Informações Sociais (Rais)*, Ministério do Trabalho e Emprego, 1985-99.
Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores do Ministério da Ciência e Tecnologia.

grande expansão do número de profissionais de informática que, entre 1991 e 1999 variou quase 50%. Em comparação com indicadores equivalentes de países mais industrializados, no Brasil a participação desses profissionais no emprego é exígua. Nos países mais industrializados da OCDE, em 1998, a participação de cientistas e engenheiros no emprego variava entre 5% e 12% do emprego total.

A distância entre o Brasil e os países mais industrializados é determinada primordialmente pelo menor número de empregos desses profissionais nas empresas. A principal razão para isto é a relativamente reduzida atividade de P&D e engenharia realizada nas empresas brasileiras.

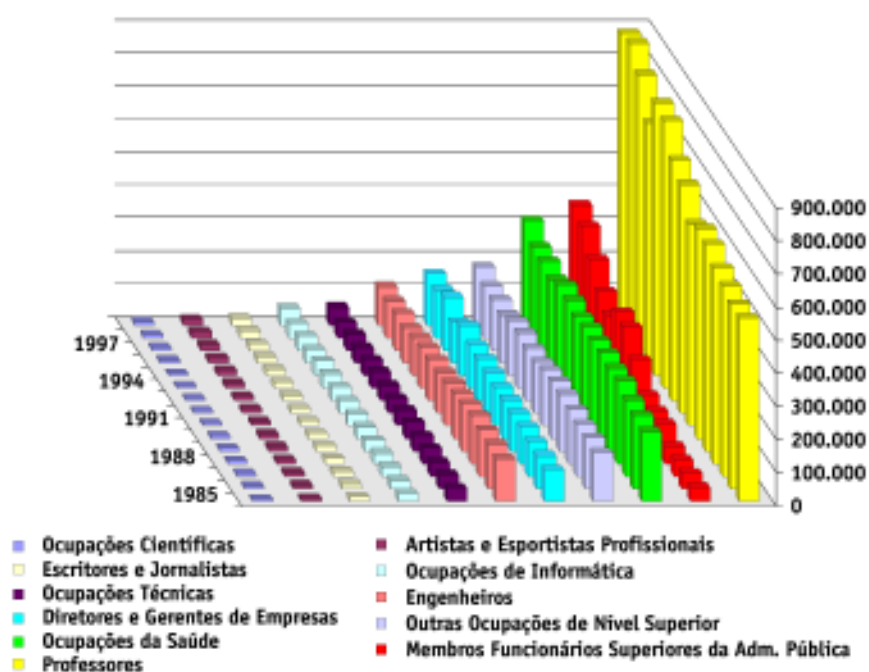
Os professores, os funcionários superiores da administração pública (incluindo pesquisadores), os profissionais da saúde e os profissionais de informática constituem as categorias que mais cresceram entre 1985 e 1997, entre os grupos que estão sendo aqui considerados (Gráfico 2). Os professores representam cerca de 40% do total dos profissionais de nível superior em ocupações científicas, técnicas e artísticas. Os professores do ensino superior somavam cerca de 135.000

indivíduos, em 1998, ou 15% do total de professores.

Se o significativo aumento no número e participação dos professores é um fato animador, o agravamento do já precário quadro de utilização de engenheiros e cientistas nas empresas merece atenção redobrada e a busca de instrumentos para superá-lo. A promoção do desenvolvimento de atividades tecnológicas nas empresas depende de um conjunto de políticas diretas e indiretas de incentivos. Vale lembrar que a reformulação das políticas de apoio à P&D em vários países (como a França, a Holanda, a Bélgica e a Austrália) tem incorporado mecanismos específicos de apoio à contratação de cientistas e engenheiros pelo setor privado.

No que concerne aos recursos humanos com alto nível de qualificação, as informações produzidas pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)², do IBGE, mostram que o número de pessoas com mestrado ou doutorado no Brasil passou de 157 mil em 1992, para 258 mil em 1999, das quais 224 mil eram economicamente ativas. Por seu turno, 221 mil estavam ocupadas em 1999. Logo, havia cerca de 3 mil pessoas com título de mestre ou doutor em situação de desemprego naquele ano. Isso corres-

Gráfico 2: Ocupação de Profissionais de Nível Superior, Brasil - 1985/1999



ponde a uma taxa específica de desemprego da ordem de 1,3%, contra 4,2% entre as pessoas com nível superior completo e 9,6% para o conjunto da população.

Esse mesmo levantamento permite outras verificações interessantes: em 1992, das pessoas ocupadas, 51% que freqüentaram regularmente cursos de mestrado ou doutorado, independentemente do fato de os terem ou não concluído, estavam empregadas no setor público. Destas, 55% estavam inseridas em atividades de ensino. Em 1999, observa-se que a proporção daquelas empregadas no setor público havia se reduzido para 45% e a parcela das que desenvolviam atividades educacionais havia passado para 53%. Deve-se considerar que este movimento foi

motivado tanto pela criação de novas oportunidades de ocupação no setor privado como pela aposentadoria e planos de demissão voluntária associados às reformas institucionais implementadas no setor público ao longo da década de noventa.

Assim, o setor privado está se tornando o principal empregador dos indivíduos de alta qualificação (segundo a PNAD, essa situação passou a se verificar a partir de 1998). Note-se que a expansão das oportunidades de emprego nesse setor não se explica apenas pelo crescimento das ocupações nos serviços de educação, uma vez que a proporção das pessoas de elevada qualificação que atuam nesse segmento específico manteve-se, em 1999, no mesmo patamar observado em 1992 (23%).

2 Por ser uma pesquisa amostral, a PNAD se ressentia de importantes limitações para realizar estimativas de eventos de baixa frequência, como os ora analisados. Portanto, as estimativas aqui apresentadas devem ser tomadas com reservas, especialmente aquelas em números absolutos. Porém, a série temporal que se obteve apresenta um comportamento consistente, sugerindo que sua amostra não apresentou variações expressivas no período no que tange a esse aspecto.

Tabela 5: Brasil: Distribuição dos Grupos de Pesquisa segundo as Regiões Geográficas - 2000

Região	Grupos	%
Sudeste	6.733	57
Sul	2.317	20
Nordeste	1.720	15
Centro-Oeste	636	5
Norte	354	3
Brasil	11.760	100

Entre as informações coletadas estão as referentes ao número de pessoas com nível superior que atuam em atividades de P&D no interior das empresas. Seus primeiros resultados indicam que há no País cerca de 12.200 pessoas nessa situação, distribuídas em 1.800 empresas, das quais 65% estão localizadas no estado de São Paulo.

A Base de Pesquisadores Empregada no Brasil

De acordo com o último levantamento do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (2000), do CNPq, 224 instituições forneceram informações sobre 11.760 grupos de pesquisa nos quais trabalham 48.781 pesquisadores, sendo 27.662 com título de doutor.

A distribuição geográfica dos 11.760 grupos de pesquisa é fortemente concentrada na região sudeste, conforme demonstra a Tabela 5. São 6.733 grupos localizados nesta região, seguindo-se a região Sul com 2.317 grupos, a Nordeste com 1.720, a Centro-Oeste com 636 e a região Norte, com apenas 354.

O estado de São Paulo abriga 3.645 grupos, seguido do estado do Rio de Janeiro, com 1.922. Essas duas unidades da Federação, mais o Rio Grande do Sul e Minas Gerais, abrigam dois terços da atividade de pesquisa quando medida pelo número de grupos. Univer-

sidades, escolas isoladas e institutos de pesquisa com atividade de pós-graduação detêm 89,6% do total dos grupos. Estes números refletem a consolidação da pós-graduação na institucionalização da pesquisa no Brasil, fato que foi reforçado nas duas últimas décadas pela continuidade dos programas de bolsas de estudo, mesmo nas fases mais difíceis e de maiores cortes do gasto público no setor. Também é muito concentrada a atividade de pesquisa no Brasil do ponto de vista institucional. Dezesesseis instituições, que perfazem 7% do total de instituições inventariadas, abrigam metade dos grupos de pesquisa.

Tomando-se as grandes áreas, a percentagem de doutores varia de 68,4%, nas ciências exatas e da Terra, a 45,8%, nas ciências humanas. Entre as áreas do conhecimento, há 11 com mais de 70% de pesquisadores doutores. Dessas, seis pertencem às ciências biológicas (biofísica, bioquímica, fisiologia, farmacologia, morfologia e imunologia), quatro às ciências exatas (astronomia, matemática, física e química) e a restante cabe à engenharia civil. A astronomia e a matemática lideram o *ranking* de titulação, respectivamente com 85% e 83% de doutores. No que se refere às grandes áreas, a distribuição dos grupos é mostrada na Tabela 6.

Tabela 6: Brasil: Distribuição dos Grupos de Pesquisa segundo a Grande Área de Conhecimento Predominante de suas Atuações - 2000

Grandes Áreas do Conhecimento	Grupos de Pesquisa	%
Ciências da Natureza	3.638	31
Engenharia e C. da Computação	1.826	16
Ciências Exatas e da Terra	1.812	15
Ciências da Vida	4.904	42
Ciências da Saúde	1.832	16
Ciências Biológicas	1.720	15
Ciências Agrárias	1.352	12
Humanidades	3.218	27
Ciências Humanas	1.711	15
Ciências Sociais Aplicadas	930	8
Linguística, Letras e Artes	577	5
Totais	11.760	100

Fonte: CNPq, Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil

Quadro 8 A Fábrica do Futuro

As técnicas de fabricação de que dispomos são ainda muito primitivas, se comparadas àquelas da natureza. O fio de uma teia de aranha, por exemplo, tem a resistência de um fio de aço do mesmo diâmetro, mas é muito mais flexível. A produção do fio de aço exige uma seqüência complexa e custosa de fabricação. Da extração do minério de ferro até o produto final, o processo de fabricação é caro, demorado, consome uma quantidade enorme de energia e é altamente poluente. Comparemos esta seqüência de etapas de fabricação com a simples produção do fio da teia de aranha: silencioso, limpo e eficiente. Qual a diferença? A glândula da aranha que produz o fio manipula quase que diretamente os átomos que constituem suas moléculas. Ela emprega uma técnica de fabricação extremamente sofisticada, manipulando a matéria de “baixo para cima”, isto é, dos átomos e moléculas invisíveis para o produto final, visível. Esta técnica é aquilo que os cientistas chamam de nanofabricação: a montagem de materiais e dispositivos átomo por átomo, molécula por molécula. Já nossas técnicas metalúrgicas, herdadas da antigüidade e aperfeiçoadas pela ciência mais recente, são extremamente cruas e manipulam a matéria, por assim dizer, de cima para baixo, do visível (material) para o invisível (átomos). A ciência moderna ambiciona, cada vez mais, imitar a aranha em lugar de imitar a forja de Plutão, o mítico deus da antigüidade que forjava metais em meio ao barulho e calor de sua siderúrgica primitiva.

As máquinas do futuro empregarão mais componentes miniaturizados e materiais produzidos por técnicas que se aproximarão, progressivamente, daquelas empregadas pela natureza, por exemplo, na “produção” de uma formiga. A formiga é uma pequena “máquina” que se autoconstrói, dotada de sensores químicos e eletromagnéticos poderosos, atuadores mecânicos potentes, capaz de se locomover e identificar onde precisa atuar para conseguir os resultados desejados. Mesmo nossas melhores máquinas são ainda primitivas, se comparadas à sofisticação de uma formiga, e precisam ser construídas com enorme paciência e alto custo. Como na produção da formiga, o objetivo da nanofábrica do futuro é produzir máquinas que se autoconstruam, que se montem e se reparem sozinhas.

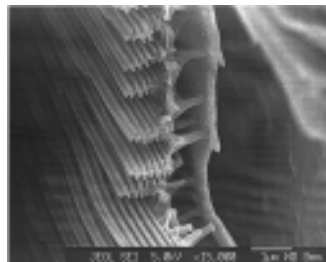
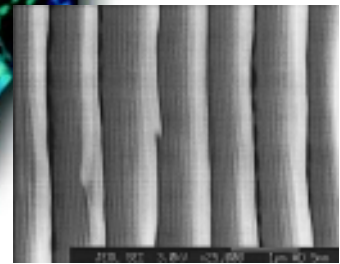
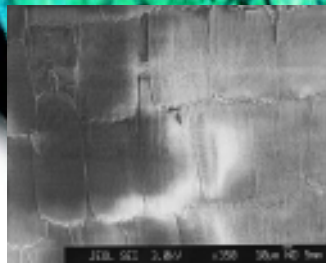
Para chegar lá, o nosso conhecimento da natureza ainda precisa avançar muito. Pesquisas multidisciplinares em física, química, biologia, engenharia de materiais, computação, matemática serão necessárias para que os processos de manufatura de artefatos humanos se aproximem em eficiência ao uso de matérias-primas e energia, na preservação do meio ambiente e na engenhosidade daqueles empregados pela natureza na produção de seres vivos. As próximas décadas prometem ser fascinantes na busca de soluções para esses problemas.



O segredo da asa da borboleta

De onde vem a cor azul da asa da borboleta? Esta cor é produzida por uma intrincada grade de difração tridimensional formada por estruturas muito pequenas (inferiores a um milionésimo de milímetro), que não se sabe reproduzir artificialmente.

A compreensão deste fenômeno envolve biologia, engenharia de materiais, óptica e, ao mesmo tempo em que satisfaz a curiosidade sobre um bellissimo fenômeno natural, dá indicações sobre como produzir novos materiais artificiais com propriedades ópticas inovadoras.



AVANÇO DO CONHECIMENTO

A pesquisa acadêmica tem a insubstituível função de acompanhar e expandir a fronteira do conhecimento, além de treinar jovens para a atividade de prospecção, absorção e difusão do conhecimento.

Em 2000, a produção científica brasileira, medida pelo número de artigos científicos e técnicos publicados e indexados no *National Science Indicators*, chegou a 9.511. Enquanto na década de oitenta o crescimento da produção científica foi da ordem de 88%, na década de noventa essa taxa subiu para cerca 150% (Gráfico 3). Não apenas cresceu a participação da produção brasileira na produção mundial de conhecimento, como vem crescendo mais rapidamente do que o conjunto da América Latina e do mundo. Também a citações de artigos brasileiros cresceram aceleradamente nas últimas duas décadas: passaram de pouco mais de 14 mil entre 1981 e 1985, para quase 85 mil entre 1996 e 2000.

O desempenho da produção científica brasileira suscita uma reflexão sobre o papel da ciência básica no processo de desenvolvimento da CT&I. Nos anos recentes, tem crescido sobre o sistema de CT&I a pressão por resultados, os quais tendem a ser confundidos com aplicações práticas e rentáveis dos produtos das pesquisas. Argumenta-se com frequência que os países em desenvolvimento não têm condições de competir com os desenvolvidos na geração de novos conhecimentos, já que estes consomem re-

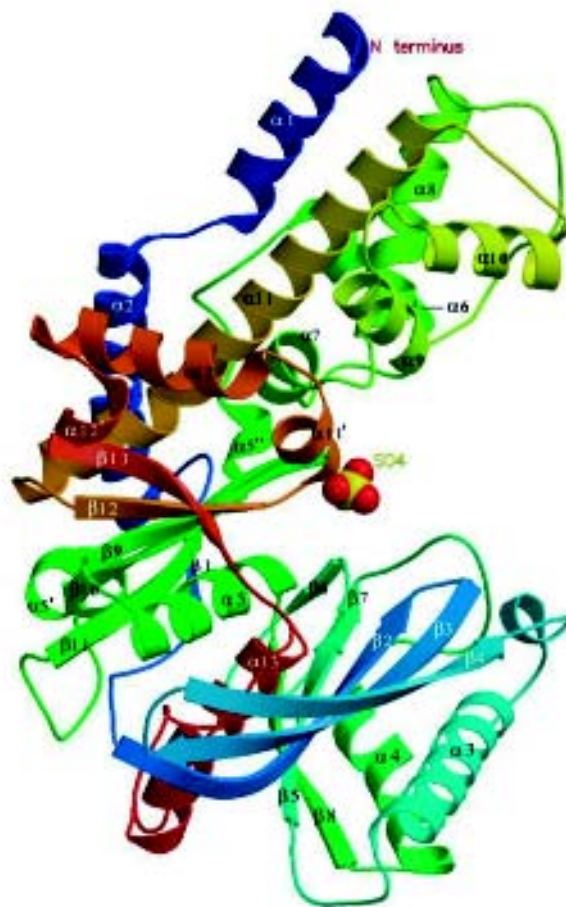
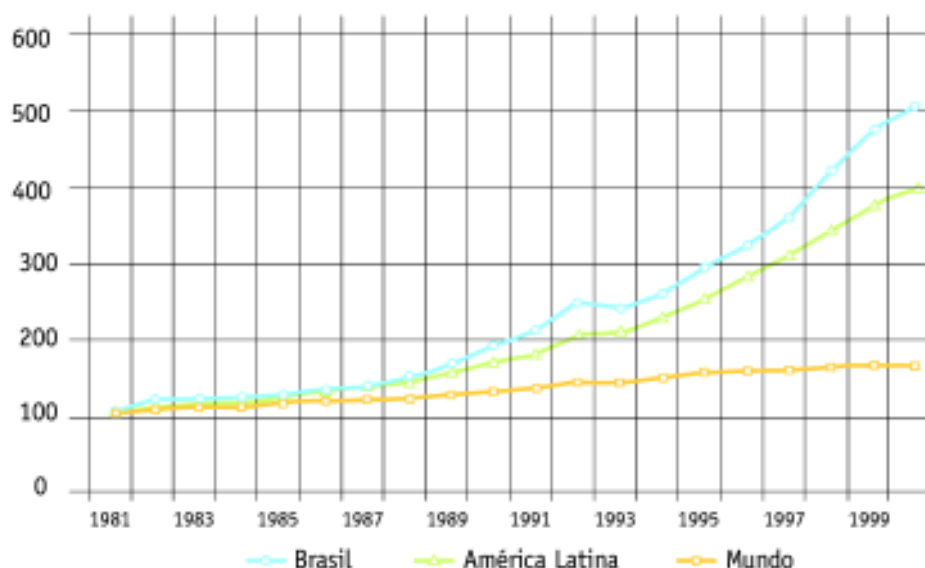


Gráfico 3: Índice do Número de Artigos Publicados em Periódicos Científicos Internacionais, Brasil, América Latina e Mundo, 1981/2000



(Base 1981 = 100)

Fonte: Institute for Scientific Information. National Science Indicators.

Elaboração: Coordenação de Estatística e Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia.

curso consideráveis, sem garantia de resultados concretos e no curto prazo.

Refletindo esta situação, os sistemas de financiamento e apoio à CT&I tendem a priorizar as chamadas pesquisas de resultados, deixando de tratar a questão das relações e interseções cada vez mais crescentes entre a geração e apropriação do conhecimento. A questão que se coloca é como incentivar a pesquisa em geral e ampliar e otimizar as oportunidades de geração de conhecimentos úteis à sociedade. Não se pode esquecer, também, o papel estratégico reservado a um corpo de engenheiros e pesquisadores brasileiros de classe mundial, capazes de realizar uma interlocução de igual para igual com seus pares dos países avançados, no acompanhamento de progres-

so importantes para o país, na prospecção científica e tecnológica, na negociação de tecnologias e na defesa do interesse nacional nos foros internacionais.

A formulação das Diretrizes Estratégicas para o avanço do conhecimento, em especial a determinação de prioridades para a indução de pesquisas em áreas básicas, deverá ser objeto de discussões com os vários segmentos da comunidade científica e outros agentes que detêm o conhecimento especializado necessário para formulá-las. Iniciativas neste sentido já estão sendo tomadas pelo MCT e CNPq, por exemplo, no campo da biotecnologia, da oceanografia, da nanotecnologia, entre outros. Estudos prospectivos periódicos das áreas de pesquisa; avaliações frequentes pelos pares, inclusive pela comuni-

dade internacional, dos resultados obtidos em programas de indução; abertura para o surgimento de novos domínios do conhecimento, em particular, as chamadas áreas “interdisciplinares”; todos esses são elementos bem conhecidos do processo de definição de Diretrizes em países avançados cientificamente e que estão sendo crescentemente seguidos no Brasil. A riqueza e complexidade do sistema de pesquisa básica no País não recomenda que tais prioridades sejam explicitadas no âmbito de um documento geral como este, o que não significa que a importância de sua discussão não seja reconhecida.

Neste contexto, a demanda espontânea dos cientistas e pesquisadores não pode ser olvidada, como salvaguarda às limitações do planejamento, definição e escolha de prioridades. O atendimento a essa demanda atinge dois objetivos: acolhimento de temas e oportunidades relevantes que não tenham sido identificados no planejamento induzido; abertura de espaço para o desenvolvimento de temas e problemas tecno-científicos determinados pela lógica interna das disciplinas científicas, inclusive com vistas a viabilizar o acompanhamento do progresso da ciência e da tecnologia.

Quadro 9 Genética moderna no Brasil

A maneira como a natureza do processo da hereditariedade veio a ser desvendada nos últimos duzentos anos constitui uma história ex traordinária do progresso científico. Em uma sucessão empolgante, os biólogos descobriram que as instruções da herança seguem regras específicas de transmissão, residiam nos cromossomos contidos no núcleo, eram guardadas na molécula de DNA, eram escritas em um preciso código genético e poderiam ser lidas na íntegra para especificar a forma e função de um organismo.

A genética como ciência começou no Brasil por iniciativa de André Dreyfus, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Dreyfus conseguiu trazer para São Paulo, na década de quarenta, um renomado geneticista, T. Dobzhansky, que havia trabalhado na equipe de Morgan, um dos fundadores da genética moderna, no início do século passado. Dobzhansky estava interessado em estudos de populações naturais de *Drosophila* das florestas tropicais. Genética de população, usando o modelo *Drosophila*, era a área de interesse de Dobzhansky, e o material novo que lhe caía às mãos permitia-lhe antever o alcance de um estágio competitivo, apesar de estar no Brasil. De fato, entre 1949 e 1955 muitos artigos foram publicados com repercussão significativa. Vários pesquisadores brasileiros se beneficiaram da longa permanência (cerca de dois anos) de Dobzhansky no País, entre eles, C. Pavan, A. Brito, A. Cordeiro, E. Magalhães, F. Salzano e N. Freire- Maia.

Muitos continuaram a sua linha, mas outros procuraram novos caminhos. Pavan, com M. Breuer, iniciou estudos em cromossomos politênicos de *Rhynchosciara angelae*. As propostas sobre “puffs” de DNA abriram caminho para o início da biologia molecular no Brasil e tiveram na época grande repercussão internacional. N. Freire- Maia e F. Salzano mantiveram-se na genética de população, mas migraram para a área de genética humana. Pedro Henrique Saldanha foi outro nome que se destacou nesta área.

Uma vertente adicional da genética brasileira iniciou-se com a vinda do pesquisador alemão F.G. Brieger para a Esalq, da USP, em Piracicaba, em 1936. W. Kerr iniciou sua carreira influenciado pela escola de Brieger, assim como E. Paterniani e A. Blumenschein, estes na área de melhoramento genético, tópico que introduziram como tema de pesquisa na Embrapa. Alcides de Carvalho teve, reconhecidamente, enorme impacto econômico trabalhando no Instituto Agrônomo de Campinas; sem o trabalho de Carvalho, a ferrugem teria acabado com o café brasileiro.

Na verdade, a genética molecular moderna se desenvolvia com grande fulgor na década de cinquenta, principalmente nos Estados Unidos e na França. Ela estava umbilicalmente ligada à genética de vírus e microrganismos, áreas até então pouco desenvolvidas no Brasil. É interessante que Brieger, percebendo esta defasagem, trouxe na década de sessenta para o Brasil um pesquisador famoso desta área, Demerec. Este sugeriu que os esforços não fossem dirigidos para bactérias e vírus, áreas muito competitivas, mas que fosse feito um esforço no sentido de se desenvolver genética de fungos. Como consequência deste aconselhamento, João Lúcio de Azevedo foi para o exterior se dedicar à genética de *Aspergillus*.

A genética de microrganismo foi a mola propulsora da biologia molecular moderna. Pode-se dizer que nós perdemos este bonde e que estaríamos fadados a não desenvolver a biologia molecular no nosso País. Porém, ela deu grandes saltos e suas amarras à genética de microrganismos se tornaram menos importantes do que a sua ligação com a bioquímica, biofísica, imunologia e biologia celular. O suporte para tudo isso passou a ser a tecnologia de DNA recombinante. Foi assim possível para o Brasil “queimar a etapa” da genética de microrganismos. Com o envio de um grande número de jovens para bons laboratórios do exterior e com o advento de vigorosos programas nas nossas agências de fomento, há sinais evidentes de que a biologia molecular e a genética molecular modernas estão se tornando áreas fortes de pesquisa no País.

Quadro 10

A Física brasileira: as duas últimas décadas e perspectivas

A física brasileira, como de resto a ciência no Brasil, expandiu-se e consolidou-se ao longo das últimas décadas. Em particular, há duas áreas importantes para as tecnologias modernas de computação e comunicação, a física de semicondutores e a óptica quântica e não-linear, onde o País formou grupos de qualidade internacional e contribuiu para o surgimento de novas empresas.

A partir do trabalho de um pequeno grupo de pesquisadores, no final dos anos sessenta, a física de semicondutores teve um significativo desenvolvimento, fazendo com que o País se capacitasse no crescimento e caracterização de materiais de grande interesse tecnológico. Isto se deu, especialmente, pela formação de recursos humanos qualificados, tanto em teoria quanto na parte experimental, e pela implantação de equipamentos sofisticados, baseados em técnicas, tais como epitaxia por feixe molecular (MBE) e deposição química de vapor organo-metálico (MOCVD), que permitem fabricar novos materiais a partir da manipulação de átomos. Com esta capacitação, o País tem condições para ingressar no campo da nanotecnologia, como também para explorar as fronteiras do conhecimento em materiais, o chamado “limite quântico”, quando as dimensões dos dispositivos se aproximam das dimensões dos próprios átomos.

Na óptica, houve grandes progressos na tecnologia de laser e fibras ópticas – onde o País desenvolveu sua própria tecnologia –, com importante impacto na indústria de telecomunicações e de equipamentos médicos e dentais. Quanto aos últimos, as realizações vão desde o desenvolvimento de equipamentos ópticos para uso em

odontologia até tratamento de tumores por fototerapia. Ao mesmo tempo, os avanços em pesquisa básica, relacionados ao armazenamento de átomos frios e à compreensão mais profunda do fenômeno de descoerência, representam passos fundamentais desde o campo de computação quântica até possibilidades na prospecção de petróleo.

Dentre as diversas atividades em curso que apresentam grande potencial, destacam-se aquelas em sistemas nanoestruturados, baseados na fabricação de dispositivos com dimensões menores ou da ordem de 100 nanômetros (bilionésimos de metro) – algo como o comprimento de uma cadeia de mil átomos. Mais do que a escala reduzida final, o aspecto verdadeiramente inovador está na capacidade que o homem adquiriu de manipular átomos, quer seja através de processos de deposição, quer por síntese supramolecular, permitindo assim que a estrutura e composição dos materiais possam ser controladas em escala nanoscópica. À medida que novos patamares de miniaturização são atingidos, torna-se também possível desenvolver máquinas menores e mais eficientes, com grande impacto sobre a indústria de computadores e robótica em geral.

Além dos aspectos práticos, os sistemas obtidos por meio da manipulação de átomos abrem novas fronteiras do conhecimento em ciência básica. Com efeito, com a redução de uma (ou mais) das dimensões até a escala nanométrica, surgem manifestações de efeitos quânticos, muitas das quais eram totalmente desconhecidas até recentemente. A busca de explicações para esses fenômenos deu origem, em vários casos, a novas idéias e conceitos em física.

Algumas das grandes conquistas da ciência e tecnologia no País se deram sob a égide do avanço do conhecimento. O sucesso de Oswaldo Cruz na erradicação da febre amarela deve-se aos resultados dos avanços da pesquisa básica aliados a uma visão social clara e focada. Da mesma forma, o êxito da indústria aeronáutica brasileira está intimamente ligado ao desenvolvimento de uma sólida base de conhecimento de ponta aplicado ao desenvolvimento de novas tecnologias, incorporados na formação e na pesquisa das instituições que alicerçaram seu desenvolvimento.

A falsa dicotomia entre criatividade científica e utilidade torna-se ainda mais vazia nos dias de hoje, em que se esvanecem as fronteiras não só entre as

disciplinas científicas, mas também entre estas e áreas tecnológicas. Novas metas de caráter complexo e transdisciplinar, como nanotecnologia e biocomplexidade, impõem-se como fomentadoras do avanço do conhecimento para novos patamares.

O avanço do conhecimento e o reforço da capacidade nacional para transformar conhecimento em inovação demandarão novo modo de relacionamento entre as ciências e as engenharias, bem como nova postura das universidades e instituições públicas de pesquisa. Constitui um desafio imediato organizar e estimular equipes adequadas a esse tipo de pesquisa, objetivos e práticas. Para as universidades, o desafio residirá em mudar sem abandonar seus valores de base, mas

adotando, ao mesmo tempo, uma cultura cooperativa e empreendedora diferenciada. Já as instituições de pesquisa devem enfrentar, sem hesitação, o desafio de se abrirem tanto para outras instituições congêneres e universidades, como e principalmente para a sociedade.

Finalmente, é preciso reconhecer que a fronteira do conhecimento expande-se, freqüentemente, graças ao trabalho de jovens pesquisadores e às atividades de inovação levadas a cabo pelas empresas. Uma questão prioritária e urgente diz respeito à criação de mecanismos de absorção de jovens pós-doutores e de financiamento à sua pesquisa. O programa Profix, do CNPq, é uma iniciativa importante neste sentido, mas, a médio prazo, o problema não pode ser resolvido exclusivamente por meio de bolsas e de auxílios a pesquisas para jovens doutores. Novas instituições de pesquisa terão de ser criadas na próxima década, para explorar novas áreas do conhecimento e promover a absorção de recursos humanos altamente qualificados formados no País e exterior. O congelamento nas últimas décadas da criação de

Institutos de Pesquisa e Laboratórios Nacionais – o último grande laboratório nacional, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, foi criado em 1985 – não reflete, obviamente, a tremenda expansão da pesquisa científica no País e no mundo desde então. Este atraso terá de ser recuperado ao longo da próxima década, inclusive com as iniciativas em curso, e explorando, entre outros, os mecanismos de financiamento disponibilizados pelos fundos setoriais e as novas formas de organizações da pesquisa atuais e por desenvolver. Não é desprezível o potencial que esta oportunidade representa, por exemplo, para o equacionamento da questão do desequilíbrio regional da base de pesquisa científica do País. Ao contrário, é uma das mais interessantes opções ao alcance do MCT e das regiões para começar a resolver, de forma permanente, este desafio e, ao mesmo tempo, impulsionar decisivamente a pesquisa científica e tecnológica no País. Esse tema é retomado, em maior profundidade, no capítulo Desafios Institucionais, inclusive à luz de iniciativas recentes como a do Instituto do Milênio e do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, ora em formação.

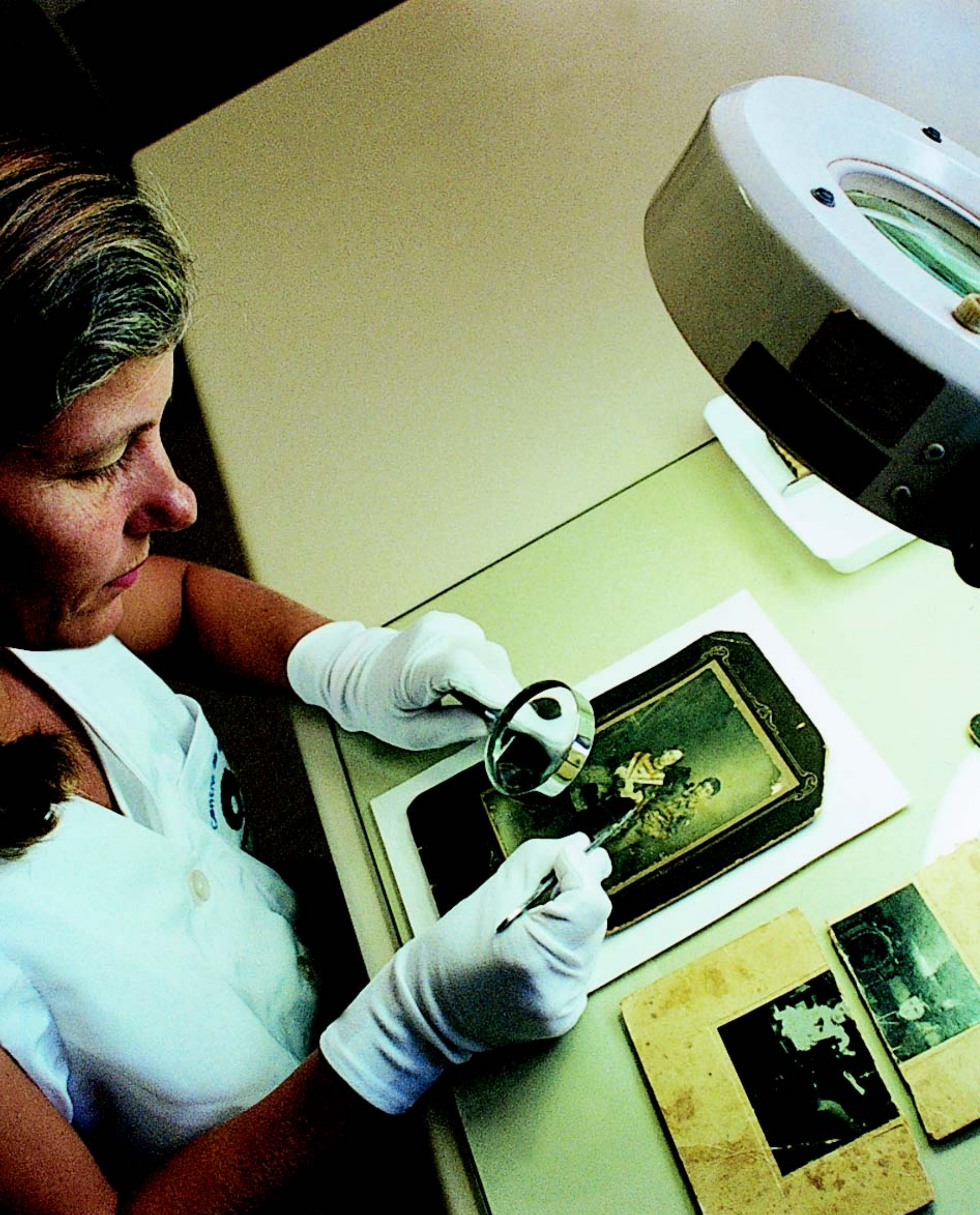
Quadro 11 **Programa Especial de Fixação de Doutores - PROFIX**

Com o duplo objetivo de contribuir para o combate à evasão de pessoal qualificado e de facilitar o retorno ao País de profissionais em atividade no exterior, o CNPq criou recentemente o Programa Especial de Fixação de Doutores, PROFIX. Por meio desse programa, o CNPq estabelece mecanismos adicionais para incorporar doutores de especial talento e competência no setor acadêmico e em institutos públicos de pesquisa e busca estimular a progressiva incorporação de recursos humanos altamente qualificados em atividades de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico no setor privado nacional.

O PROFIX permite vinculação por até 4 anos em instituições de ensino e pesquisa, institutos de pesquisa científica e tecnológica federais e estaduais, empresas públicas de pesquisa e desenvolvimento, empresas privadas em fase de incubação e microempresas (de acordo com a Lei nº 9841/99), e centros de pesquisa e desenvolvimento de empresas privadas atuando em território nacional. Um

pacote de incentivos estará disponível para concessão aos candidatos selecionados. Ele inclui bolsas especiais PROFIX, de valor mais alto que as de forma de apoio equivalentes e diferenciadas de acordo com o nível de experiência do pesquisador, concessão de auxílio à pesquisa e de auxílios-viagem e alocação de quotas de bolsas de iniciação e de apoio técnico. Após a obtenção da vinculação permanente em alguma instituição acadêmica nacional, estará ainda aberta aos bolsistas PROFIX a possibilidade de receber um novo pacote de incentivos por dois anos adicionais como forma de viabilizar sua inserção na nova instituição.

Lançado em fase experimental, como uma operação-piloto, o programa PROFIX deverá ser aperfeiçoado durante os primeiros anos de funcionamento, e poderá ser eventualmente expandido para alcançar um maior número de pesquisadores através da incorporação de novas formas de financiamento como, por exemplo, o apoio dos Fundos Setoriais.



CIÊNCIAS SOCIAIS PARA UMA SOCIEDADE DO CONHECIMENTO

As ciências sociais têm papel crucial no entendimento das relações entre CT&I e a sociedade. A análise da natureza, a evolução e impactos da ciência e tecnologia na sociedade contemporânea torna-se mais crítica nesse século XXI, na medida em que as novas tecnologias da informação e da biotecnologia passam a moldar não somente as estruturas econômicas e sociais vigentes, mas também a própria identidade das pessoas.

A mais extensa e rápida difusão da tecnologia na sociedade moderna gera maior número de controvérsias científicas e tecnológicas, à medida que se ampliam os grupos de atores e o conjunto de interesses por trás de cada campo que se enfrenta. Igualmente, o maior e mais intenso contato da sociedade com a ciência e a tecnologia aguça a percepção de seus membros em relação a estas, aumentando suas demandas por maior transparência na priorização no investimento em CT&I.

Uma sociedade do conhecimento requer um público aberto para a ciência e para a tecnologia de forma positiva e dinâmica. Ora, as ciências sociais têm muito a contribuir para o mapeamento da percepção da sociedade brasileira sobre esses temas.

Ao mesmo tempo, estamos diante de mudanças tão radicais nas ciências sociais, quanto as que estão acontecendo nas engenharias e nas ciências exatas e



biológicas. Naquelas, vêm se processando a integração de áreas antes especializadas e a incorporação de disciplinas instrumentais, como matemática, estatística e computação. As ciências humanas e sociais também enfrentam desafios em vários aspectos. Em primeiro lugar, deverão provar seu valor em meio a uma onda de demanda por eficiência, lucratividade e resultados, em que o avanço tecnológico é a chave para o aperfeiçoamento do mercado e a criação de

empregos. Em segundo lugar, serão desafiadas a enfrentar questões novas e prementes que estão surgindo no contexto de grandes mudanças sociais e econômicas, crescente interdependência entre países e pressões cada vez maiores sobre indivíduos e famílias. Finalmente, serão instigadas a utilizar integralmente as novas tecnologias, que vêm permitindo o desenvolvimento de novas ferramentas e infra-estruturas de pesquisa.

Quadro 12 ***Ciências Sociais para uma Sociedade do Conhecimento***

Diretrizes estratégicas em CT&I para ciências humanas e sociais na próxima década incluem, necessariamente, dois conjuntos de questões. O primeiro está relacionado com o desenvolvimento das ciências humanas e sociais enquanto ciências, isto é, sua capacidade de produzir conhecimento novo e de contribuir para o avanço do conhecimento científico em geral e na sua área específica. O segundo conjunto de questões está ligado à “aplicação” desse conhecimento e sua possível contribuição para a formulação, equacionamento, divulgação e avaliação de políticas públicas e sociais voltadas para a solução dos grandes problemas da sociedade contemporânea, inclusive aqueles ligados à ciência e tecnologia.

No sentido de fortalecer a capacidade das instituições e cientistas brasileiros para compreender o conjuntos de questões que se colocam hoje, e mais ainda no futuro, como desafios para as ciências sociais, as diretrizes devem apontar para:

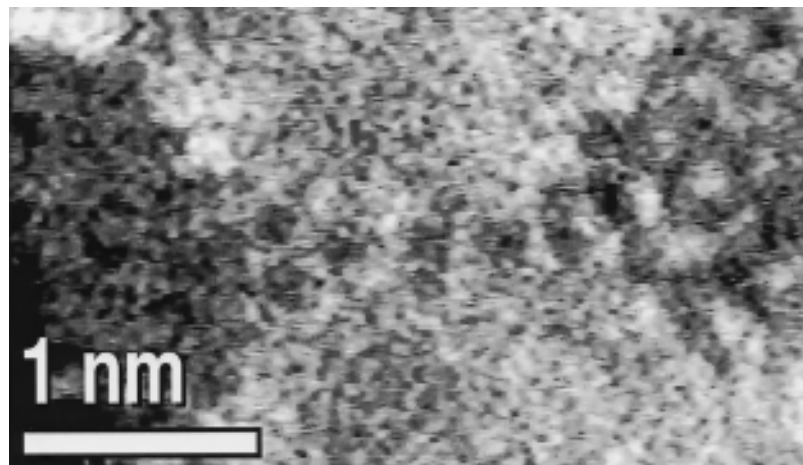
- caminhar em direção a um modo coletivo mais intenso de estruturar o ambiente de pesquisa, juntamente com o desenvolvimento de ferramentas de pesquisa coletivas, com o apoio à construção sistemática de amplos conjuntos de dados e arquivos, proporcionando ao pesquisador uma forte base de apoio;
- Encorajar a pesquisa multidisciplinar, reconhecendo, ao mesmo tempo, a necessidade essencial de manter sólidas bases disciplina-

res, visto que o treinamento intensivo em uma determinada disciplina será sempre importante para o desenvolvimento de bons pesquisadores. Entretanto, a inovação ocorre, com frequência, nas fronteiras das disciplinas, além de que situações reais não se encaixam em subdivisões disciplinares rigorosas;

- Promover o envolvimento das disciplinas de humanidades em pesquisa e equipes interdisciplinares. O uso de metáforas nas quais as humanidades sobressaem é uma maneira altamente eficiente de comunicar idéias ou relações complexas. Ademais, as humanidades oferecem perspectivas essenciais para pesquisas orientadas para soluções;
- Encorajar o desenvolvimento de novas parcerias de pesquisa e modos de trabalho, o que significa unir os produtores e os usuários da pesquisa, fazendo com que tirem, todos, vantagem do conhecimento e da perícia mútuos e colaborem desde a definição das necessidades da pesquisa até à conclusão do projeto. Ademais, parceiros não acadêmicos têm uma probabilidade muito maior de aplicar os resultados de projetos dos quais participaram, por considerarem o conhecimento como um produto próprio;
- Fomentar a crescente inserção internacional das ciências humanas e sociais através da cooperação internacional e de pesquisas comparativas.

NANOCIÊNCIAS E NANOTECNOLOGIAS

O estudo da Ciência e Tecnologia em escala nanométrica compõe um campo transdisciplinar de atividades na fronteira do conhecimento. As nanociências e nanotecnologias dizem respeito ao estudo, caracterização e descrição de fenômenos que ocorrem na nanoescala (um nanômetro equivale a um bilionésimo do metro - $1\text{ nm} = 0,000000001\text{ m} = 10^{-9}\text{ m}$) e ao conseqüente desenvolvimento de aplicações tecnológicas e de dispositivos que explorem as propriedades da matéria nessas dimensões, comparáveis ao tamanho de átomos e moléculas.



Ao operar com dispositivos nanométricos, novas propriedades mecânicas, elétricas, magnéticas e ópticas podem ser exploradas, além de se tornar possível em graus inusitados o controle e a manipulação de propriedades fundamentais, como a reatividade química e o arranjo espacial de átomos e moléculas. Para se ter uma melhor idéia dessa escala, podemos comparar os comprimentos de alguns objetos:

- diâmetro de um átomo: $1/4$ de nanômetro
- menor dispositivo eletrônico experimental: cerca de 10 nanômetros na sua menor dimensão
- proteínas: $\sim 10 - 50$ nanômetros
- menor dispositivo eletrônico disponível comercialmente: cerca de 200 nanômetros
- bactéria: cerca de 1.000 nanômetros
- diâmetro de um cabelo humano: 10.000 nanômetros

Ao longo dos últimos vinte anos foram aperfeiçoados

ou inventados vários instrumentos, tais como microscópios especiais (eletrônico de transmissão, de força atômica, de tunelamento, de varredura, de campo próximo, etc), que permitem ver, manipular e controlar objetos na nanoescala, o que possibilitou novos horizontes de descobertas, invenções e aplicações.

Fenômenos que ocorrem em nanoescala são de há muito conhecidos. Por exemplo, os catalisadores são, em sua maioria, partículas nanométricas, e assim a catálise (tanto a inorgânica quanto a biológica, feita por enzimas) se passa na nanoescala. De fato, a maioria dos fenômenos em biologia fundamental envolve processos que se passam em dimensões moleculares, e portanto nanométricas. O que há de novo é o controle e grau de precisão permitidos pelas técnicas mais recentes usadas em análises teóricas e na preparação e caracterização de materiais na escala nanométrica.

A redução do tamanho no controle de processos e dispositivos oferece uma enorme gama de possibilidades. Toda a revolução em tecnologia da informação, por exemplo, foi tornada possível pela sistemática integração de um número cada vez maior de componentes de tamanho progressivamente menores em um único "chip", o que aumentou enormemente a capacidade de processamento de cada unidade. Por sua vez, a "nanomedicina" começa a produzir nanodispositivos para diagnóstico e tratamento; uma vez diretamente posicionados nas regiões celulares patologicamente afetadas, esses dispositivos podem tanto fornecer informações pontuais sobre o funcionamento e fisiologia dessas regiões quanto comandar a liberação controlada de fármacos.

Ao mesmo tempo, é importante ser capaz de controlar e alterar a estrutura de materiais na nanoescala.

Isto torna possível melhorar as propriedades dos materiais sem alterar sua composição química, ou seja, embora as mesmas moléculas (ou grupos de átomos) continuem presentes, seu arranjo ou disposição espacial pode ser diferente, do que resultam propriedades inovadoras.

Finalmente, como a maioria dos fenômenos em biologia molecular ocorre na nanoescala, o uso das técnicas de nanociências em biologia leva a um entendimento mais profundo de como a natureza funciona e sobre possíveis formas de controlar seu desempenho. Assim, por exemplo, a auto-montagem (ou seja, a organização espontânea de átomos, moléculas ou cadeias poliméricas em estruturas mais complexas), enquanto sendo um fenômeno biológico de natureza fundamental (sendo, por exemplo, responsável pela formação de membranas celulares), tem sido recentemente usada para a construção de dispositivos eletrônicos.

As aplicações da nanotecnologia permeiam as áreas de novos materiais e fabricação, transporte, nanoeletrônica e tecnologia de computadores, medicina e saúde, aeronáutica e exploração espacial, energia e meio ambiente, biotecnologia e agricultura, segurança nacional e educação, e podem portanto ter importante impacto direto sobre a competitividade da indústria nacional em um futuro não muito remoto.

Alguns exemplos merecem destaque:

- **Nanoeletrônica:** A nanoeletrônica mudará profundamente o atual estado-da-arte no processamento de informações. Isto porque o limite fundamental da presente tecnologia (baseada na escala micro, ou seja, no milionésimo do metro) está próximo a ser atingido e um novo paradigma terá de surgir para a

área da eletrônica. O primeiro produto comercial em nanoescala (uma cabeça de leitura magnética com base no princípio de magneto resistência gigante) promete revolucionar a indústria que trata de armazenamento de informações em computadores. Em todo o mundo, a base de conhecimento tecnológico existente em microeletrônica está sendo expandida para uma grande variedade de aplicações não eletrônicas, incluindo seqüenciamento genético e construção de dispositivo micro e nano-mecânicos, de nanosensores ópticos, etc. Com a transição para a nanoeletrônica, essas fronteiras entre as disciplinas deverão se tornar cada vez mais tênues.

- Medicina e Saúde: O desenvolvimento de novos fármacos e de sistemas de entrega controlada de drogas está em fase de avanço acelerado. Sistemas híbridos combinando tecidos artificiais e naturais destinados à substituição de órgãos no corpo humano e para colocação direta no interior de células são uma outra área de pesquisa adiantada.

- Biotecnologia e Agricultura: Os pilares moleculares da vida - proteínas, ácidos nucléicos, lipídios, carboidratos - são exemplos de materiais que possuem propriedades únicas determinadas pelo seu tamanho, formas de dobramento ("*foldi*ng") e formação de padrões em nanoescala. O desenvolvimento de sistemas artificiais que imitem o funcionamento e ação de sistemas biológicos forma uma área interdisciplinar de pesquisa muito ativa (por exemplo, a área de química bio-mimética é baseada nesse tipo de analogias). Ao mesmo tempo, a nanofabricação de arranjos de detetores permite a realização de milhares de experimentos para caracterização e seleção simultânea de genes usando pequenas quantidades de material.

- Tecnologias relacionadas à energia: Novos tipos de baterias, sistemas fotossintéticos artificiais e células solares de maior rendimento quântico para geração de energia limpa e novas maneiras de armazenamento seguro de hidrogênio para uso em células combustíveis são exemplos de aplicações da nanotecnologia aplicada à energia.

- Meio ambiente: Membranas seletivas para a filtração de contaminantes e armadilhas nanoestruturadas para remoção de poluentes de efluentes industriais são alguns exemplos de aplicações das nanotecnologias à conservação do meio ambiente. Atualmente, os dessalinizadores de maior eficiência já utilizam materiais nanoestruturados para a obtenção de água potável a partir de mananciais de água salobra, ou mesmo diretamente dos oceanos.

Mesmo nos países mais avançados, a nanociência e a nanotecnologia são assuntos recentes. Em meados da década de noventa, a Alemanha estabeleceu uma rede de cinco Centros de Competência, cada um com sua ênfase voltada para diferentes aspectos da área. Nos Estados Unidos, a National Science Foundation estabeleceu em 1998 uma comissão conjunta com outras agências governamentais para a elaboração de um plano nacional de ação especificamente voltado para o apoio a essas atividades, do que resultou o programa americano de nanociências e nanotecnologias (*National Nanotechnology Initiative*).

O MCT e o CNPq articularam em novembro de 2000 uma primeira reunião nacional sobre o tema reunindo pesquisadores de diferentes instituições do País, da qual resultou um documento (disponível em www.cnpq.br) propondo uma estratégia para articulação coordenada dos interessados pela nanociência e nanotecnologia no País. No documento, um levantamento preliminar

mostra que há mais de 120 cientistas atuando em áreas diretamente relacionadas a problemas de nanoescala, seja em química, biologia, física, biotecnologia, farmácia, eletrônica ou agricultura.

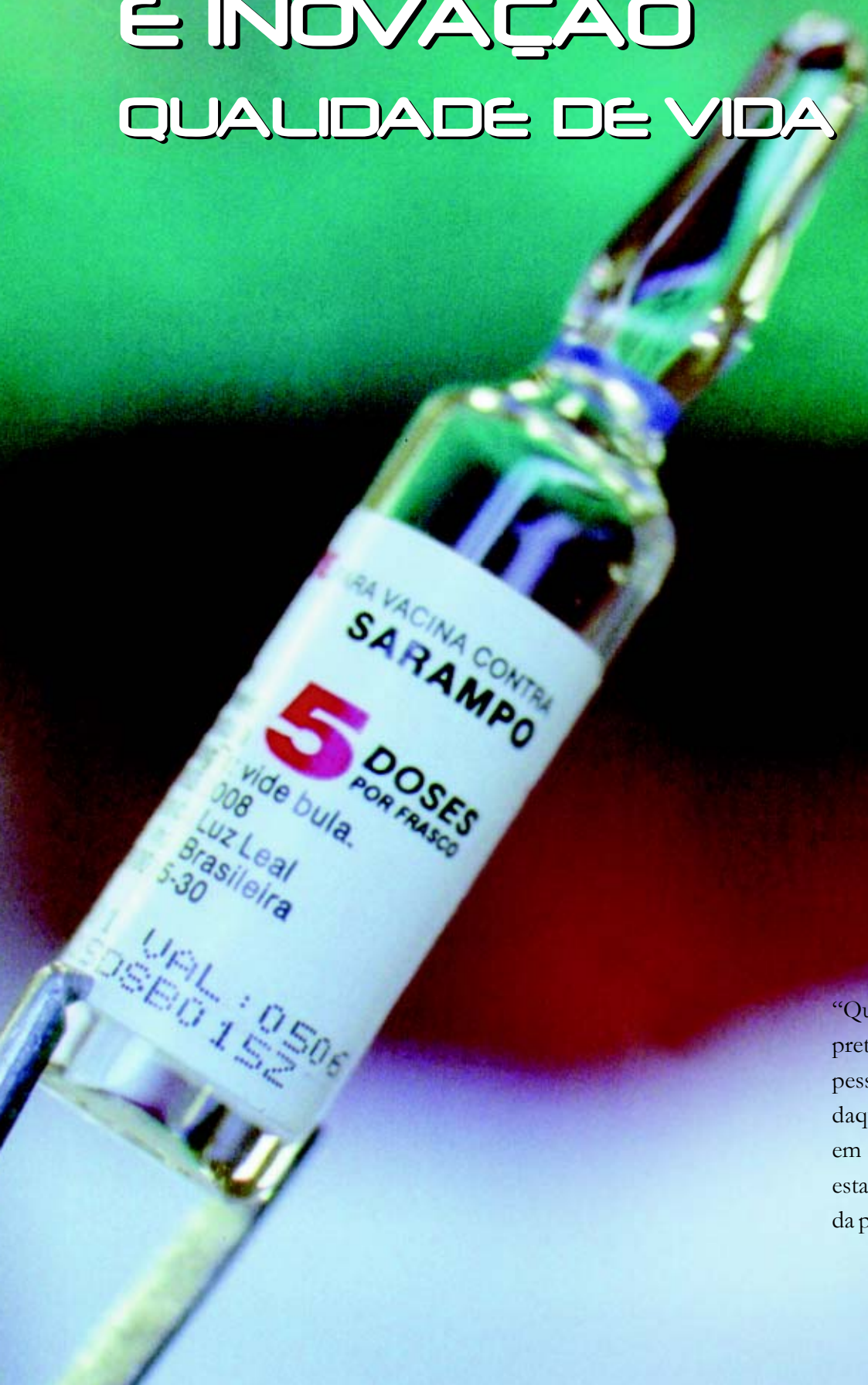
Por outro lado, sendo uma área nova, certamente a formação atual dos estudantes em nível de graduação e pós-graduação - ainda muito rigidamente confinada aos domínios de áreas específicas do conhecimento - deixa muito a desejar. Um esforço considerável precisa ser feito para introduzir em nível de graduação disciplinas relacionadas a nanociências e nanotecnologias, incrementar o treinamento de técnicos e engenheiros em técnicas avançadas de análise de novos materiais, aumentar o estímulo a estudantes de pós-graduação para que venham a atuar nessas áreas (de natureza intrinsecamente inter e multidisciplinar), o que, em casos especiais, necessita envolver a formação especializada no exterior.

A partir das articulações coordenadas pelo MCT/CNPq, foi recentemente lançada pelo CNPq uma chamada de projetos com o objetivo de formar três redes voltadas para temas específicos das nanociências e nanotecnologias. Sugestões de possíveis diretrizes para a ação governamental podem ser encontradas no documento preliminar preparado pela comissão de articulação, já mencionado anteriormente.

The background features a complex, abstract design. On the left side, there is a grid of small squares that appears to be receding into the distance, creating a sense of depth. This grid is overlaid with a pattern of light rays or lines that radiate from the center, giving the impression of a lens or a window looking out onto a bright, hazy space. The overall color palette is monochromatic, consisting of various shades of gray and white.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
QUALIDADE DE VIDA

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO QUALIDADE DE VIDA



RA VACINA CONTRA
SARAMPO

5 DOSES
POR FRASCO

vide bula.

008

Luz Leal
Brasileira

5-30

LUAL: 0506
DOSE 152

“Qualidade de vida” pode ser interpretada de muitas maneiras. Cada pessoa e sociedade tem uma lista daquilo que considera prioritário em termos de qualidade de vida e esta varia com o tempo, influenciada por múltiplos fatores sociais, cul-

turais e econômicos. Saúde, alimentação sadia, trabalho adequado, lazer agradável, acesso a bens culturais, ar puro, água potável, vida social, segurança, tranquilidade em relação a seu futuro e ao de seus familiares, e assim por diante. À primeira vista, Ciência, Tecnologia e Inovação parecem ter pouco a ver com qualidade de vida. Entretanto, em uma sociedade moderna, elas são indissociáveis. Para prover saúde, alimentação, trabalho, lazer, segurança e um meio ambiente adequado, a sociedade precisa dispor de conhecimento e de saber aplicá-lo na solução de seus problemas. A dimensão e complexidade dos desafios a serem enfrentados requerem uma população cada vez com melhor capacitação, um número cada vez maior de profissionais qualificados e de instituições apropriadas. No longo prazo, a sobrevivência da humanidade depende da gestão adequada do meio ambiente global e, para isto, é preciso poder prever as consequências das intervenções cada vez mais importantes dos seres humanos sobre o seu hábitat. Isto significa, em última análise, um projeto sustentável de geração de riqueza e de desenvolvimento econômico para o Brasil nesta e em décadas futuras. A formulação de diretrizes estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação para a qualidade de vida na próxima década deve ser, assim, uma prioridade para a comunidade científica, para o sistema produtivo e para a sociedade brasileira.

O crescimento econômico e a elevação da capacidade de geração de riquezas constituem o fundamento de qualquer melhoria sustentável da qualidade de vida; no entanto, crescimento econômico, por si só, é insuficiente para promover a correção das distorções sociais históricas, bem como para distribuir os benefícios do desenvolvimento, seja entre regiões, seja entre os grupos sociais. Os padrões de cresci-

“Reduzir a pobreza, assegurar alimentos, produzir energia sem degradação ambiental, propiciar saneamento básico e água de qualidade e desenvolver ambientes urbanos e rurais saudáveis são alguns dos principais desafios do desenvolvimento. Para enfrentá-los, cabe ampliar a capacidade de trabalho interdisciplinar no Ensino e na Pesquisa.”

*José Galizia Tundisi,
Instituto Internacional de Ecologia/São Carlos*

“Uma questão essencial em matéria de qualidade de vida é a existência de uma grande massa de trabalhadores sem esperança de emprego por carência de qualificação profissional. Urge fortalecer toda a cadeia do conhecimento partindo da educação de base, passando pelo ensino profissionalizante, depois pela graduação e pós-graduação, até prover uma oferta adequada de extensão, assistência, difusão e transferência de tecnologias.”

*Francisco Ariosto Holanda,
Secretário de Ciência e Tecnologia, Ceará.*

mento das sociedades contemporâneas – caracterizados pela concentração da população em grandes centros urbanos, padrão nutricional desequilibrado, uso intensivo de produtos químicos nos alimentos, forte exclusão social, precariedade dos serviços públicos, condições inadequadas de habitação, contaminação do meio ambiente etc.– têm gerado um conjunto de efeitos negativos sobre a qualidade de vida das populações, mesmo nos países desenvolvidos.

Dentre as várias maneiras de organizar uma discussão sobre Ciência, Tecnologia e Inovação para qualidade de vida, podemos começar por olhar onde moram as pessoas. As estatísticas brasileiras indicam que cerca de 80% da população se concentram em cidades, sendo que mais da metade em metrópoles com mais de 7 milhões de habitantes. Cidades que se construíram em função de migrações rurais aceleradas, e se povoaram de forma caótica, sem planejamento, e sem infra-estrutura adequada. A população rural brasileira, apesar de representar apenas cerca de 19% do total, soma mais de trinta milhões de pessoas, ocupando espaços bastante diferenciados geograficamente, dos pampas gaúchos à floresta amazônica. Qualidade de vida na cidade ou no campo coloca problemas diversos para Ciência, Tecnologia e Inovação. Entretanto, eles compartilham de um único fio condutor: a necessidade urgente de novas maneiras de aplicar o conhecimento e de gerar novos conhecimentos na solução dos problemas encontrados.

Nesse sentido, é necessário não apenas avaliar o potencial de contribuição das Ciências Sociais no contexto da reflexão sobre a qualidade de vida, mas é também crucial aproximar Ciência, Tecnologia e Inovação dos problemas do desenvolvimento social, de modo a contribuir para o aperfeiçoamento das políticas públicas e propiciar soluções tecnológicas mais

adequadas e de menor custo. Na primeira vertente, relativa às políticas públicas, a contribuição das Ciências Sociais envolve iniciativas que vão desde a análise de fenômenos e tendências, de maneira a corrigir distorções, antever impactos sociais, formular políticas e estratégias, dar suporte à formulação e avaliação de políticas e gestão, incluindo desenvolvimento local e regional integrado, com ênfase na geração de emprego e renda. Na segunda frente, há de se explorar as possibilidades de áreas como tecnologias para a solução dos problemas sociais existentes, além de tecnologias capazes de facilitar o acesso a bens e serviços básicos (habitação, saneamento, educação, saúde e transporte), novas tecnologias de gestão dos serviços públicos e tecnologias que facilitem a criação local de novos empregos.

QUALIDADE DE VIDA NO MEIO URBANO

A cidade talvez seja o principal “artefato” construído pelo homem, cujo funcionamento determina, em grande medida, a qualidade de vida dos seus habitantes. A ocupação da cidade, a distribuição da habitação, do emprego e dos serviços em geral, e a provisão do transporte de pessoas e bens para viabilizar a vida social e econômica das cidades, têm um impacto direto sobre a qualidade de vida das pessoas. A construção e características das cidades brasileiras modernas são profundamente marcadas pelo elevado ritmo do processo de urbanização no Brasil – fato que tornou mais difícil a provisão de serviços públicos necessários para a vida urbana –, pelas condições mais gerais do desenvolvimento brasileiro, assim como por processos inerentes à vida em grandes cidades. Entre as questões centrais deste tema, sobressaem: i) planejamento e gestão urbana; ii) sociabilidade urbana, pobreza e exclusão social, além de segurança; iii) transportes, comunicação e acesso à educação, à saúde, ao trabalho e ao lazer; iv) provisão de água, saneamento básico e tratamento de resíduos urbanos e industriais; v) toxicidade ambiental, seja aquela produzida pela indústria, agricultura ou pelo acúmulo de resíduos da vida urbana.

Difícilmente será possível melhorar a qualidade de vida sem contribuições diretas e indiretas aportadas pela Ciência, Tecnologia e Inovação. É necessário buscar desenvolver, identificar, avaliar e disseminar tecnologias que possam contribuir para a solução dos



problemas existentes. Deve-se, igualmente, estimular a análise dos fenômenos sociais no mundo contemporâneo e suas tendências, de forma a antever esses impactos e facilitar a formulação de estratégias e a criação de instrumentos que permitam potencializar seus aspectos positivos para a sociedade e superar os efeitos adversos decorrentes.

O Planejamento das Cidades

Para que a ocupação e uso do espaço urbano ocorram de forma planejada, é necessário desenvolver instrumentos de negociação entre sociedade e governo, assim como de gestão compartilhada entre os órgãos que definem as diretrizes para o desenvolvimento urbano, os executores dessas diretrizes e os usuários finais, nas suas distintas áreas: habitação, transporte, saneamento, equilíbrio ambiental etc.

A qualidade de vida urbana é fruto direto do sistema de gestão das cidades. Depende do sistema de oferta e da distribuição de bens e serviços públicos e privados e da forma de apropriação e uso do excedente social e dos fundos públicos. Todo esse processo constitui a gestão e o planejamento das cidades.

A nova agenda da gestão e do planejamento passa pela compreensão da cidade formada por novos processos: crescimento demográfico; aumento de expectativa de vida e envelhecimento da população; expansão urbana dentro das margens físicas da cidade (diminuição das periferias); alta migração interurbana; obsolescência acelerada de tecidos urbanos mais antigos; especulação imobiliária e verticalização das edificações; desindustrialização e formação de uma economia urbana de serviços; formação de cidades globais e cidades periféricas e da cidade da informação digital, entre outros.

Desse modo, a agenda de pesquisa sobre gestão urbana e o planejamento deveria contemplar as seguintes questões: i) quais são os novos atores da conformação da cidade e de sua inserção na globalização? ii) quais são os mecanismos de sua participação e representação no processo decisório urbano? iii) o que são e como devem ser formados os fundos públicos? iv) até onde vai a responsabilidade pública pela construção do espaço urbano, isto é, como se formam parcerias público/privado para o investimento e a manutenção urbana? v) como prever e se organizar para a nova cidade em termos demográficos, culturais, econômicos e de informação? vi) como renovar a cidade existente e construir a nova, sem recorrer à destruição dos tecidos urbanos antigos? vii) como potencializar o uso do patrimônio cultural e ambiental construído? viii) como representar a qualidade de vida urbana e construir sistemas de acompanhamento?

O sistema de CT&I do Brasil tem uma grande tarefa para iniciar as suas ações nessa área, seja por meio da formação de novos quadros, seja pela requalificação de recursos humanos, inclusive cientistas, administradores e técnicos em gestão e planejamento urbano, para enfrentar o desafio da quebra dos paradigmas anteriores. De modo correlato, a promoção e o apoio à pesquisa aplicada e de base nessa área é bastante ampla e, seguramente, essa tarefa não poderá ser realizada exclusivamente pelo sistema de pesquisa universitário.

Sociabilidade Urbana, Pobreza e Exclusão Social, e Segurança

A sociabilidade urbana é um tema crucial para a qualidade de vida dos brasileiros: a violência urbana, a organização comunitária e as novas formas de participação e representação de interesses de grupos na cidade dominam o debate sobre o tema. A urbanização acelerada do Brasil não foi acompanhada por uma nova forma de cultura urbana que reafirmasse o sentido de comunidade e cooperação entre indivíduos e grupos sociais. A sociedade, caracterizada por forte desigualdade, propiciou a formação de uma cultura urbana que vem enfrentando os principais problemas segundo uma ótica restritiva e privatista, que ganha sua máxima expressão nos *shopping centers* e nos condomínios residenciais de luxo com os sistemas fechados de infra-estrutura, sociabilidade, transporte e segurança. O resultado é um espaço público desqualificado, desprovido de significados sociais profundos como os relacionados à memória e à identidade coletiva.

Quadro 1 Combate à Violência e Segurança Pública

O MCT estabeleceu protocolo de cooperação com o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, com o objetivo de ampliar as possibilidades de utilização de resultados de pesquisas científicas e tecnológicas realizadas no País, e está mobilizando grupos de pesquisas que trabalham em vários setores afetos ao tema. Um conjunto de projetos sobre a questão da segurança de informação e chave pública, mapeamento e monitoração de armas e explosivos, sistemas inteligentes de vigilância, entre outros, estão em fase de finalização.

A oferta restrita de oportunidades de ascensão social (emprego, oportunidade de educação e treinamento, serviços de saúde etc.) e de espaços e serviços públicos de uso coletivo de baixa qualidade criaram o caldeirão de fermentação e explosão da violência urbana. Está claro que a solução desse grande problema passa por enfrentar questões estruturais da sociedade e da economia brasileira e, principalmente, pela construção de uma nova forma de sociabilidade e de governo das cidades.¹

O sistema de CT&I poderá contribuir para o aperfeiçoamento da sociabilidade urbana e, portanto, da melhoria da qualidade de vida. A agenda de pesquisa e estudos é ampla e inclui temas como a requalificação dos espaços públicos; a reutilização de áreas urbanas obsoletas ou degradadas para novos usos; os equipamentos culturais como “motores” da economia urbana de serviços; a alfabetização digital e o acesso à vida cultural na cidade (a cidade digital); segurança pública e lazer; entre outros.

A superação do quadro de pobreza e exclusão social requer ações em diversos campos. O Desenvolvimento local integrado e sustentável constitui tema da agenda de agências internacionais e nacionais, governos e sociedade civil organizada. As formas de promoção do desenvolvimento local, como redes de produção, iniciativas de economia solidária, cooperativas e outras, definem-se pela formulação de projetos estratégicos que articulem empreendedorismo e projetos sociais.

Percebe-se, por todo o País, a experimentação de políticas públicas inovadoras e a ação de novos atores sociais na condução dos processos de geração de em-

1 O conceito governo da cidade é utilizado aqui no mesmo sentido que o anglicismo ‘governança’ tem sido usado na literatura política brasileira.

prego e de renda. Cabe à CT&I avaliar se essas iniciativas podem ser tornadas mais perenes, sustentáveis e integradas de desenvolvimento socioeconômico, bem como se é possível articular essas políticas, ainda fragmentárias e experimentais, em torno de um marco mais universal e consistente com a dimensão dos problemas sociais a serem enfrentados.

Transportes

A questão dos transportes urbanos é uma das mais importantes na determinação da qualidade de vida do habitante das cidades brasileiras, onde o transporte público - meio de acesso básico da população à educação, ao trabalho, ao lazer e aos serviços sociais - é, reconhecidamente, de má qualidade. A degradação da qualidade de vida ocasionada pelas deficiências do transporte urbano, público e privado, é imensa. Como consequência da disputa pelo uso do espaço urbano, entre o transporte motorizado e pedestres, os atropelamentos tomaram proporções de calamidade social, com alto percentual de vítimas fatais. De acordo com dados do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), os congestionamentos medidos em dez cidades brasileiras (de grande e médio porte) ocasionavam em 1998 um desperdício de recursos da ordem de R\$500 milhões.

Como todos os outros aspectos da qualidade de vida, essa questão transcende os limites de atuação da Ciência e Tecnologia, mas, simultaneamente, coloca problemas que poderiam ser resolvidos mediante grande esforço integrado das engenharias e das Ciências Sociais. Um programa mobilizador de pesquisa e desenvolvimento em transportes urbanos compreenderia desde o desenvolvimento de motores empregando combustíveis não poluentes (ou menos poluentes), planejamento e engenharia de tráfego, infor-



mática, até as Ciências Sociais (gestão e planejamento urbano, gestão do sistema público e privado de transporte). A busca de solução deste imenso problema social poderia ser um estímulo importante para o uso inovador da Ciência e Tecnologia no Brasil.

O Brasil desenvolveu competências na área de planejamento urbano, tanto nas universidades como em algumas agências da administração pública federal, em particular na Empresa Brasileira de Transportes Urbanos e no Geipot. Soluções tecnológicas e de engenharia de transporte foram desenvolvidas nesse complexo de instituições. Tecnologias nacionais mais modernas, como os sistemas inteligentes na gestão dos transportes e de informação para os usuários, não se encontram desenvolvidas, em parte, pela inexistência de demanda por parte dos estados e municípios aos grupos de pesquisa. Apesar da fragilidade institucional associada a anos de crise do setor público, existem ainda alguns núcleos nas universidades e competências no aparelho de Estado e no setor privado que poderiam ser mobilizadas para o desenvolvimento de projetos multidisciplinares voltados tanto para o desenvolvimento de tecnologias de processo, quanto de produtos. A articulação entre pesquisa, realizada principalmente nas universidades, e o setor privado, responsável pela produção e prestação dos serviços de transporte, é fundamental para assegurar que os projetos convertam-se em inovações e desta forma beneficiem a população como um todo.

Provisão de Água

A existência de vida depende da água, mas apenas recentemente esta passou a integrar a agenda de preocupações e debates da sociedade, que começa a perceber que esse recurso não é inesgotável. O mau uso da água doce constitui-se em séria ameaça à quali-

dade de vida e ao desenvolvimento sustentável. O Brasil possui a maior bacia hidrográfica do mundo e o segundo maior potencial para irrigação. Os rios brasileiros contribuem com aproximadamente 12% do total de água doce disponível no mundo, mas ainda assim apenas 83% dos domicílios têm abastecimento público de água e só 8% dos municípios apresentam unidades de tratamento. A seca do Nordeste é uma realidade persistente que flagela periodicamente milhões de brasileiros. A competição pela água entre a agricultura, indústria e cidades já é um problema real em várias regiões do País, com efeitos negativos significativos sobre a qualidade de vida e economia.

A falta de integração na gestão dos problemas urbanos, principalmente devido à setorização das ações públicas, tem sido uma das grandes causas do agravamento das condições hídricas nas cidades: (i) contaminação dos mananciais; (ii) falta de tratamento e de disposição adequada de esgoto sanitário, industrial e de resíduos sólidos; (iii) aumento das inundações e da poluição devido à drenagem urbana; (iv) ocupação das áreas de risco de inundação, com graves consequências para a população.

O principal desafio para CT&I na área de gestão da água para abastecimento urbano é contribuir para soluções integradas e economicamente sustentáveis, que beneficiem também a população de baixa renda, que se encontra nas condições mais desfavoráveis. A redução da disponibilidade hídrica devido à degradação da qualidade da água dos rios, lagos e aquíferos é um problema que hoje afeta a qualidade de vida de um número significativo de famílias e que tenderá a agravar-se caso não sejam revertidas as tendências atuais. No entanto, todos esses desafios somente serão vencidos com o desenvolvimento tecnológico que busque, por exemplo, a racionalização do uso da água, com

programas de redução de consumo, e de perdas na linha, reutilização da água, equipamentos de menor consumo, entre outros. Sistemas eficientes de tratamento de água, adequados à realidade local, bem como o desenvolvimento de sistemas de controle da poluição que melhorem a qualidade da água, são também desafios a serem vencidos. As cidades brasileiras precisarão melhorar seus sistemas de coleta e disposição final de resíduos sólidos e de controle das cargas difusas de poluição. As enchentes urbanas precisam de melhores formas de gestão técnica e institucional para que, em um futuro próximo, perdas materiais e relativas à saúde humana sejam significativamente minimizadas.

O aparecimento de bactérias patógenas resistentes aos sistemas tradicionais de tratamento de água e a inexistência de meios adequados de monitoração do fenômeno, por exemplo, representa um imenso risco de saúde pública e requer pesquisas urgentes, usando as mais avançadas técnicas da biologia moderna. Sistemas de monitoramento das redes de distribuição poderão se beneficiar de microdispositivos e microsensores químicos e biológicos avançados, os quais, fabricados em massa, são de baixo custo unitário e poderão fornecer informações em tempo real sobre a qualidade da água e perdas na distribuição. Há, portanto, escopo para Ciência, Tecnologia e Inovação de alto nível, mobilizadoras de pesquisa na fronteira, para aplicações de interesse público imediato mesmo em um campo aparentemente tão tradicional quanto o do abastecimento de água (Tabela 1).

São significativos os efeitos da modificação do uso do solo e da variabilidade climática de curto e médio prazos sobre a bacia hidrográfica e sobre as atividades humanas. O conhecimento desses impactos sobre os sistemas hídricos é, ainda, limitado. Da mesma forma, o gerenciamento integrado dessa questão pra-

ticamente não existe. Os desafios para CT&I são a avaliação integrada dos processos meteorológicos, hidrológicos e dos ecossistemas sujeitos à variabilidade climática; desenvolvimento de modelagem desses processos integrados e a avaliação dos cenários de desenvolvimento dos espaços brasileiros.

Saneamento Básico

O Estado brasileiro não foi capaz de implantar um sistema de saneamento básico em ritmo consistente com as necessidades geradas pelo rápido processo de urbanização nos últimos trinta anos. Mesmo assim, entre 1960 e o final dos anos noventa, registrou-se uma notável ampliação da rede de equipamentos sanitários e do percentual da população atendida. Enquanto em 1960 apenas 41% da população urbana tinham acesso à rede de água, em 1997 pouco mais de 90% eram atendidos por esse serviço, 85% por coleta pública de lixo e a drenagem atendia a um número estimado de 50%. Entretanto, quanto ao destino final de resíduos sólidos e líquidos, a situação no País é séria. Estima-se que somente 10% do esgoto coletado e 15% do lixo têm destino final adequado. O acesso à rede coletora de esgotos é substancialmente inferior (46% em 1997 e 26% em 1960), assim como a disponibilidade de esgotos e fossas sépticas (25% em 1997). Talvez seja este o problema ambiental brasileiro com maior impacto sobre a qualidade de vida - particularmente a saúde - das populações urbanas no Brasil.

Problemas como água contaminada, falta de saneamento, poluição do ar e exposição a organismos transmissores de enfermidades continuam sendo os principais fatores ambientais responsáveis pela deterioração da saúde de vastas camadas populacionais. Diarréia, cólera, leptospirose, dengue e outras enfer-

Tabela 1: Atividades Humanas e Qualidade das Águas

Atividade Humana	Impacto nos Ecossistemas Aquáticos	Valores/Serviços em risco
Construção de represas	Altera fluxo nos rios, transporte de nutrientes e sedimento, interfere na migração e reprodução de peixes.	Altera habitats, pesca comercial e esportiva. Altera os deltas e suas economias.
Construção de diques e canais	Destrói a conexão do rio com as áreas inundáveis.	Afeta a fertilidade natural das várzeas, e os controles das enchentes.
Alteração do canal natural dos rios	Danifica os rios ecologicamente. Modifica os fluxos dos rios.	Afeta os habitats, pesca comercial e esportiva. Afeta produção de hidroeletricidade e transporte.
Drenagem de áreas alagadas	Elimina um componente chave fundamental dos ecossistemas aquáticos.	Perda de biodiversidade. Perda de funções naturais de filtragem e reciclagem de nutrientes. Perda de habitats para peixes e aves aquáticas.
Desmatamento / Uso do solo	Altera padrões de drenagem, inibe a recarga natural dos aquíferos, aumenta a sedimentação.	Altera a qualidade e quantidade da água, pesca comercial, biodiversidade e controle de enchentes.
Poluição não controlada	Diminui a quantidade de água.	Altera suprimento de água. Aumenta os custos de tratamento. Altera a pesca comercial. Diminui a biodiversidade. Afeta a saúde humana.
Remoção excessiva de biomassa	Diminui os recursos vivos e a biodiversidade.	Altera a pesca comercial e esportiva. Diminui a biodiversidade. Altera os ciclos naturais dos organismos.
Introdução de espécies exóticas	Elimina as espécies nativas. Altera ciclos de nutrientes e ciclos biológicos.	Perda de habitats, pesca comercial. Perda da biodiversidade natural e estoques genéticos.
Poluentes de ar (chuva ácida) e metais pesados	Altera a composição química de rios e lagos.	Altera a pesca comercial. Afeta a biota aquática. Afeta a recreação. Afeta a saúde humana. Afeta a agricultura.
Mudanças globais no clima	Afeta drasticamente o volume dos recursos hídricos. Altera padrões de distribuição de precipitação e evaporação.	Afeta suprimento de água, transporte, produção de energia elétrica, produção agrícola, pesca e aumenta enchentes e fluxo de água em rios.
Crescimento da população e padrões gerais do consumo humano	Aumenta a pressão para construção de hidroelétricas, aumenta poluição da água, acidificação de lagos e rios. Altera ciclos hidrológicos.	Afeta praticamente todas as atividades econômicas que dependem dos serviços dos ecossistemas aquáticos.

midades associadas às condições ambientais reduzem de forma significativa o bem-estar das populações urbanas e rurais. Os custos para a saúde são elevados e têm reflexos diretos na economia e no setor público. Desta maneira, é necessário combinar ações no campo da medicina em geral com inter-

venções nas áreas de saneamento básico e controle das condições ambientais nos centros urbanos.

A análise das contribuições de CT&I para a melhoria das condições de saneamento básico nas áreas urbanas envolve os serviços públicos de abastecimento

de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana e controle de vetores. Todos esses setores apresentam importantes interfaces com a saúde pública, com o meio ambiente, desenvolvimento urbano e com a habitação, sendo componentes fundamentais na melhoria da qualidade de vida. O seu valor social é inquestionável (Quadro 2).

A agenda está por ser definida, mas deveria guiar-se

por alguns critérios: (i) levando em conta que o principal obstáculo enfrentado diz respeito ao volume de recursos necessários para expandir o sistema de saneamento, superior à disponibilidade do setor tanto público quanto privado, seria conveniente concentrar esforços em soluções que permitam reduzir os custos de implantação e manutenção dos sistemas de saneamento; (ii) tecnologias de informação, monitoramento em tempo real e gestão das condições am-

Quadro 2 Inovação no Sistema de Esgotamento Sanitário

O sistema de esgotamento sanitário convencional é composto de cinco tipos de componentes: redes individuais, rede pública de coleta, estações elevatórias, estações de tratamento e emissários.

As redes individuais coletam os efluentes das unidades residenciais e os entregam à rede pública de coleta por meio de ligação física. Essas são, em geral, de instalação compulsória nas áreas onde há rede de coleta pública.

A rede pública de coleta recolhe o efluente diretamente de cada terreno e o transporta até uma estação de tratamento. É disposta sob via pública, de acordo com padrões técnicos rígidos, determinados em parte pela sua localização. A rede deve suportar, sem sofrer danos, os efeitos do movimento de veículos sobre a via. Seu custo por metro linear é muitas vezes que o custo por metro linear das redes individuais. Envolve obrigatoriamente todos os quarteirões de uma cidade, coincidindo o seu traçado com o traçado das vias públicas.

A profundidade máxima da rede que flui por gravidade para a maioria das redes públicas de coleta é de seis metros. Nesse ponto, se instala uma estação para elevar o efluente à profundidade mínima.

Para tratar esgoto sanitário, a maioria das estações modernas emprega atualmente processos aeróbicos – que requerem oxigênio –, complexos do ponto de vista da engenharia e que envolvem elevados investimentos, altos custos de manutenção e operação, resultando, conseqüentemente, em elevado custo de esgoto tratado por metro cúbico.

Nos últimos anos, houve acelerada evolução dos conhecimentos e do emprego de reatores anaeróbicos – que não requerem oxigênio. Embora o tratamento de esgotos sanitários por esses processos necessite de um pós-tratamento para a redução da carga orgânica exigida para o lançamento dos efluentes nos diferentes corpos receptores, está comprovado que o custo de esgoto tratado por

metro cúbico é bem inferior ao do tratamento aeróbico.

A inovação do sistema condominial também é outro fator de redução notável nos custos. Trata-se de uma inovação tipo “ovo de Colombo”, pela sua simplicidade, que reduz em mais de um terço, às vezes à metade, os custos de um sistema de esgotamento sanitário. A lógica da inovação consiste em introduzir uma zona intermediária, entre as redes individuais dos usuários e a rede pública de coleta. As redes individuais passam a se ligar com uma rede intermediária, a qual coleta os esgotos do quarteirão, havendo apenas uma ligação do quarteirão com a rede pública de coleta.

O primeiro fator de redução de custos é a substituição de parte da rede pública pela rede condominial. A rede substituidora apresenta os mesmos custos por metro linear das redes individuais. A rede condominial pode correr sob a calçada, sob as áreas de recuo frontal das edificações, ou, ainda, no fundo dos terrenos de uma quadra. Tal qual as redes individuais, não corre sob a via pública, não tem que resistir ao tráfego de veículos, não necessita de engenheiros para seu projeto, nem para sua execução. A rede coletora pública passa em um ponto do quarteirão para a ligação com a rede condominial, tendo sua extensão reduzida, grosso modo, à metade, pois em um conjunto de vias correspondentes a quarteirões subseqüentes só precisa passar sob uma via a cada duas. Outro fator de redução de custos está vinculado ao número de ligações com a rede pública de coleta. Sendo apenas uma por quarteirão, ela pode ser deixada preparada quando da instalação da rede pública de coleta, não havendo mais motivo para escavações na via pública para prover ligações com a rede pública de coleta. Assim, não apenas os custos das escavações para estabelecer as ligações, estabelecimento das ligações e posteriores correções do capeamento da via pública, terreno por terreno são reduzidos, quando forem passando a abrigar construções, mas também os custos da demora em corrigir o recapeamento e os custos decorrentes dos erros de recapeamento, de presença tão comum nas vias públicas dos subúrbios das cidades brasileiras são contidos.

bientais que afetam a operação do sistema e a qualidade de vida e que permitam reduzir os custos de manutenção, aumentar a eficiência dos serviços e melhorar a qualidade de vida e condições de saúde da população; (iii) desenvolvimento, aperfeiçoamento e difusão de tecnologias eficientes de baixo custo de implantação, operação e manutenção destinadas prioritariamente às populações mais carentes; (iv) desenvolvimento de soluções que potencializem o crescimento local, estimulem a criação de laços comunitários, fortaleçam as organizações sociais e criem oportunidades de negócios e empregos diretos para a população beneficiária. A experiência tem mostrado que esse tipo de desafio proporciona grandes oportunidades para o desenvolvimento de relações democráticas e participativas entre o setor público e a sociedade, contribuindo para a criação de um novo modelo de Estado; (v) ações que visem à transferência das tecnologias desenvolvidas, dentro dos padrões anteriormente explicitados, para as empresas responsáveis por serviços de saneamento.

Tratamento de Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos orgânicos produzidos nas cidades colocam uma série de ameaças ao meio ambiente. A utilização de aterros sanitários é uma alternativa cada vez menos recomendável para receber o volume de resíduos sólidos de cidades de médio e grande porte. Os impactos ambientais e sobre a qualidade de vida da população incluem desde a contaminação de lençóis freáticos até problemas de saúde, especialmente para os moradores das áreas vizinhas aos aterros sanitários. A queima tampouco é uma alternativa aceitável, pois contribui para elevar a poluição atmosférica, inclusive com a emissão de gases tóxicos produzidos pela queima de material com elevado conteúdo de matérias-primas petroquímicas.

A solução de longo prazo é reduzir a quantidade de lixo produzido nas cidades, mas de imediato é necessário desenvolver soluções técnicas para o tratamento e armazenamento de resíduos. Pesquisas nessa área deveriam levar em conta a redução de custos em relação aos métodos tradicionais, a possibilidade de reciclagem e reutilização de materiais, o desenvolvimento de soluções alternativas e economicamente viáveis para substituir produtos descartáveis por apresentações mais duráveis, a criação de emprego e renda e os efeitos sobre o meio ambiente em geral. O lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto e de água também é um fator altamente poluidor dos recursos hídricos, uma vez que, na maioria dos casos, é simplesmente lançado nos corpos d'água. Estudos sobre o reaproveitamento e alternativas de disposição final segura desse resíduo são fundamentais para garantir a qualidade das águas, principalmente se levarmos em conta que, com a ampliação do percentual de esgoto tratado, o volume de lodo gerado crescerá significativamente.

Poluição Urbana

A poluição atmosférica urbana é produzida principalmente pelas emissões industriais e de veículos automotores. A contaminação do solo, embora menos notória, é um problema cuja gravidade não pode ser menosprezada. Produzida pela descarga de produtos químicos usados pela indústria urbana ou por despejos domésticos, ela é agravada pela deficiência dos organismos de monitoração e controle e de saneamento.

A poluição nas cidades é também sonora e visual. Hoje nas grandes cidades brasileiras não se pode falar de poluição sem incluir o ruído das ruas, dos veículos, além do som mecânico das lojas, das residências, dos bares, das aglomerações públicas, do comércio

e dos automóveis. A poluição visual está presente na descaracterização da paisagem urbana, na proliferação de painéis de publicidade nos espaços livres públicos e privados, no recobrimento das fachadas das edificações com propaganda, na verticalização em áreas urbanas de patrimônio histórico e artístico, no tratamento uniforme de pavimentos de ruas e calçadas e do mobiliário urbano. O sistema de CT&I pode contribuir para uma melhor identificação do que seja esse tipo de poluição e do modo como os padrões culturais de referência estão mudando, por meio do incentivo a pesquisas e propostas de controle e gestão urbana das atividades causadoras.

Habitação

O déficit habitacional brasileiro é, sem dúvida, um dos problemas sociais mais graves do País. Mas o problema habitacional transcende a carência de habitações e diz respeito à ocupação desordenada do solo urbano, aos padrões técnicos e normas gerais que regulam a ocupação do solo e as construções residenciais, ao elevado custo, baixa qualidade e adaptabilidade das construções às condições ambientais e socioeconômicas da população.

O Brasil conta com inúmeras experiências na área de construção residencial, executadas tanto no âmbito de programas habitacionais quanto por iniciativa de instituições de pesquisa e organizações comunitárias. Um primeiro passo para a definição de diretrizes de CT&I para habitação deveria ser, sem dúvida, documentar e analisar essas experiências, permitindo dessa forma uma utilização mais abrangente e adaptação às condições e especificidades locais. Isto possibilitaria o uso imediato e disseminação, sem custos adicionais, de tecnologias e técnicas já desenvolvidas e testadas em programas de caráter social.

Um levantamento sistemático dessas técnicas deve ser desenvolvido por especialistas que possam avaliar as experiências e recomendar formas de uso imediatas, ampliando, por exemplo, o Centro Nacional de Referência em Habitação/Infohab.

As iniciativas na área de habitação devem ser consistentes com os princípios do desenvolvimento sustentável, e as ações de CT&I para os próximos dez anos deveriam incluir, necessariamente, as seguintes prioridades:

- urbanização/recuperação de áreas de habitações “subnormais”. Essas ações devem considerar as condições locais, as soluções geradas pela própria comunidade e as questões fundiárias envolvidas no uso do solo pretendido. Nesse sentido, CT&I devem contribuir para encontrar soluções que minimizem as remoções de famílias dos seus locais de moradia e ao mesmo tempo viabilizem a incorporação desses aglomerados à cidade moderna, com provisão de habitação e serviços públicos básicos;
- utilização de técnicas e de materiais de abundância regional, respeitados os requisitos de desempenho técnico, visando a o barateamento da habitação;
- utilização de recursos abundantes na comunidade, em particular a mão-de-obra desempregada e com ocupações precárias;
- estudos sobre as condições de vida e sociabilidade das aglomerações e bairros com grande concentração de habitações precárias, visando principalmente articular as soluções tecnológicas aos problemas socioeconômicos das comunidades pobres, de tal forma que as eventuais intervenções na área habitacional possam produzir efeitos colaterais positivos, tais como geração de emprego e renda na comunidade, aprendizado profissional e fortalecimento das organizações comunitárias.

A existência de um reduzido número de normas para os produtos da construção civil (cerca de 1.500, abrangendo produtos, ensaios, especificações etc.), assim como de poucas pesquisas no campo da racionalização dos componentes, restringe as possibilidades de elevar a eficiência da construção e reduzir o custo da habitação. Além disso, as normas técnicas existentes são pouco disseminadas, e a maioria dos agentes não se beneficia das vantagens potenciais da normalização, em particular no que se refere à qualidade, aumento da produtividade e redução de custos. Ao lado de um esforço para ampliar o número de produtos da construção civil cobertos pelas normas de qualidade e especificações necessárias para sua utilização mais eficiente, é preciso estimular pesquisas sobre a racionalização e uso sustentável de materiais e componentes. Nessa mesma linha, deve-se incentivar pesquisas com novos materiais disponíveis nas várias regiões do País. Faz-se também necessário o estímulo à elaboração de códigos de práticas.

Alguns estudos indicam que a simples redução do nível de desperdício na construção civil possibilitaria um aumento da ordem de 25% na oferta de habitação sem a adição de novos recursos. Programas de gestão da qualidade e da produtividade são fundamentais para modificar as condições dessa indústria, devendo-se, por exemplo, intensificar as ações implementadas no âmbito do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat/PBQP-H.

Soluções tecnológicas mais avançadas somente serão viáveis se acompanhadas de investimentos na formação e reciclagem da mão-de-obra, em grande medida a cargo das próprias empresas. O setor público pode e deve facilitar a ação dos agentes privados, sendo particularmente relevante o reforço do nível geral de educação, da educação profissionalizante e

da educação tecnológica. Nesse sentido, é importante reduzir o tempo de formação de trabalhadores especializados e desenvolver programas de capacitação e reciclagem utilizando as vantagens oferecidas pela sociedade de informação. Mais uma vez, a articulação entre os setores públicos e privados aparece como condição essencial para a superação de problemas, alguns simples, que afetam a qualidade de vida de milhões de pessoas.

É preciso avaliar a possibilidade de criação de um programa setorial destinado a promover o desenvolvimento tecnológico e gerencial da construção civil, juntando esforços das várias instituições tecnológicas especializadas e de excelência já existentes, estimulando o intercâmbio interdisciplinar e reforçando os laços entre a indústria e as instituições de pesquisa e ensino em todos os níveis. Nessa mesma linha, é necessário melhorar os laboratórios voltados para a qualificação e certificação de materiais e de componentes para a construção civil; desenvolver estudos e ações voltados para a melhoria das condições de trabalho na construção civil, assim como de iniciativas que ajudem a fixação da mão-de-obra; desenvolver estudos para a avaliação e o aperfeiçoamento de metodologia destinada à apropriação dos custos da construção da habitação popular, conforme propostas discutidas no Fórum de Competitividade da Indústria da Construção e no já mencionado PBQP-H.



QUALIDADE DE VIDA NO MEIO RURAL

O Brasil já não é um país rural. Ainda assim, quase 32 milhões de pessoas, número superior à população total de muitos países europeus e latino-americanos, vivem no campo ou em pequenas cidades e vilas, e dependendo diretamente das condições de vida e trabalho vigente no mundo rural.

O meio rural brasileiro representa de forma paradigmática as contradições estruturais básicas do País. Rico em recursos naturais exploráveis, do meio rural originam-se mais de 30% da riqueza produzida anualmente no País. No entanto, em um ambiente de riqueza e opulência, ainda vivem milhões de brasileiros auferindo níveis de renda insuficientes para assegurar a aquisição de uma cesta básica de alimentos. São heranças históricas com as quais já não é possível seguir convivendo, cuja superação é prioridade imediata do governo e da sociedade. CT&I têm grande responsabilidade nessa batalha e podem aportar contribuições efetivamente válidas para melhorar a qualidade de vida da população rural.

Estudo recente do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) estima que em 1997 pouco mais da metade dos domicílios rurais, abrigando quase 66% da população rural, eram pobres. Quase dois terços dos pobres rurais estão concentrados na região Nordeste (incluindo o norte de Minas Gerais). Considerando em conjunto os indicadores de renda e necessidades básicas, o percentual de pobreza sobe para quase



80% da população rural. Qualquer programa visando melhorar a qualidade de vida das populações rurais deve, portanto, levar em conta as características e condicionantes estruturais da pobreza rural no Brasil.

CT&I já vem desempenhando um papel relevante para as mudanças de qualidade de vida no meio rural. A introdução e difusão do “radinho de pilhas”, apenas para dar um exemplo, tiveram grande impacto, tendo sido por décadas o principal, senão o único, meio de comunicação e acesso à informação da população rural pobre. Ainda hoje o rádio é amplamente usado para a transmissão de programas de interesse público, desde educação, extensão rural até mobilização da população para campanhas de vacinação e outras. De fato, é possível afirmar que o simples aproveitamento do conhecimento, tecnologia e inovações já disponíveis poderiam produzir significativos impactos positivos na qualidade de vida da população rural.

Uma agenda de CT&I para melhorar a qualidade de vida da população rural deveria focar a capacitação da população para elevar seu nível de renda e a provisão e facilitação do acesso a alguns serviços públicos que tenham efeitos diretos sobre a qualidade de vida e sobre a capacidade de geração de renda, particularmente educação, saúde e capacitação profissional.

A renda da população rural é determinada por um conjunto de fatores estruturais e conjunturais cuja análise transcende os limites deste documento. Os condicionantes de natureza estrutural mais relevantes são disponibilidade e qualidade dos recursos naturais para exploração agropecuária, acesso aos demais meios de produção, à informação e aos mercados de insumos, produtos e serviços, nível tecnológico e produtividade,

qualidade e nível de remuneração de empregos no meio rural. Dentre os atributos dos próprios indivíduos, deve-se destacar a saúde, o nível educacional e a qualificação profissional como determinantes diretos do nível de renda e da qualidade de vida da população rural. Por último, é necessário indicar que a provisão e acesso à infra-estrutura básica, especialmente transporte, energia e comunicações, também condicionam, direta e indiretamente, o nível de renda e a qualidade de vida no meio rural.

A superação desse quadro exige a coordenação de esforços de várias áreas, e CT&I, por si só, não podem ser vistas como portadoras de soluções mágicas ou milagrosas. Dessa maneira, as indicações a seguir devem estar inseridas em um contexto mais amplo de ação de vários setores dos governos e da sociedade em geral.

Além das atividades de pesquisa científica e tecnológica, é necessário reforçar as ações de extensão tecnológica, ampliando o acesso às informações e à capacitação técnico-profissional, seja dos produtores, seja dos profissionais que trabalham nos serviços rurais.

A oferta e a qualidade da educação formal no meio rural são inferiores às das cidades. Muitos daqueles que têm acesso à escola concluem o nível médio sem de fato absorver o conteúdo essencial previsto para esses anos de estudos. Tal deficiência reduz os efeitos positivos da educação formal, em particular as possibilidades de os indivíduos lograrem uma inserção favorável na economia e melhorar de vida. A decisão de mudar essa situação esbarrará na insuficiência de quadros humanos qualificados para levar a cabo a tarefa; no baixo nível de qualificação e habilidade profissionais dos professores, extensionistas, outros

técnicos e da mão-de-obra atualmente empregada. É possível construir, improvisar salas de aulas e adquirir equipamentos. No entanto, é impossível formar professores em curto prazo de tempo, e a alternativa de improvisá-los costuma produzir os efeitos duvidosos das vacinas vencidas. O desafio é utilizar a tecnologia da informação para qualificar e requalificar professores que trabalham no meio rural e nas pequenas cidades, preferencialmente residentes locais. A mesma tecnologia deveria ser usada de forma intensiva para educação à distância, assim como para programas de capacitação e extensão profissional (Quadro 3).

Em sua maioria, os domicílios da zona rural, mesmo os pobres, têm acesso à comunicação de massa. Cerca de 80% possuem rádio e 40% televisão. Por si só esses números são encorajadores, pois permitem a implementação de programas de educação rural, transferência tecnológica, capacitação profissional, educação sanitária etc., baseados na utilização, não apenas do rádio e da TV, mas também de novas tecnologias de comunicação e informação.

Um desafio do desenvolvimento científico e tecnológico é contribuir para criar condições para a permanência da população nas regiões rurais, em particular naquelas mais distantes e que oferecem condições de vida mais difíceis. Melhorar as oportunidades econômicas e as condições de saúde, habitação e educação, a partir de estudos sobre a realidade e potencialidade local, melhor aproveitamento de recursos escassos, identificação de uso econômico para recursos abundantes, conservação e recuperação do meio ambiente degradado, são algumas das áreas que deveriam receber atenção ao longo da década.

As secas atingem direta e indiretamente a qualidade

Quadro 3 **Programa de Apoio às Tecnologias** **Apropriadas - PTA**

Este programa objetiva o desenvolvimento, a transferência, a transformação e a apropriação de conhecimentos tecnológicos que possam agregar valor à produção proveniente da pequena propriedade rural e micro/pequenas empresas, observadas suas características econômicas, sociais, culturais e ambientais, com vistas a contribuir para a melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas. O Programa concentra-se basicamente em três linhas de atuação, que podem ser resumidas em produção, extensão e informação tecnológicas.

Componentes:

- Centros Vocacionais Tecnológicos (CVTs) – O estado do Ceará vem implantando uma rede de CVTs. São escolas de cunho essencialmente prático, voltadas para o ensino profissionalizante e para o estudo de ciências. Equipados com laboratórios de física, química, biologia, informática, eletromecânica, biblioteca multimídia, contando com um quadro docente qualificado, os CVTs estão sendo implantados em quarenta municípios. O objetivo é proporcionar apoio aos professores e alunos do 2º grau em aulas práticas e oferecer cursos técnicos profissionalizantes orientados de acordo com a vocação natural da região e segundo a capacitação tecnológica da população. Eles oferecem treinamento àquelas pessoas que não têm mais tempo de receber ensino formal, mas que, por não terem profissão definida, precisam adquirir novos conhecimentos para se manterem ou entrar no mercado de trabalho. Também é tarefa dos CVTs a prestação de serviços de análise laboratorial e de assistência técnica à comunidade.
- Centros Regionais de Ensino Tecnológico (Centecs). Os programas dos Centecs aliam o desenvolvimento de atitudes e habilidades necessárias para produzir e trabalhar em um ambiente competitivo, o treinamento técnico específico para a realização de tarefas produtivas a uma educação sólida que crie no profissional um autodidatismo e capacidade para aprimorar continuamente seus conhecimentos.
- Núcleos de Tecnologias Apropriadas (NTAs). Procuram avaliar e melhorar a produção local, otimizando a organização das qualificações empregadas, com o intuito de instalar pequenas unidades de produção, além de promover a capacitação do homem para executar trabalhos produtivos, mediante a realização de cursos.

de vida no meio rural, reduzindo a oferta de energia, água potável e para usos produtivos. O País perde, anualmente, somas altas, provavelmente superiores a U\$1 bilhão, em função das secas, principalmente no Nordeste, onde elas são eventos freqüentes (Quadro 4). É preciso ampliar a disponibilidade hídrica utilizando técnicas inovadoras como novas formas de exploração de água subterrânea no cristalino, processos de dessalinização, processos integrados de gestão da demanda e de racionalização do uso da água, controle e melhoria da qualidade da água e melhoria da previsão climatológica (ver Recursos Hídricos no Capítulo 5 - Desafios Estratégicos em CT&I).

Quadro 4 **O Semi-Árido Nordestino e o Programa Xingó**

O ambiente semi-árido do Nordeste brasileiro é diversificado, nos seus recursos naturais, e complexo, na convivência do homem com o seu clima seco e quente. Se, por um lado, o regime hídrico irregular se constitui em um sério fator limitante para a produção agropecuária, por outro existem áreas com boa disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas, bem como recursos de solo apropriados para desenvolver agricultura irrigada, em condições competitivas com outros semi-áridos do mundo.

O semi-árido, dominado pelo bioma Caatinga, é centro de origem de algumas espécies que exibem variabilidade genética, entre essas as plantas xerófilas, que têm múltipla utilização, seja como forragem, alimentação humana e usos medicinais, entre outros ainda pouco explorados.

O Ministério da Ciência e Tecnologia, juntamente com outras instituições como MEC, Sebrae, Embrapa e universidades, vêm desenvolvendo programas e projetos visando, por meio de diversas inovações tecnológicas e qualificação de recursos humanos, melhorar as condições de exploração sustentável do semi-árido.

O Programa Xingó é uma iniciativa de cunho multidisciplinar do MCT/CNPq e da Chesf, em conjunto com universidades de Sergipe, Alagoas, Bahia e Pernambuco, com grupos de pesquisa divididos em nove áreas. Assim, o Programa Xingó desenvolve ações em 29 municípios compreendidos nos estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe, em uma área total de 40.293km, abrangendo uma população de 584.883 habitantes, operando sempre no sentido de desenvolver as potencialidades da região do Baixo São Fran-

cisco. A estratégia do programa está calcada no entendimento de que o desenvolvimento passa pela elevação do nível de educação da população local e pelo maior conhecimento das potencialidades e vocações da região, passos necessários para a exploração sustentável da caatinga e melhoria da qualidade de vida do sertanejo.

O Programa Xingó tem como objetivos: (i) desenvolver Ciência e Tecnologia para a melhoria da qualidade de vida das populações e a sustentabilidade do semi-árido; (ii) atuar junto às comunidades de sua área de abrangência, difundindo e incentivando o uso dos conhecimentos científicos; (iii) priorizar as pesquisas divulgação dos conhecimentos em (a) gestão de recursos hídricos e (b) conhecimento e uso da biodiversidade da Caatinga.

Nesta mesma direção, a Embrapa Semi-Árido vem trabalhando há vários anos no sentido de conhecer, classificar e hierarquizar os fatores que limitam o desenvolvimento da agropecuária da região semi-árida do Nordeste. Essa experiência aponta para um novo tipo de relacionamento entre a pesquisa e o desenvolvimento rural e permite sintetizar os conhecimentos adquiridos em uma metodologia capaz de diagnosticar, de modo rápido e seguro, os recursos ambientais de solo, vegetação e água e os sistemas de produção.

É necessário indicar que o dinamismo dos pólos de irrigação presentes em vários estados nordestinos está fortemente baseado em investimentos em CT&I, cujos resultados viabilizaram a exploração comercial competitiva de cultivos até então não desenvolvidos na região.

ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO NO BRASIL

Quanto mais complexa a organização de uma sociedade, tanto mais dependente de sua segurança alimentar ela se torna. Em uma era urbana, de supermercados, alimentos congelados, produtos prontos para consumir e cadeias de restaurantes de refeições rápidas, é difícil às vezes dar-se conta de que a civilização humana sempre dependeu, para sua sobrevivência, da disponibilidade de alimentos em abundância e qualidade adequadas. É difícil, também, dar-se conta da qualidade nutritiva dos alimentos ingeridos quotidianamente ou das complexas cadeias produtivas que os trazem da terra até nossa mesa. Tecnologia e Inovação foram sempre fatores determinantes das condições de nutrição humana. Antes mesmo do surgimento da agricultura, a tecnologia estava presente na pedra lascada e na lança que permitiam a caça de animais selvagens. No presente, com mais razão ainda, Ciência, Tecnologia e Inovação estão na base da segurança alimentar das nações: produção, processamento, controle de qualidade, embalagem, conservação, distribuição, desenvolvimento de novas espécies comestíveis, pesquisa em nutrição, e assim por diante, têm tudo a ver com o domínio e expansão do conhecimento. A química provê análise de solos, defensivos agrícolas e métodos de conservação; a biologia e a genética, novos cultivares, novas formas de defesa contra pragas; satélites artificiais e a informática permitem georeferenciar plantações e a agricultura de precisão. Ao mesmo tempo, as Ciências Sociais têm um papel fundamental na avaliação dos impactos socio-



econômicos das transformações provocadas pela introdução das tecnologias, em particular sobre a pobreza e sobre o padrão nutricional das populações mais vulneráveis.

No Brasil, como em muitos outros países, enquanto alguns têm demais e gastam fortunas para perder peso, outros têm de menos e vivem no limite da subnutrição. Segundo a FAO, a disponibilidade teórica de alimentos passou de 2408 calorias *per capita*/dia em 1970 para 2958 em 1998, superando o mínimo para assegurar as necessidades alimentares da população. As pesquisas de orçamento familiar feitas pelo IBGE indicam que a estabilidade monetária teve impactos positivos significativos sobre a segurança alimentar das populações vulneráveis, mas, ainda assim, uma parcela da população, não apenas nas cidades, mas também no campo, passa fome ou não tem um regime alimentar minimamente adequado. Segundo dados do IPEA, uma em cada quatro crianças é pobre e vive sob o risco da fome. Estima-se que aproximadamente 33 milhões de brasileiros não aufram renda suficiente para adquirir a cesta mínima de alimentos, vivendo, portanto, em condições de insegurança alimentar. Ao mesmo tempo, a Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo estima um desperdício de gêneros alimentares associado a perdas pós-colheita da ordem de R\$10 bilhões, equivalente a quase 7 milhões de cestas básicas por mês durante todo um ano.

A viabilidade de crescimento sustentável com distribuição de renda e redução significativa da pobreza nos próximos dez anos – objetivos estratégicos da Nação – pressupõe o crescimento da oferta de alimentos em quantidade, qualidade e custo compatível com as necessidades nutricionais e nível de renda da população brasileira. Trata-se, sem dúvida, de um dos principais desafios que o País deverá enfrentar nos

próximos dez anos. A agenda brasileira de CT&I para alimentação e nutrição deverá focar tanto a questão do abastecimento e acesso, como a questão da qualidade dos alimentos.

Os problemas de saúde relativos à má nutrição comprovam que a questão alimentar não se resume ao acesso, mas também à adequação da dieta e qualidade dos alimentos. As doenças nutricionais, a desnutrição por um lado e a obesidade por outro, além das decorrentes das carências específicas causadas pelas inadequações de micronutrientes, impõem acompanhamento e avaliação de políticas específicas que pressupõem as ações conjuntas de abastecimento, saúde, educação alimentar entre outras.

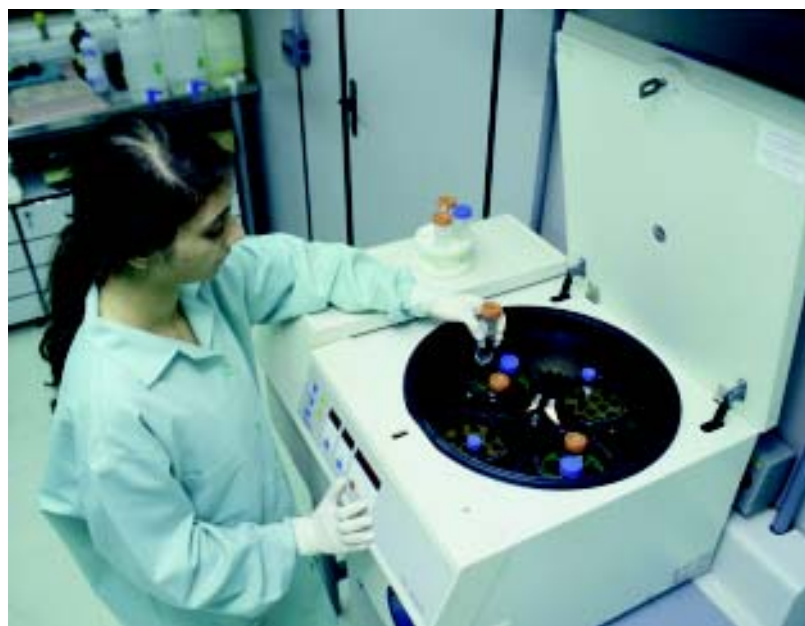
A preparação de uma Tabela Brasileira de Composição de Alimentos é uma prioridade e poderia vir a constituir-se em programa nuclear e aglutinador das áreas de estudo associadas à questão alimentar.

É necessário qualificar e capacitar laboratórios brasileiros para o controle científico da qualidade de alimentos, formando redes interlaboratoriais, dotados de equipamentos adequados e de recursos humanos qualificados para atuar na área de análise e certificação alimentar.

Programas sociais como a Merenda Escolar devem pressupor uma atividade de capacitação em Ciência e Tecnologia visando à qualidade, voltada aos atores envolvidos com os programas. A educação alimentar, tanto pela ótica da saúde/nutrição, quanto pela saúde/segurança do alimento, passa a ser pressuposto para o direcionamento das políticas sociais aliadas à Ciência e Tecnologia.

SAÚDE

Saúde e qualidade de vida são praticamente sinônimos sob muitos aspectos. Ciência, Tecnologia e Inovação estão no centro da questão saúde. Seja na identificação de doenças e de suas potenciais curas, seja, sobretudo, na prevenção das moléstias que nos afligem. Sem o microscópio, por exemplo, jamais saberíamos que são organismos invisíveis ao olho nu que causam um bom número de doenças. Sem a química, não teríamos compreensão dos mecanismos de atuação desses organismos. Sem a biologia, não saberíamos como entender o relacionamento entre os vários organismos vivos, suas relações mutuamente benéficas ou maléficas para o ser humano e seus animais domesticados. O conhecimento assim adquirido mune a espécie humana com armas de defesa contra seus “predadores” visíveis e invisíveis e contra desequilíbrios bioquímicos que afetam o metabolismo humano. Começa a indicar, também, caminhos para “ligar” e “desligar” o sistema auto-imune, responsável por alergias e rejeições a transplantes. A aspirina, um dos medicamentos modernos mais simples e mais utilizados, tem pouco mais de um século de existência. Os antibióticos surgiram no mercado após a II Guerra Mundial. As terapêuticas antivirais ou a prevenção, diagnóstico e tratamento do câncer ainda engatinham. Os recentes progressos na genômica (um termo que existe há bem pouco tempo) e na biotecnologia apontam para a possibilidade de progressos espetaculares para a ciência médica no século XXI. Todas essas inovações são ab-



“Para melhorar a qualidade de vida no País é fundamental que se disponha de uma sólida base científica própria em matéria de saúde. O Brasil não deve permanecer, nesta área, como dependente passivo do desenvolvimento tecnológico mundial. Em particular, cabe dar prioridade à produção nacional de “princípios ativos”, reduzindo sua subordinação atual às importações.”

*Kurt Politzer,
Indústrias Químicas Taubaté*

solamente dependentes da Ciência e Tecnologia.

A importância da saúde se reflete nos números da economia: apenas os Estados Unidos, no seu setor público, investe dezenas de bilhões de dólares por ano em pesquisas da saúde; a indústria farmacêutica movimenta, igualmente, dezenas, senão centenas de bilhões de dólares a cada ano. No Brasil, a dependência de insumos importados para o atendimento de necessidades básicas da saúde de sua população gera imensa vulnerabilidade estratégica do País, mas cria, também, oportunidade única para um esforço integrado de pesquisa, desenvolvimento e industrialização avançada. As questões de saúde se refletem nas políticas públicas – desde os orçamentos governamentais para o setor público de saúde e na regulação dos agentes privados, até as questões de patentes e de propriedade industrial, debatidas em foros internacionais. A capacidade do setor público de prover um atendimento médico de qualidade passa não apenas pelas questões de medicina social, mas, igualmente, por questões logísticas de organização da informação, para as quais a informática pode disponibilizar ferramentas essenciais.

Saúde é um exemplo marcante de como as mais diversas disciplinas de Ciência e Tecnologia – química, física, matemática, biologia, genética, medicina, engenharia, informática, Ciências Sociais, entre outras – podem ser articuladas entre si e com atividades de serviço e industriais – medicina social, postos de saúde, centros hospitalares e hospitais-escola, indústrias química, farmacêutica e de equipamentos médicos, incubação de novas empresas, entre outras - em um grande programa propulsor do desenvolvimento nacional.

A definição de diretrizes para CT&I em Saúde para os próximos dez anos deve levar em conta, necessa-

riamente, tanto o quadro epidemiológico e sanitário, como a política nacional de saúde do País.

Em que pesem as significativas melhorias dos indicadores de saúde pública da população brasileira, o quadro epidemiológico do País caracteriza-se pela presença dos três diferentes padrões que representam a transição epidemiológica:

- doenças de natureza infecciosa e parasitária associadas à carência ou à ausência de adequado saneamento ambiental e ainda ao incipiente desenvolvimento socioeconômico, especialmente carências nutricionais;
- doenças crônicas, em especial as cardiovasculares e neoplasias, relacionadas ao aumento da expectativa de vida e ao envelhecimento populacional;
- doenças relacionadas à urbanização e industrialização, à contaminação ambiental, ao processo de trabalho e às pressões da vida “moderna”, inclusive as provocadas pelas drogas e pela violência.

Além de inegáveis progressos, como o controle da poliomielite, registra-se o recrudescimento da malária, dengue e cólera, o crescimento de problemas associados às alterações socioambientais, ao envelhecimento da população e à mortalidade por causas externas, o aparecimento da síndrome da imunodeficiência adquirida (Aids) e de distúrbios relacionados ao trabalho e vida urbana, desde as lesões por esforço repetitivo até o *stress* e a depressão.

Esse panorama, que sobrepe características epidemiológicas de países atrasados e países industrializados, compõe o cenário da saúde no Brasil nos próximos dez anos, a realidade a ser transformada e, ao

mesmo tempo, os desafios a serem enfrentados.

Ao contrário da maioria dos países em desenvolvimento, o Brasil possui um sistema de saúde (público e privado) e um conjunto de instituições de pesquisa especializadas em saúde *lato sensu*, recursos humanos, experiências, técnicos e empresas que em seu conjunto caracterizam um sistema de CT&I em Saúde, distinto do Sistema Nacional de CT&I, e que deve servir de base para ações futuras nessa área.

Essa competência envolve instituições de ensino e pesquisa (universidades e institutos de pesquisa), indústria farmacêutica, indústria de insumos e equipamentos médico-hospitalares, indústria de base biotecnológica e instituições vinculadas ao sistema de saúde pública. As atividades de maior conteúdo cien-

tífico e tecnológico são realizadas notadamente por instituições públicas. O Sistema inclui ainda um extenso aparato regulatório, envolvendo normas de biossegurança, propriedade intelectual, ética em pesquisa com animais e seres humanos, vigilância sanitária, saúde suplementar, regulação da concorrência, entre outras esferas.

A definição de prioridades, tendo em vista a velocidade dos avanços científicos e técnicos, exige instrumentos dinâmicos, técnica e politicamente competentes de monitoração dos conhecimentos sobre o processo saúde-doença produzidos pelas ciências biológicas, pelas diversas especialidades médicas, pela epidemiologia, pelas Ciências Sociais; monitoração dos conhecimentos multidisciplinares voltados ao aumento da eficiência e eficácia do planejamento,

Quadro 5

Instituto do Coração (Incor): centro de assistência, ensino e pesquisa de qualidade mundial

Ao completar 25 anos, o Incor é considerado um dos maiores e melhores centros médicos do mundo. Contando com aproximadamente 450 leitos, nele se realizam, por dia, em média, 20 cirurgias, 40 cateterismos e intervenções, 160 ecocardiogramas e 70 estudos de radioisótopos. Laboratórios de diagnósticos sofisticados onde se realizam as técnicas mais modernas de investigação e intervenções, dão apoio logístico a essas operações. Métodos diagnósticos de ultrassom, radioisótopos, tomografia computadorizada e ressonância magnética, bem como técnicas bioquímicas modernas permitem a execução de processos mais recentes. Sistemas de monitorização contínua e informática que ligam vários setores do hospital, permitem o acompanhamento permanente da evolução dos pacientes. A recente inauguração do bloco 2 disponibilizou instalações sofisticadas que permitem a prática de uma medicina altamente diferenciada, em situações agudas ou eletivas. Setenta e cinco por cento de todos os atendimentos do Incor são para pacientes do SUS, sejam internados ou ambulatoriais.

As atividades do Incor são harmonicamente distribuídas entre assistência, ensino e pesquisa. No ensino, tanto graduação como pós-graduação são contempladas. Estudantes da USP, do terceiro ao sexto ano, são treinados no Incor. A pós-graduação em Cardiologia *strictu sensu* compreende hoje mais de 200 alunos. Residentes e estagiários – aproximadamente 200, dentre os quais muitos estrangeiros – em Cardiologia Clínica, Cirurgia, Anestesia, Pneumologia, Fisiologia Aplicada, Hematologia e Radiologia completam sua formação na instituição.

As áreas de pesquisa, que conjugam laboratórios com estrutura para pesquisa básica e investigação clínica, compreendem praticamente todos os campos da Cardiologia: hipertensão, miocardiopatias, aterosclerose, insuficiência coronária, insuficiência cardíaca, arritmias, valvopatias, biologia molecular, biologia vascular, imunologia, epidemiologia, lípidos, hemodinâmica e intervenções por cateteres, emergências cardiovasculares, doenças congênitas, transplantes, cirurgia cardíaca e outras. Estas atividades de pesquisa tem produzido inúmeras e constantes contribuições inovadoras, apresentações em congressos internacionais e publicações em revistas científicas de maior credibilidade.

Em busca do ideal de associar uma prática médica qualificada, associada à geração de novos conhecimentos, adotou-se uma filosofia baseada na busca constante de padrões de alta qualidade em todas as atividades do Incor, médicas ou não. Para viabilizar tal empreendimento adotou-se o modelo de administração mixto cooperativo: universidade, estado e iniciativa privada. A Fundação Zerbini e o estado, atuando em conjunto com os médicos, têm sido os instrumentos práticos que viabilizam a instituição, oferecendo-lhe mecanismos administrativos e financeiros que permitem sua sobrevivência e competitividade no mercado de trabalho, dentro do espírito acadêmico que norteia as instituições universitárias. Esta colaboração é o que permite dedicação integral de um corpo de cientistas profissionais, a atuação de profissionais médicos altamente qualificados, bem como a renovação tecnológica e humana constante da instituição, sem a qual o futuro da instituição estaria comprometido.

gestão e qualidade dos serviços; combate à violência e segurança pública e articulação e organização dos interesses dos diversos atores envolvidos no setor; conhecimentos orientados para a complexidade dos desafios éticos dos avanços em CT&I; e avaliação dos riscos e benefícios da incorporação dos novos conhecimentos na atenção à saúde.

As agências vinculadas ao MCT ou aos ministérios da Saúde, Educação e Agricultura vêm apoiando, de forma decisiva, porém pouco articulada, as atividades de CT&I em Saúde. Quase 25% do orçamento das agências federais de fomento a CT&I, incluindo a Capes (MEC), estão sendo alocados na área de saúde. É possível a existência de duplicações de esforços, perdas de recursos e subaproveitamento de potencialidades, problemas comuns em operações fragmentadas e sem mecanismos efetivos de coordenação. A organização, eficiência e transparência dos diversos mecanismos institucionais envolvidos são exigências para a superação dos entraves à otimização dos instrumentos em um contexto estratégico buscando a integração das necessidades de pesquisa identificadas pelo Ministério da Saúde com as prioridades definidas pelo MCT e MEC. Ao mesmo tempo, faz-se necessária a construção de mecanismos de absorção dos resultados pelo Sistema Único de Saúde, orientando essa política de CT&I para um claro compromisso ético e social de melhoria das condições de saúde da população e levando em conta as diferenciações regionais na busca de equidade.

Refletindo a atual conformação institucional da área de CT&I em Saúde, as informações para essa são dispersas e insuficientes para o planejamento e gestão das atividades de P&D nessa área. A organização de um sistema de informações estratégicas que

inclua, entre outras, dados atualizados sobre a situação epidemiológica do País, efeitos sobre a saúde da população e sobre as atividades econômicas, custo da prevenção/combate e avanços científicos, faz-se necessária com a efetiva articulação das diversas instâncias envolvidas. Tal sistema constitui o instrumento básico para a definição de prioridades e para a monitorização permanente da consistência e validade das definições realizadas, bem como reavaliações e computação de resultados.

Mesmo aceitando o cenário mais otimista para os próximos dez anos, seria temerário supor a disponibilidade de recursos suficientes para atacar integralmente todos os problemas. É necessário eleger prioridades. Isto já vem sendo feito com êxito pela articulação entre governo e sociedade representada pelas Conferências Nacionais de Saúde. A definição das prioridades científicas deve levar em conta as necessidades do País estabelecidas nesses complexos debates. Mais do que competir com outras nações, na área da saúde é fundamental levar em conta as particularidades epidemiológicas do Brasil, principalmente aquelas que não são objeto das preocupações e investimentos dos grandes laboratórios multinacionais. Em muitos campos, sem um programa nacional de CT&I, será impossível reduzir a vulnerabilidade do País para superar o quadro atual e enfrentar eventuais emergências no futuro.

O desenvolvimento de CT&I em Saúde para enfrentar problemas correntes só terá êxito, se fundado em sólida capacidade científica, tecnológica e industrial na área da saúde em geral, e também em um sistema qualificado para acompanhar ativamente os progressos nessas áreas e aplicar os avanços para a solução dos problemas correntes.

Além da pesquisa básica ou fundamental, qualquer política de CT&I em Saúde deve indicar áreas prioritárias para investimentos em pesquisa. Como já se mencionou, a definição dessas prioridades é tarefa complexa, cuja natureza política não exclui a necessidade de levar em conta também critérios técnico-científicos. A discussão e definição das prioridades deveria considerar os seguintes pontos: (i) a importância e o risco das patologias para a saúde pública do País; (ii) necessidade de geração e absorção de conhecimentos estratégicos em saúde, em uma orientação de busca de competitividade nacional a médio e longo prazos; (iii) patologias relevantes para o País que não sejam prioritárias para os países desenvolvidos; (iv) competência basal nas áreas escolhidas e capacidade de irradiação de novos grupos de excelência; (v) aplicabilidade dos resultados das pesquisas aos problemas prioritários da agenda da saúde pública.

No horizonte de dez anos, torna-se necessário estar atento para as novas tendências do conhecimento e da tecnologia em saúde, cujo impacto é de médio e longo prazos, a exemplo da terapia genética, da nanotecnologia, das diversas oportunidades oferecidas pelas biotecnologias, química combinatória, entre outras.

Nas últimas duas décadas, os recursos para o desenvolvimento científico e tecnológico na área de saúde foram expressivos, especialmente levando-se em conta o contexto geral do financiamento de CT&I. Também deram bons resultados e produziram uma substantiva capacitação institucional e tecnológica. A área de saúde é uma das mais dinâmicas do ponto de vista da geração de conhecimentos e da inovação, tendo participação marcante em todos os indicadores de C&T como dispêndio público e privado em P&D, trabalhos publicados, patentes, novos produtos e processos lançados no mercado e intensidade da relação

entre as instituições acadêmicas e a indústria.

Ainda assim, a situação hoje existente está muito aquém das necessidades e potencialidades do setor. A restrição dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), na última década, impossibilitou o desenvolvimento pleno de vários projetos e também a efetiva capacitação de diversos grupos emergentes de grande potencial. Desse modo, na estratégia dos fundos setoriais, agora adotada como fonte permanente de recursos para setores específicos, a área de saúde, vista como prioritária, terá de ser contemplada. A aprovação de um fundo setorial de Saúde virá assegurar fonte permanente de recursos para viabilizar a implementação de uma política nacional de CT&I em Saúde consistente com as necessidades e possibilidades do País. Ao mesmo tempo, esse fundo se apresentará como instrumento adequado para o exercício de uma efetiva coordenação, integração e articulação das diversas instâncias envolvidas no desenvolvimento de CT&I.

Além do aumento do aporte de recursos do setor público para a área de CT&I em Saúde, é necessária a mobilização de esforços para aumentar a participação do setor privado. A indústria nacional de bens de saúde ainda não alcançou padrões de preço e qualidade compatíveis com os níveis internacionais, e o avanço desse setor tem sido dificultado pela ausência de adequada articulação das políticas dirigidas para os vários segmentos do complexo de insumos farmacêuticos, química fina, biotecnologia, eletrônico, metal-mecânico e polímeros. A integração dessas políticas é requisito essencial para dar sustentação ao salto qualitativo e para aumentar a competitividade da indústria do setor saúde.

Na área de medicamentos, em que o Brasil ocupa a oitava posição no mercado mundial, com faturamento em torno de US\$6 bilhões, trata-se de aumentar o conteúdo tecnológico da oferta nacional, considerando que as matérias-primas ativas são importadas em quase sua totalidade. Para tanto, torna-se necessário estabelecer uma política eficaz de articulação da indústria privada com as instituições nacionais de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, criando-se um padrão de incentivos para a obtenção de competitividade com base na absorção e geração de inovações. (Ver o capítulo Desafios Estratégicos/Fármacos).

O Brasil continua contando com uma base industrial com capacidade para responder ao desafio de produzir medicamentos a custos acessíveis para a população em geral e compatível, seja com a realidade orçamentária, seja com as restrições do quadro macroeconômico. O crescimento sustentado esperado para a próxima década ampliará a margem de manobra nesse campo, mas isso não modifica o fato de que os recursos orçamentários continuarão escassos para a dimensão dos problemas, muito menos a decisão de que um país quase continental como o Brasil, com

mercado doméstico relevante, com uma população ainda jovem pressionando o mercado de trabalho, não pode renunciar ao objetivo de internalizar, de forma competitiva, segmentos produtivos relevantes para suprir pelo menos parte da demanda. Nesse contexto, ganha relevância apoiar o desenvolvimento e a produção de medicamentos. Destacam-se três linhas de ação: pesquisas focadas em algumas famílias de sais utilizados na fabricação de medicamentos de uso continuado e de grande consumo pela população brasileira; apoio à ampliação permanente da produção de medicamentos genéricos; pesquisas com vistas à produção de fitoterápicos, tomando como base a própria “medicina popular”, cuja experiência e importância continua fortemente subestimada no País.

A área de imunobiológicos (vacinas e *kits* para diagnósticos), por sua vez, constitui o principal nicho para a entrada competitiva do País nas novas biotecnologias em saúde. Existe uma base industrial concentrada em instituições de C&T (notadamente a Fundação Oswaldo Cruz e o Butantã), o sistema de vacinação em massa é dos mais avançados dos países em desenvolvimento, o mercado público é o maior

Quadro 6 Pesquisa em Medicina Clínica

Tanto o planejamento e execução de políticas de saúde como a promoção da pesquisa em medicina devem levar em conta a grande heterogeneidade do país, em termos regionais e sociais, que leva à existência simultânea de um perfil epidemiológico próprio de países de baixa renda (predomínio das doenças transmissíveis e condições maternas e perinatais) e de um perfil próprio de países desenvolvidos (predomínio de doenças não transmissíveis). As interações do setor de saúde com o de bem-estar social não devem obscurecer a análise de prioridade de pesquisa médica. Essa visão, ao mesmo tempo que reforça a importância da pesquisa em sistemas de saúde, evidencia a necessidade de promover o desenvolvimento de investigação clínica associada à pesquisa básica em câncer, doenças cardiovasculares, gerontologia e geriatria, distúrbios psiquiátricos, e transplantes de órgãos e tecidos. Além de sua crescente importância epidemiológica, são áreas em que a transferência de tecnologias para diagnóstico e terapêutica têm custos muito elevados, e nas quais a

descoberta de métodos preventivos tem impacto positivo imediato.

A importância de algumas doenças infecciosas (como tuberculose, infecções hospitalares e outras) continuarão a exigir atenção. Os altos custos da pesquisa médica, a urgência de obter resultados práticos e a necessidade de testar grandes grupos de pacientes para obter respostas sólidas exige um novo paradigma de organização: pesquisa colaborativa em rede ou multicêntrica. Neste sentido, é necessário que o incentivo a esta atividade seja vinculado ao próprio processo de geração de conhecimento básico e aplicado, e não apenas utilizado como campo de teste de medicamentos e imunobiológicos concebidos no exterior. Outra mudança necessária é a aproximação efetiva das áreas de saúde com a física, bioquímica e engenharia, para desenvolvimento de equipamentos de assistência e de diagnóstico, reagentes, processos diagnósticos e próteses, e a implantação de um parque biotecnológico próprio.

Quadro 7 **Centro para Controle de Enfermidades (CDC) de Atlanta**

O Centro para Controle de Enfermidades dos Estados Unidos funciona como um órgão nacional que tem como meta desenvolver e aplicar conhecimentos sobre prevenção e controle de doenças, da saúde ambiental, além de promover atividades educativas voltadas para melhorar a saúde da população.

Dentre as principais atividades desenvolvidas podem-se destacar: (i) mapeamento das principais áreas de ação; (ii) coleta e difusão de informações atualizadas; (iii) articulação de diferentes organizações, não necessariamente restritas à área de saúde; (iv) avanço na aplicabilidade dos conhecimentos de C&T em suas ações. Além disso, o CDC detecta e investiga problemas relacionados à saúde, conduz pesquisas a fim de intensificar os meios de prevenção, desenvolve e intercede sobre políticas públicas, promove comportamentos e fomenta o cuidado à saúde ambiental, além de promover lideranças e treinamentos especializados.

Atualmente, o CDC sustenta e desenvolve parcerias com entidades e órgãos públicos e privados. O CDC distribui-se em doze sub-

órgãos, sendo estes centros, institutos e agências, empregando um total de 8.500 pessoas, distribuídas em 170 ocupações relacionadas à saúde pública.

O CDC reúne competência instalada (humana, base de dados e equipamentos) para o diagnóstico, estudos epidemiológicos e controle das doenças transmissíveis. Em uma estrutura com tais facilidades, as disciplinas básicas desempenham papel fundamental.

No Brasil inexistia um centro semelhante, colocando o País em situação de “insegurança sanitária” e extrema fragilidade para enfrentar situações emergenciais como as epidemias de meningite, os surtos de cólera e dengue ocorridos recentemente. A implantação de um similar do CDC no Brasil daria uma contribuição decisiva para a modernização de métodos utilizados em laboratórios clínicos estatais ou privados em todo o País.

da América Latina e mesmo um dos mais expressivos do mundo, e existe toda uma infra-estrutura de controle de qualidade, essencial para o lançamento de novos produtos (Quadro 8).

O que falta é a articulação destas partes do sistema de acordo com uma política de competitividade que se baseie no poder de compra do Estado e na orientação dos esforços de pesquisa e desenvolvimento em vacinas estratégicas, segundo as necessidades de saúde da população. Estas iniciativas devem superar o forte hiato existente entre as atividades de pesquisa e a produção industrial.

O desenvolvimento das ciências básicas tem desdobramentos imprevisíveis para a área da saúde e apenas a existência de um sólido corpo de pesquisadores básicos pode enfrentar situações novas, não previstas, dentro da patologia humana. Portanto, é indispensável que, além do desenvolvimento específico de temas programáticos, seja contemplada, em qualquer política nacional de desenvolvimento científico e tecnológico em saúde, a sustentação continuada da competência nas áreas básicas pertinentes. O apoio aos grupos de excelência nacionais nessas áreas, como instrumentos para a geração de novos centros de competência distribuídos nas regiões do País, é fundamental (Quadro 7).

Quadro 8 Vacinas no Brasil

O desenvolvimento de vacinas e dos programas de vacinação no Brasil tem especial importância no campo da Saúde Pública do País. As campanhas de imunização da varíola e da poliomielite são exemplos da importância desta área, conquistando a erradicação destas doenças no Brasil. Outras viroses, como o sarampo, hoje uma raridade, têm sua eliminação nas Américas prevista nos próximos dois ou três anos.

Dois programas são de fundamental apoio à vacinação: (i) Programa Nacional de Imunização, considerado modelo pela Organização Mundial de Saúde (OMS), consolidou-se no Brasil por meio de altas coberturas e por oferecer enorme gama de vacinas gratuitamente à população, desde a BCG, hepatite B até vacinas para meningite meningocócica de soros grupos A e C e meningite meningocócica soro-grupos B e C; (ii) Programa de Auto-suficiência Nacional em Imunobiológicos, com apoio aos laboratórios produtores de vacinas, todos laboratórios públicos apoiados por vários programas de CT&I.

Mercado mundial de vacinas: em nível internacional, a atividade de produção de vacinas tem se concentrado em poucos grandes laboratórios multinacionais. Estes praticam um sistema de duplo preço, diferenciado para o mercado de seus países sede e os outros.

Desta forma, conseguem oferecer as vacinas a um preço marginal nas licitações. A OMS vem defendendo esta política, propondo que



os países mais desenvolvidos paguem preços mais altos e os mais pobres recebam as vacinas a um preço simbólico, quando não doadas.

O Brasil está colocado em uma posição intermediária, sendo definido como capaz de pagar pelas vacinas um preço de mercado, maior que os praticados pelo Unicef e o Fundo Rotatório da OPAS.

Desenvolvimento tecnológico de vacinas: o desenvolvimento de vacinas é um processo complexo, que envolve grupos de pesquisa multidisciplinares em um laboratório-piloto e estudos clínicos de campo, com longo período de maturação (dez anos em média), e alto investimento de risco. Estima-se que seja investido anualmente cerca de US\$1 bilhão por parte de governos e laboratórios privados na pesquisa e desenvolvimento de vacinas.

No Brasil, os investimentos em P&D na área de produção de vacinas são apoiados por vários programas de fomento à pesquisa, como o CNPq, PADCT, Finep, Fapesp e outros. O programa de biotec-

nologia do MCT permitiu a criação de vários grupos de pesquisadores envolvidos no desenvolvimento de vacinas contra importantes doenças, como a dengue e a leishmaniose, malária, esquistossomose, lepra, diarreias bacterianas e virais. Entretanto, estas iniciativas ainda não são integradas, fazendo-se assim necessárias a definição de prioridades e a coordenação das diferentes atividades.

The background features a complex, abstract design. On the left side, there is a grid of small squares that appears to be receding into the distance, creating a sense of depth. This grid is overlaid with a pattern of light rays or lines that radiate from the center, giving the impression of a lens or a window looking out onto a bright, distant horizon. The overall color palette is monochromatic, consisting of various shades of gray and white.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

The background image shows an aircraft manufacturing plant. Several fuselages are in various stages of assembly, with some showing the cockpit area and others showing the tail section. The lighting is warm and industrial, highlighting the metallic surfaces of the aircraft. A yellow recycling bin labeled 'METAIS METAL' is visible in the middle ground.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Muito mais do que no passado, conhecimento e inovação têm, hoje, papel estratégico e insubstituível no processo de desenvolvimento econômico. A conhecida tríade de fatores de produção – capital, trabalho e recursos naturais – já não é suficiente, por si só, para assegurar o progresso das nações. A estes fatores de produção deve-se agregar o conhecimento – a capacidade de utilizá-lo de forma criativa e produtiva –, sem o qual o capital envelhece, os recursos naturais não

podem ser explorados de forma sustentável e competitiva, e a produtividade do trabalho – em constante evolução nos países de economias dinâmicas – cai em termos relativos. Mas não é suficiente acumular conhecimento. É necessário, além disso, dispor de capacidade para inovar, ou seja, para aplicar o conhecimento na solução de problemas concretos enfrentados pela sociedade, para gerar novos produtos e processos; criar e aproveitar oportunidades de ganhos privados e sociais; produzir e distribuir riqueza; gerar bem-estar.

Assim como o conhecimento vem assumindo o papel de fator de produção essencial para o progresso social e econômico das sociedades contemporâneas, a capacidade para inovar é, sem dúvida, um dos fatores mais relevantes na determinação da competitividade das empresas e da economia em geral. Gerar conhecimento e reforçar a capacidade de inovação da economia brasileira constitui, sem dúvida, um requisito chave para transformar, de forma efetiva, o Brasil real, com todos os problemas conhecidos, no país que todos almejam.

A percepção de que o conhecimento é o elemento central de uma nova estrutura econômica que está surgindo, de que a aprendizagem é seu mais importante processo e de que a inovação é o principal veículo de transformação do conhecimento em valor permite que países desenvolvidos e um grupo de países em desenvolvimento adotem iniciativas para colocar Ciência, Tecnologia e Inovação no centro da agenda política e econômica.

No Brasil, entretanto, a percepção de que CT&I têm valor econômico é ainda praticamente restrita às comunidades acadêmica e tecnológica, aos órgãos governamentais do setor e à pequena parte do empre-

“Os países que lideram o desenvolvimento mundial cresceram com base em capitais nacionais. Uma estratégia para C&T, voltada para os dez próximos anos, deve ajudar a criar um ambiente que fortaleça a iniciativa privada nacional. Isto implica o desafio de adequada articulação da política de C&T com as demais políticas macroeconômicas do País.”

*Paulo G. Cunha,
Grupo ULTRA*

“Cresce a importância estratégica da inovação; se esta se desacelera, haverá redução progressiva da produtividade e do ritmo de crescimento. O País há dois obstáculos adicionais: o alto peso das restrições externas e a desnacionalização de parte do patrimônio empresarial. São funções prioritárias do Estado, portanto, “operar setorialmente”, complementando estímulos das políticas horizontais; e gerar incentivos para pesquisas de interesse social, as quais o mercado dificilmente privilegiará.”

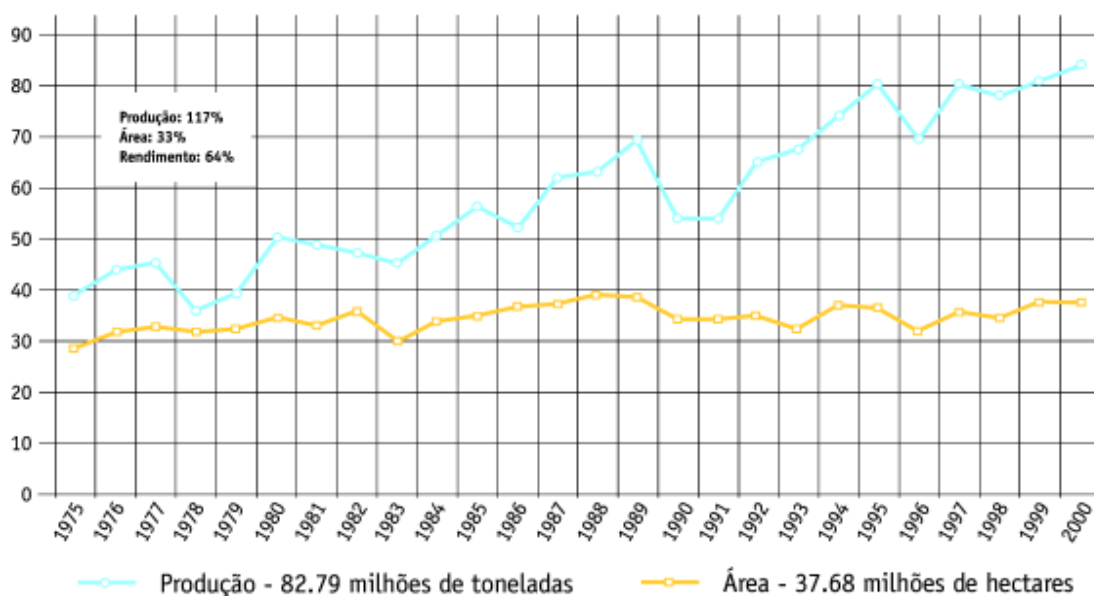
*Celso Pinto,
Jornal O Valor*

sariado. As transformações e eventos verificados nos últimos anos diretamente relacionados à CT&I e, particularmente, a criação dos fundos setoriais, o êxito do Projeto Genoma, o reconhecimento internacional da Embraer, entre outros, não apenas chamam a atenção do setor privado para a importância dos investimentos em CT&I, mas também permitem antever, pela primeira vez, que CT&I poderão ter papel de relevo no conjunto das políticas públicas. Apesar de sua recente intensificação, os esforços até agora realizados ainda não foram suficientes para que a geração do conhecimento e a inovação tecnológica entrassem em definitivo na agenda do País.

É, todavia, inegável a ampliação da percepção de que CT&I têm valor econômico e facilitam o reconhecimento, pela sociedade, de que os investimentos

feitos nessa área trazem importante retorno, na forma de empregos qualificados e mais bem remunerados, geração de divisas e melhoria da qualidade de vida. Não faltam exemplos, e não é demais repetir alguns deles: a Embrapa, cujas pesquisas viabilizaram a ocupação econômica competitiva do cerrado, transformando o Brasil em grande produtor de grãos e carnes (Gráfico 1); a Petrobras, que extrai petróleo do fundo do mar utilizando tecnologia gerada no País; a Fiocruz, cujas vacinas foram determinantes para a melhoria do quadro epidemiológico brasileiro; a cooperação Brasil-China, responsável pelo lançamento e operação do satélite de monitoramento dos recursos terrestres de ambos países. O desafio para os próximos anos reside em incorporar de modo significativo a contribuição da iniciativa privada ao processo de inovação e ampliar os exemplos como esses, de modo a transformar a inovação em dinamismo.

Gráfico 1: Evolução da Área e Produção de Grãos (Arroz, Feijão, Milho, Soja e Trigo)



Fonte: Embrapa.

As pesquisas realizadas pela Embrapa foram diretamente responsáveis pela ampliação da fronteira agrícola do País, com a transformação dos cerrados, até há poucas décadas considerados de baixa aptidão para a agricultura, em uma das principais zonas produtoras de grão do mundo.

de toda a economia, e não apenas de alguns nichos especiais.

A despeito da ênfase dada, na questão da inovação, às novas tecnologias da informação e da comunicação ou, em geral, ao chamado setor de alta tecnologia, a agricultura e os negócios dela derivados ainda geram cerca de 25% do PIB brasileiro e estão na base de um dos mais graves problemas do País: a questão fundiária. Tratar, portanto, de Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento econômico significa, obrigatoriamente, tratar da agricultura brasileira. Tanto da grande agricultura, que requer alta tecnologia e grandes investimentos de capital, quanto da pequena agricultura, que só sobreviverá economicamente se tiver expressiva adição de conteúdo tecnológico. Este desafio, se corretamente enfrentado, representa oportunidade de ascensão educacional, econômica e social para milhões de brasileiros. Assim sendo, este capítulo, após exame centrado principalmente em questões industriais, encerra-se com foco no debate sobre a inovação na agricultura.





C&T E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO

Ciência, Tecnologia e Inovação podem contribuir substancialmente para o desenvolvimento econômico, entendida esta expressão como o crescimento sustentável da renda *per capita* e do emprego, associado à melhoria da distribuição da renda pessoal e regional e à conservação do meio ambiente.

Os problemas decorrentes do espaço geográfico, das características da população e do perfil do parque produtivo brasileiro, entre outros fatores, exigem respostas que só o esforço nacional pode dar, o que indica a necessidade de que CT&I sejam o componente central de uma reformulação das políticas econômica e industrial. No médio e longo prazos, como tem sido nossa experiência, iniciativas em CT&I são cruciais para a criação de novas oportunidades de desenvolvimento e para a superação de obstáculos estruturais ao crescimento.

As inovações são o principal determinante do aumento da produtividade e da geração de oportunidades de investimento. A inovação compreende a introdução e a exploração de novos produtos, processos, insumos, mercados e formas de organização. Uma característica central da inovação tecnológica nas economias industrializadas é a crescente incorporação do conhecimento científico, cada vez mais complexo, aos processos mais simples de geração de riqueza. Embora o foco de promoção da inovação seja a inovação tecnológica (de produto e/ou pro-



cesso), não se deve subestimar a importância da inovação organizacional para o aumento da produtividade e para a constituição de ambiente adequado ao processo de inovação.

Nos países industrializados, tem crescido a preocupação com o papel da inovação tecnológica para o desempenho econômico dos serviços. No conjunto dos países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), os serviços são responsáveis por 70% do PIB (57% no Brasil). Portanto, o crescimento e a inovação no setor de serviços são progressivamente importantes para o desenvolvimento econômico. Em países de renda intermediária, como o Brasil, é maior a participação dos segmentos menos inovadores dos serviços. São setores que se caracterizam por baixa utilização de novas tecnologias, emprego de força de trabalho pouco qualificada, com remuneração média inferior à da indústria. Esta situação implica a existência de oportunidades de ganhos de produtividade substanciais por meio da difusão tecnológica.

Apenas para ilustrar as possibilidades nesse campo, bastaria mencionar que a indústria de maior crescimento relativo no mundo é a de entretenimento, liderada pelo turismo. O turismo, associado à exploração racional de espaços ambientalmente saudáveis e ao contato com a diversidade da vida animal e vegetal, está crescendo, e o Brasil é um dos poucos países capazes de fornecer um leque de opções. No entanto, ainda está incipiente entre nós essa tecnologia de serviços, potencialmente agregadora de valor e absorvedora de recursos humanos qualificados.

A inovação resulta de processo de aprendizagem no qual as empresas interagem com seus clientes, fornecedores e organizações produtoras de conhecimento, como as universidades, institutos tecnológicos e sistemas de treinamento. Nos sistemas nacionais de inovação, a interação desses atores forma o contexto em que ocorre a produção de conhecimento e inovação. As relações entre estes atores seguem padrões setoriais, que, por sua vez, são condicionados pelo contexto institucional nacional e regional. Estes padrões são diferentes entre si e refletem a multiplicidade de interações entre o mercado, a empresa e instituições externas de pesquisa (e também entre diversas funções internas da empresa).¹

O foco na organização para a aprendizagem tem levado a mudanças substanciais na organização interna e nas relações entre as empresas. Estruturas hierárquicas muito verticalizadas e rigidamente departamentalizadas tendem a dar lugar a arranjos organizacionais que privilegiam a comunicação horizontal e a combinação multifuncional de competências. Mesmo em nações com estruturas produtivas heterogêneas, como o Brasil, é significativa a difusão de práticas de trabalho em grupo. A necessidade de engajamento do conjunto das funções da empresa e da sua força de trabalho no processo de inovação é um dos fatores que conduzem à elevação dos requisitos de escolaridade mínima para a contratação de trabalhadores, tanto nos países mais industrializados, quanto nos países de renda intermediária. Neste contexto, é relevante o papel da escola, dos sistemas de formação profissional e das políticas educacionais.

1. Este enfoque substituiu a visão linear do processo de inovação, segundo a qual os resultados científicos seriam sempre o primeiro passo no processo de invenção tecnológica, à qual se seguiria a introdução de inovações no mercado.

A necessidade de aprendizagem permanente, no plano individual e das organizações, implica mudança no conceito de educação e formação profissional, e estas ganham contornos de atividade permanente (educação contínua). Nos países da OCDE, a soma dos gastos públicos em educação, dos dispêndios em P&D e do investimento em *software* tem crescido significativamente. Mais da metade desses investimentos se destina à educação. A força de trabalho desses países tem ampliado seu grau de escolaridade de maneira significativa. No intervalo de uma geração, a parcela da população total da OCDE com nível de educação superior cresceu de 22% para 41%.

A natureza interativa da aprendizagem e as facilidades de codificação e comunicação proporcionadas pela difusão das Tecnologias da Informação (TI) também têm transformado as relações entre as empresas e dessas com as instituições de pesquisa. Vem cres-

cendo, no âmbito internacional, a participação de redes de instituições e de empresas nas atividades de pesquisa e desenvolvimento, como revelam as informações patentárias.

Apesar dessas facilidades, ainda não é automática a efetiva constituição de relações de colaboração tecnológica entre empresas. Nos países em desenvolvimento, a questão da coordenação das relações dos fornecedores locais com clientes globais pode requerer algum nível de intervenção e regulação, caso se deseje maximizar a transferência de tecnologia e a aprendizagem nacional.

Um aspecto central do esforço dos países para ampliar sua capacidade de inovar consistiu no crescimento da parcela de dispêndios do setor privado, no total do dispêndio nacional (Tabela 1) em pesquisa e desenvolvimento. Sobressaem os casos do Japão,

Tabela 1: Porcentagem do Dispêndio Nacional em P&D Financiada pelas Empresas. Brasil: 1999 e Países da OCDE Selecionados: 1993/1998

Países	1993	1995	1997	1998
Alemanha	61,5	61,1	61,4	61,7
Brasil	...	...	...	35,7*
Canadá	43,3	46,5	48,3	48,7
Coréia do Sul	...	76,3	72,5	...
Espanha	41,0	44,5	44,7	49,8
Estados Unidos	58,3	60,4	64,3	66,7
França	47,0	48,3	50,3	...
Holanda	44,1	46,0	45,6	...
Irlanda	62,3	68,5	69,4	...
Itália	44,3	41,7	43,3	43,9
Japão	68,2	67,1	74,0	72,6
México	14,3	17,6	16,9	...
Portugal	...	19,5	21,2	...
Reino Unido	51,5	48,0	49,6	47,3
União Européia	52,5	52,5	53,9	...

Fonte: OECD. *Main Science and Technology Indicators*, n. 1, 2000. Coordenação de Estatísticas e Indicadores - MCT.

* Refere-se a 1999.

Coréia e Irlanda, em que os gastos privados são responsáveis por 70% dos dispêndios nacionais em P&D. No outro extremo, estão países como o México e Portugal, em que o governo é responsável por 70% desse dispêndio.

O progresso das nações da OCDE constitui um desafio para países em desenvolvimento, como o Brasil. No terreno da competição baseada na capacidade de inovação tecnológica, a fronteira estabelecida pelos líderes se move cada vez mais depressa. Para o Brasil, não se trata apenas de ampliar seu esforço em CT&I, ou de fazê-lo de forma a permitir que as empresas ampliem substancialmente sua participação nesse esforço. O desenvolvimento futuro vai depender também da capacidade do País para reduzir o fosso que o separa da fronteira tecnológica mundial.



A NECESSIDADE DE INCREMENTAR A INOVAÇÃO E O ESFORÇO TECNOLÓGICO DAS EMPRESAS

A industrialização brasileira caracterizou-se pela substituição de importações, política cuja tônica recaiu na importação de tecnologias embutidas nas plantas industriais, nos equipamentos e nos sistemas de controle de produção. Ocorreu também a importação de tecnologia não embutida, com procedimentos controlados pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), por meio dos contratos de transferência de tecnologia, que visavam disciplinar o acesso a tecnologias, principalmente se havia alguma possibilidade para o seu desenvolvimento no Brasil. Esta estratégia era coerente com o modelo geral, pois a utilização do poder de compra das empresas estatais de certa forma estimulou a geração de capacidade de oferta interna de tecnologia.

Esse modelo prescindiu, em grande medida, da capacidade interna de geração do conhecimento. O pequeno esforço empreendido pelas empresas no sentido de absorver, dominar e aperfeiçoar as tecnologias importadas refletiu-se no fato de que o setor produtivo demandou pouco envolvimento das universidades e institutos de pesquisa na produção de novas tecnologias. Esse distanciamento perdura até hoje, embora progressivamente se acumulem casos de êxito na relação universidade – centros de P&D – empresas. Rompê-lo constitui, sem dúvida, um dos grandes desafios da atualidade, especialmente se levarmos em conta que, ao mesmo tempo, é necessário promover a consolidação da pesquisa básica. Trata-

“Como o Estado poderá ser eficiente e eficaz, catalisando o desenvolvimento da C&T no futuro? O País “não poderá ser bom em tudo” e ganha relevância a tarefa de “focalizar” aquelas cadeias tecnológicas nas quais possa se especializar. Consciente de que uma estratégia empresarial decisiva, no mundo moderno, é um conveniente “controle” da incorporação e da difusão das inovações. Nas relações externas, este controle deve estar finamente associado ao comércio.”

*Isaias de Carvalho Macedo,
Unicamp*

se de tarefa complexa, que exige a reorientação das próprias prioridades e estratégias historicamente adotadas pela política científica e tecnológica – voltada, fundamentalmente, até muito pouco tempo, para o meio acadêmico –, para incluir as empresas, públicas e/ou privadas, como agentes e beneficiários das ações do setor público na área de CT&I. Requer também a reorientação da política econômica, em particular o reforço das políticas setoriais – industrial, agropecuária, de comércio exterior e tecnológica – e dos mecanismos de planejamento das ações do setor público e de coordenação interinstitucional em todos os níveis do governo e entre este e a sociedade.

O modelo de substituição de importações já necessitava de revisões em profundidade, em parte devido a seu próprio êxito, em parte devido às transformações ocorridas na economia internacional, quando se deu a abertura econômica do início da década de noventa. Ela marcou o fim da experiência de industrialização protegida, que, independentemente da avaliação que dela se faça, foi responsável pela transformação rápida e exitosa – pelo menos do ponto de vista econômico – de um país rural e agrícola em uma nação urbana e industrial. Desde então, a função de P&D privada concentrou-se em um grupo seleto de empresas de grande porte e de pequenas e médias empresas de base tecnológica, complementada por dispêndios associados a programas governamentais. Os investimentos e programas que mantiveram sua continuidade na última década apresentaram resultados importantes. Sobressaem as pesquisas agrícolas, em especial a da soja, e conquistas na área da biologia, como vacinas, além das tecnologias de materiais e prospecção do petróleo, entre outras.

Cabe observar que, em áreas críticas para o desenvolvimento científico-tecnológico – como nos campos da biologia, química fina, novos materiais, microeletrônica, mecânica de precisão –, as tecnologias ainda não estão disponíveis para transferência, havendo de se estimular a capacidade de desenvolvimento endógeno, mediante, inclusive, a estratégia de parcerias com centros de excelência no exterior, com o objetivo de alcançar o desenvolvimento conjunto de tecnologias selecionadas.

Outro ponto a ressaltar é a importância ainda limitada dada às atividades de P&D, como fator crítico para a competitividade empresarial. Na maioria dos casos, as estratégias empresariais de ampliação da competitividade se restringem às melhorias incrementais do produto e do processo produtivo.

As empresas brasileiras apresentam elevado grau de heterogeneidade em relação ao seu desempenho inovador, embora se registre avanço importante neste campo. Para o conjunto das empresas industriais paulistas, a taxa de inovação² de 25% – ou seja, a indicação de que um quarto de todas as empresas industriais paulistas introduziram alguma inovação de produto ou processo – não se distancia das taxas dos países que apresentam estrutura produtiva com nível de desenvolvimento e complexidade tecnológica semelhantes ao do estado de São Paulo, como Espanha (29,5%) e Austrália (26%). Entretanto, quando a referida taxa é confrontada com a de países de industrialização madura e mais avançada, como França (41%) e Alemanha (53%), evidencia-se uma distância substancial entre os níveis de desempenho inovador das empresas industriais (Tabela 2 e Quadro1).

² A taxa de inovação mede a participação de empresas que realizam inovação no total das empresas.

Tabela 2: Taxa de Inovação das Empresas Industriais, segundo tamanho de empresa. Estado de São Paulo: 1994 - 1996

Tamanho de Empresa (Faixas de Pessoal Ocupado)	Empresas Inovadoras	
	% do número de empresas	% do valor adicionado
Até 99	21,7	33,0
100 a 249	51,6	56,6
250 a 499	59,5	61,7
500 e mais	69,7	82,4
Total	24,7	68,0

Fonte: Fundação Seade: Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (PAEP); Seape, 1996.

As diferenças nas taxas de inovação refletem sobretudo a capacidade de absorção de novas tecnologias, uma vez que o conceito de inovação, tal como aqui utilizado, refere-se à adoção (e não necessariamente à geração) de novas tecnologias de produto e/ou processo. Neste sentido, pode-se dizer que houve considerável taxa de adoção de inovações na economia paulista. Mesmo não dispondo de informações tão precisas para outros estados, é razoável sustentar a hipótese de que esse movimento, mesmo que com menor intensidade, foi mais amplo, em termos geográficos, especialmente em estados como Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, cujas economias vêm registrando notável expansão das atividades industriais. Esta tendência é compatível com o período de crescimento e de retomada de investimento que caracterizaram os primeiros anos do Plano Real, fase em que a indústria assistiu a intenso movimento de introdução de produtos e processos novos. O relativamente fraco desempenho inovador das pequenas empresas reflete, além das dificuldades por elas encontradas no desenvolvimento próprio de produtos, a baixa taxa de difusão de novas tecnologias.

As taxas de inovação apresentam grande heterogeneidade regional, quando considerada a indústria bra-

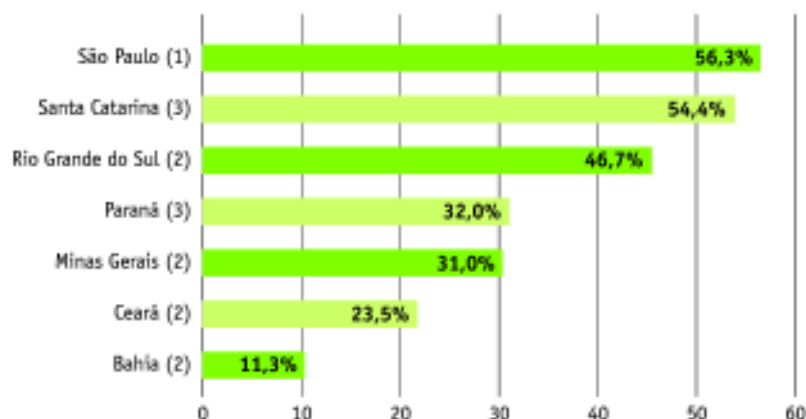
sileira como um todo. Pesquisas aplicadas em diferentes estados brasileiros revelam que, no período de 1994 a 1999, a taxa média de inovação das empresas industriais brasileiras com 100 ou mais empregados foi de 46%; revelam também pronunciada disparidade da taxa de inovação por estado (Gráfico 2). A situação encontrada na economia paulista, por exemplo, com taxa de inovação de cerca de 56% para empresas de médio e grande porte, não se reproduz nos demais estados brasileiros.

Quadro 1 **A Elaboração de Indicadores de Inovação no Brasil**

Um avanço importante na elaboração de indicadores de inovação e da atividade tecnológica das empresas ocorreu na década de noventa, com o desenvolvimento de metodologia para pesquisas de inovação (Manual de Oslo, OCDE, 1997). No Brasil, a experiência com pesquisas de inovação se iniciou com a realização da PAEP/Seade (Pesquisa da Atividade Econômica Paulista). Trata-se de pesquisa aplicada na indústria de transformação paulista, com referência ao período 1994/96, que cobriu cerca de 10.000 empresas com cinco e mais empregados. Apesar da variação das características estatísticas das pesquisas de inovação, elas permitem situar o desempenho inovador das empresas de diferentes países.

O principal indicador de desempenho inovador das empresas é a taxa de inovação, que indica a participação percentual das empresas inovadoras, ou seja, das empresas que introduziram produtos e/ou processos novos ou substancialmente modificados, num setor, numa região ou na economia.

Gráfico 2: Taxa de Inovação da Indústria de Transformação em Estados Selecionados



*Participação percentual do número de empresas industriais com 100 e mais empregados, com sede no estado, que realizaram inovação de produto e/ou processo sobre o total de empresas industriais com as mesmas características. (1) Refere-se ao período de 1994 a 1996. (2) Refere-se ao período de 1994 a 1998. (3) Refere-se ao período de 1994 a 1999. Fonte: Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (PAEP), Seade, 1996 e Pesquisa da Atividade Econômica Regional (PAER), Seade.

A despeito dessa heterogeneidade, o desempenho inovador das empresas brasileiras na segunda metade dos anos noventa pode ser considerado razoável. No caso das grandes empresas industriais do Sul e do Sudeste, a maioria tem atualizado produtos e processos. No entanto, deve-se esclarecer que a atualização de produtos e processos não resultou primordialmente de investimentos diretos em P&D e de processos de aprendizagem e formação de competências internas. Na verdade, as empresas têm-se utilizado de forma intensa da transferência de tecnologia importada para viabilizar com agilidade o processo de inovação. Esta estratégia poderia ser potencializada, caso fosse acompanhada de esforço interno para completar o “ciclo de absorção da tecnologia importada”.

A debilidade do esforço de realização de P&D interno é confirmada pelas informações disponíveis (Tabela 3), as quais indicam que as empresas apresentam investimentos relativamente baixos neste campo, atingindo, em seu conjunto, o percentual de 0,3% do PIB (equivalente a 35,7% do dispêndio na-

cional em P&D). Como já se mencionou, a tarefa de superar esta debilidade é fundamental para a consolidação de um sistema de CT&I capaz de responder às exigências do desenvolvimento brasileiro. A política de CT&I, em conjunto com outros instrumentos de política pública, deve criar condições e incentivos para a geração de tecnologia no País.

Evidência adicional desta situação está na forma como as empresas procuram informações para subsidiar seu processo inovativo. Na maior parte dos casos, as atividades de inovação são influenciadas primordialmente pelas suas ligações comerciais com clientes, fornecedores e competidores. A importância do esforço tecnológico interno (departamento de P&D) vem em quarto lugar. Em geral, pode-se afirmar que as empresas brasileiras parecem ser mais reativas ao mercado do que propensas a serem inovadoras ativas. Também chama a atenção a baixa importância atribuída pelas empresas às universidades e institutos de pesquisa como fontes da informação.

**Tabela 3: Gastos em P&D das Empresas em percentagem do PIB
Países Selecionados: 1998**

Países	Gasto em P&D das empresas em percentagem do PIB
Estados Unidos	2,2 ^{**}
Coréia do Sul	1,8 ^{**}
França	1,4 ^{**}
Austrália	0,7 ^{**}
Itália	0,6 ^{**}
Brasil	0,3^{**}
Hungria	0,3 ^{**}
Portugal	0,1 ^{**}
México	0,1 ^{**}

Fonte: OECD: *Main Science and Technology Indicators*, n. 1, 2000; Coordenação de Estatística e Indicadores - MCT

Nota: os sobrescritos correspondem ao ano de referência da informação

Os indicadores de produção tecnológica refletem com clareza essa estratégia de não privilegiar a realização de P&D no País. Entre esses indicadores, vale realçar os que se referem à atividade de patenteamento, a qual, embora apresente importantes discrepâncias entre os países avançados, vem conquistando crescente relevância econômica.

A outra face deste processo refere-se às remessas e ingressos relativos a serviços tecnológicos. As estratégias das empresas no País, marcadas por nível considerável de aquisição externa de tecnologia, vêm elevando o total do fluxo de pagamentos brasileiros relacionados com contratos de tecnologia, embora, ao mesmo tempo, também esteja crescendo a receita derivada de fornecimento de tecnologia (Tabela 4).

A partir de 1993, com a recuperação do crescimento da economia e as transformações legais realizadas na ordem econômica nacional, os volumes de recursos remetidos ao exterior retomaram a tendência de evolução ascendente, interrompida nos anos oitenta.

Em 1988, os montantes enviados alcançaram US\$141 milhões, limite inferior histórico da série de remessas; os ingressos perfaziam apenas cerca de US\$70 milhões. Em 1999, as remessas chegaram a cerca de US\$2,97 bilhões, ao passo que os ingressos, na mesma data, totalizaram US\$1,25 bilhão. É interessante notar que o crescimento foi expressivo tanto para as remessas, quanto para os ingressos.

O resultado final consolidado foi o crescimento do déficit nos fluxos referentes à transferência de tecnologia (Gráfico 3), de um patamar inexpressivo, até 1992, para US\$1,7 bilhão aproximadamente, em 1999, que continua onerando o balanço de pagamentos. Um elemento positivo novo (da década de noventa), no entanto, que merece atenção tem sido o crescimento do fluxo de ingressos, até então inexpressivo.

Vale ressaltar que, apesar de revelarem volume ainda relativamente limitado, os indicadores disponíveis sugerem a tendência de um maior esforço das em-

Tabela 4: Remessas e Receitas ao Exterior por Contratos de Transferência de Tecnologia/Brasil: 1985, 1990, 1995 e 1999

Modalidade de Contrato	1985		1990		1995		1999	
	Receita	Remessa	Receita	Remessa	Receita	Remessa	Receita	Remessa
Fornecimento de Serviço de Assistência Técnica	57,7	122,0	127,3	174,0	275,6	310,5	1.125,8	1.365,6
Fornecimento de Tecnologia	1,4	44,1	3,4	31,7	6,9	222,2	14,7	482,3
Marcas licença de uso/cessão	2,1	0,1	0,9	0	1,2	5,0	4,5	37,9
Patentes licença de exploração/cessão	1.658,0	2.476,0	643,0	3.054,0	1.169,0	138,6	154,0	97,1
Franquias	-	-	-	-	-	-	-	4,3
Marcas e patentes registro, depósito ou manutenção	-	-	-	-	10,9	3,5	75,6	7,5
Implantação ou Instalação de Projetos	-	-	-	-	13,7	3,7	27,8	15,6
Software (cópia)	-	-	-	-	39,0	236,2	2,4	956,1
Total	62,9	168,7	132,2	208,8	348,6	919,8	1.251,2	2.968,3

Em US\$ 1.000.000

Fonte: Banco Central / Depec / Dibap.

Obs.: Fornecimento de Serviço de Assistência Técnica inclui Serviços Técnicos Especializadas.

Tabela 5: Estimativa das Despesas Realizadas pelas Empresas do "Universo Anpei" em Atividades Inovativas - Brasil: 1993-1999

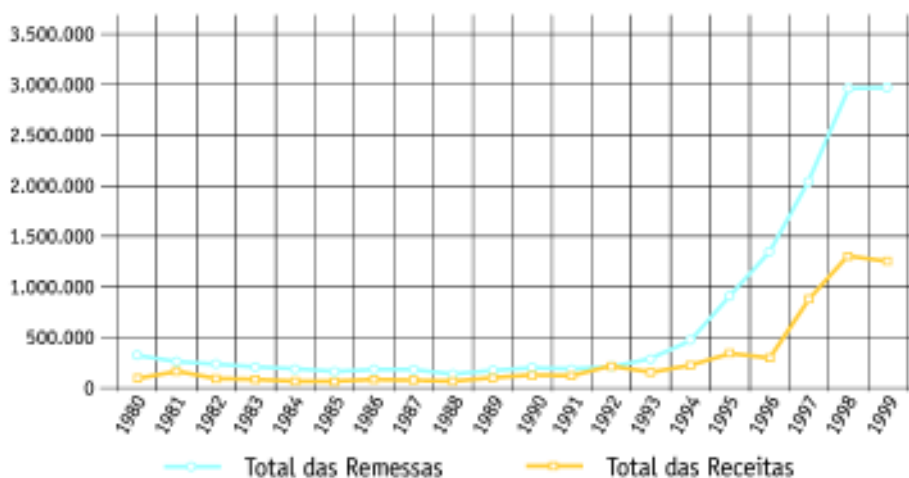
Ano	P&D	Serviços	Aquisição de Tecnologia	Engenharia Não-Rotineira	Total
1993	1.166,0	398,4	270,1	456,0	2.290,5
1994	999,5	321,0	313,5	483,5	2.117,6
1995	1.215,5	296,6	244,3	432,7	2.189,2
1996	1.528,6	240,6	294,0	628,9	2.692,2
1997	2.011,8	316,0	300,4	271,3	2.899,5
1998	1.724,3	468,1	224,8	302,3	2.719,4
1999	2.394,9	726,0	641,0	349,1	4.111,1

Em R\$ 1.000.000, de 1999

Fonte: dados brutos - Anpei. Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - MCT

Nota: informações originais expandidas para "Universo Anpei" (V. Anexo Metodológico)

Gráfico 3: Balanço Tecnológico - Brasil 1980 a 1999 (mil US\$)



Fonte: Banco Central / Depec / Dibap.

presas na área. A entrada em vigor dos instrumentos legais de incentivos fiscais – Lei 8.661/93 (Incentivo à P&D no Setor Industrial e na Agropecuária) e Lei 8.248/91 (Lei de Informática) – contribuiu de forma importante para esta ampliação, embora com impactos circunscritos às grandes empresas e por tempo muito limitado.

Dois indicadores revelam esse aumento do gasto privado: os números da pesquisa da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Industriais (Anpei), tabela 5, que foram recentemente atualizados e expandidos para um universo de aproximadamente 1100 empresas (“Universo Anpei” – ver nota 3 e Anexo Metodológico), e as informações do dispêndio em P&D das subsidiárias de empresas norte-americanas. As informações da Anpei dão conta de significativo aumento dos gastos, ao longo da década de noventa. Ainda que esse resultado não represente a totalidade da indústria brasi-

leira, a metodologia empregada para essa estimativa representa aprimoramento importante em relação às séries divulgadas anteriormente. Com exceção da redução do dispêndio com engenharia não rotineira, todas as demais despesas se elevam em termos reais, com destaque para P&D e para aquisição de tecnologia, o que é coerente com as informações do balanço tecnológico.

As informações prestadas ao governo dos EUA pelas empresas controladas por companhias norte-americanas também reforçam esse diagnóstico. Segundo as mesmas, os dispêndios com atividades de P&D no Brasil teriam alcançado a cifra de US\$489 milhões em 1996. Assim, a avaliação de um dispêndio global de 0,3% do PIB, por parte das empresas³, é índice revelador tanto do aumento recente, quanto da necessidade de elevar o patamar de esforço do setor empresarial (Tabela 6).

3 Esse valor foi alcançado mediante a expansão dos dados da Anpei para o chamado Universo Anpei, que é formado pelo conjunto das empresas cadastradas na Anpei. Estas são as empresas que, sem dúvida, realizam grande parte do dispêndio nacional em P&D. Optou-se aqui, em função da inexistência de parâmetros consistentes, por não estimar o gasto em P&D do restante da indústria, o que sem dúvida elevaria esse percentual.

Os investimentos sistemáticos em pesquisa científica e tecnológica também resultaram em acumulação de conhecimento e produziram resultados econômicos expressivos. Esta é, por exemplo, a situação da Embrapa, que trouxe contribuição substancial para o desenvolvimento da agricultura brasileira, com implicações de monta para a competitividade externa do agronegócio e para a desconcentração regional do desenvolvimento (ver seção Agricultura). Deve-se destacar que o MCT, por meio do fomento direto à pesquisa e pela concessão de bolsas de estudo, vem apoiando as iniciativas da Embrapa e de diversos institutos vinculados a outros ministérios.

Um exemplo expressivo é o da Petrobras e seu Programa de Capacitação Tecnológica para Exploração em Águas Profundas (Procap), por meio do qual a empresa vem realizando importantes atividades de exploração e produção em águas profundas. As iniciativas efetuadas nas regiões marítimas tornaram-se fundamentais para o aumento da produção de petróleo e gás natural, tendo em vista a política de busca de autonomia em petróleo iniciada nos anos oitenta. Esses esforços foram inaugurados com a descoberta de Albacora (1985) e Marlim (1986), considerados os primeiros campos gigantes (com reservas superiores a 1 bilhão de barris) de petróleo até então encontrados no Brasil (bacia de Campos, no estado do Rio de Janeiro). O significado econômico

Tabela 6: Gastos com P&D de Subsidiárias de Empresas Norte-americanas realizados fora dos EUA, segundo país: 1982, 1989, 1994 a 1996

País	1982	1989	1994	1995	1996
Total	3.851	7.922	11.877	12.582	14.181
Alemanha	1.079	1.726	2.849	3.068	3.061
Reino Unido	824	1.718	2.158	1.935	2.133
Canadá	505	975	836	1.068	1.582
Japão	112	1.000	1.130	1.286	1.337
França	332	521	1.372	1.271	1.326
Itália	150	393	365	346	553
Holanda	65	367	415	495	545
Brasil	97	92	238	249	489
Suécia	28	31	72	691	439
Austrália	114	190	230	287	409
Bélgica	223	313	469	292	369
Espanha	40	58	D	288	317
Irlanda	9	156	396	171	193
Suíça	60	59	191	242	189
Israel	11	29	96	97	166
México	30	37	183	58	119
Cingapura	D	24	167	63	88
África do Sul	23	9	14	17	18

US\$ 1.000.000

Fonte: U.S. Bureau of Economic Analysis, apud Science and Engineering Indicators, NSF, Washington, DC, 2000.

Nota: D = não divulgado para não caracterizar a identificação de empresa individual.

Quadro 2 Programas Tecnológicos Offshore da Petrobras

O Procap 1000 apresentou dois distintos esforços de pesquisa: o primeiro está relacionado com o aprofundamento do conhecimento sobre os sistemas já utilizados pela Petrobras (Sistemas flutuantes de produção); no segundo, a empresa passa a fazer monitoramento de inovações tecnológicas, muitas delas ainda em sua fase exploratória, ou seja, sistemas de produção que se encontravam na fase de desenvolvimento conceitual.

A complexidade dos esforços demandados neste Programa tornou fundamental o envolvimento de vários agentes de inovação nacionais e internacionais, destacando-se as universidades, centros de P&D, empresas de engenharia e indústria. Trabalharam nesse Programa mais de 400 funcionários da Petrobras e cerca de 1000 pesquisadores e técnicos de instituições e empresas brasileiras e estrangeiras.

Entre os resultados alavancados com o Procap 1000, pode-se mencionar o domínio da tecnologia de sistemas flutuantes de produção para águas profundas (até 1000 metros). Em decorrência do Programa, a Petrobras iniciou a produção no campo de Marlim, a partir de 1992. No mesmo ano, a Petrobras foi premiada pela *OTC (Offshore Technology Conference)* em Houston-Texas, pelos seus avanços tecnológicos nos sistemas flutuantes de produção em águas profundas. Em junho de 1994, foi instalada a plataforma P-XVIII, a 910 metros de profundidade, com capacidade de produção de 100 mil barris por dia, que foi durante dois anos recordista mundial. Durante esse programa, a empresa obteve o registro de vinte e duas patentes internacionais

relacionadas com os conceitos submarinos de produção.

Um estudo de avaliação do Procap 1000 permitiu identificar e quantificar os impactos econômicos decorrentes do Programa. Os resultados desse estudo indicam que para cada R\$1 aplicado no Programa, obteve-se impacto total de R\$12,12 até 1997, período em que foi realizado o estudo de avaliação, chegando-se a R\$18,75 até 2005, de acordo com as projeções realizadas. Uma proporção importante dos impactos oriundos do Programa (cerca de um terço) são indiretos, ou seja, resultou do processo de aprendizagem realizado ao longo do Programa, capitalizados na forma de novas tecnologias, recursos humanos, competências relacionais e organizacionais.

As sucessivas descobertas de campos gigantes em águas cada vez mais profundas (de 1000 até 3000 metros), associadas aos resultados do Procap 1000, estimularam a Petrobras a dar continuidade aos esforços por intermédio do Procap 2000 (1993-1999) e Procap 3000 (em vigor). Estes apresentam-se como agendas estratégicas e permanentes de desenvolvimento de tecnologias consideradas de fronteira pela indústria petrolífera. Para tal, a empresa tem participado de vários consórcios internacionais de pesquisa em regime multicliente, bem como vem montando e sendo agente executor de consórcios de pesquisa, de que participam grandes empresas operadoras estrangeiras de petróleo, além de inúmeros projetos cooperativos, envolvendo várias universidades brasileiras, agora financiados com recursos do CTPetro, o Fundo Setorial do Petróleo.

dessas jazidas de hidrocarbonetos estimulou a Petrobras a conceber um programa de desenvolvimento tecnológico voltado para exploração em grandes profundidades, culminando com a constituição do Procap 1000 (1986-1990), seguido pelo Procap 2000 (1993-1999) (Quadro 2). Estes programas tinham como principal objetivo o domínio dos sistemas de produção submarinos, permitindo a extração de hidrocarbonetos em até 1000 e 2000 metros de lâmina d'água, respectivamente. Vale ressaltar que os sistemas de produção existentes na época do lançamento do programa permitiam o aproveitamento de poços em até 400 metros de profundidade.

Em setores como o siderúrgico, petroquímico, de papel e celulose, de alimentação e agronegócio, de equipamentos elétricos e mecânicos, além de alguns

segmentos de serviços, como os de informática e serviço de engenharia, há também experiências bem-sucedidas de empresas privadas, controladas por capital nacional, que em grande medida alavancaram seu crescimento através do investimento sistemático em P&D e na geração de novas tecnologias (Quadro 3).

As empresas estrangeiras, especialmente as que operam em setores de média e alta tecnologia, ocupam papel de relevo na economia brasileira. Suas estratégias de investimento em tecnologia constituem, por isso mesmo, elemento fundamental de risco e oportunidade. Na indústria de transformação do estado de São Paulo, as empresas total ou parcialmente controladas por capital externo eram responsáveis por 37,3% do faturamento líquido total do setor, muito embora representassem apenas 2% do número de em-

Quadro 3 **A Indústria Química Brasileira**

A indústria química representa o segundo mais importante segmento da indústria de transformação no Brasil, sendo suplantada em tamanho apenas pela indústria de alimentos e bebidas. Suas vendas em 2000 foram de US\$ 42,6 bilhões.

Ela é, em geral, moderna, com unidades industriais competitivas e com tecnologia atualizada (em sua maior parte importada). Mas o seu crescimento, nos últimos quinze anos, tem sido insuficiente, levando parcela crescente do mercado doméstico a ser atendida por importações (US\$10,6 bilhões em 2000); estas importações representam oportunidades de crescimento para a indústria nacional. O setor químico é responsável pelo maior déficit comercial da indústria de transformação brasileira (estimado em US\$ 7,5 bilhões em 2001).

As razões do não-atendimento da demanda pela indústria doméstica são de duas naturezas. Para os produtos já fabricados (representando cerca de 60% das importações), as restrições são especialmente de natureza econômica. Para os produtos não fabricados (representando cerca de 40% das importações), as restrições são especialmente de natureza tecnológica.

As restrições de natureza tecnológica afetam os produtos de maior valor, intensivos em tecnologia de processo, produto e aplicação. A remoção destas restrições requer investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia (PD&E), especialmente nas áreas da química e da engenharia química e visam atender os segmentos de especialidades e de química fina. O aproveitamento de matérias-primas de origem natural e os processos biotecnológicos apresentam expressivo potencial econômico, acessível apenas mediante significativos dispêndios em pesquisa, desenvolvimento e engenharia e maior integração entre a indústria e a área acadêmica.

presas industriais. Em setores de uso intensivo de tecnologia, como as indústrias farmacêutica, de computadores e equipamentos para telecomunicações, a participação dessas empresas na receita é muito maior. As estratégias tecnológicas dessas empresas terão sempre impacto significativo na constituição da capacidade de inovar da economia brasileira.

A experiência de países com estruturas econômicas em que as empresas estrangeiras são amplamente dominantes, como Malásia e Cingapura, reforça a importância de se adotarem políticas não só de incentivo à realização de P&D em território nacional, mas também de estímulo para que essas empresas contribuam

para a capacitação e realização de P&D por parte de seus pequenos e médios fornecedores domésticos.

Recente pesquisa da Sociedade Brasileira de Estudos de Empresas Transnacionais e da Globalização Econômica (Sobeet) permite compreender melhor o comportamento tecnológico das empresas transnacionais em operação no País e detalha as informações ainda bastante fragmentárias dos indicadores de intensidade de P&D no setor privado nacional. As oitenta e cinco empresas pesquisadas respondiam por 15% do PIB industrial, no ano de 1998. Essas empresas investiram naquele ano quase US\$1 bilhão em atividades inovadoras, dos quais cerca de US\$550 milhões em atividades propriamente de P&D.

Na média, o gasto total com P&D representava cerca de 2,3% do faturamento das empresas transnacionais pesquisadas, com percentuais bem mais elevados para empresas de maior porte, valores praticamente autofinanciados pelas próprias empresas. Os segmentos mais intensivos em P&D realizados no País por essas empresas são os de máquinas e equipamentos, eletroeletrônicos e automobilístico.

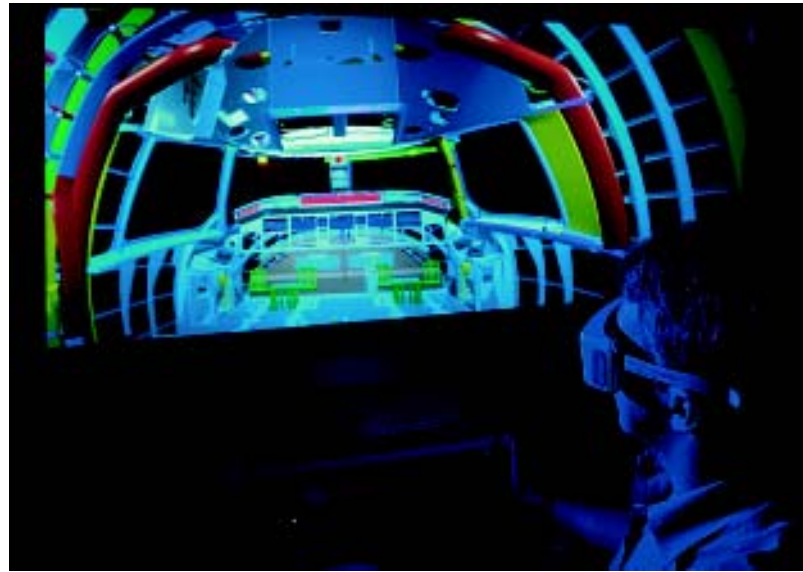
Ampliação do mercado, redução de custos, melhoria da qualidade e busca de novos mercados são as motivações mais relevantes para a inovação. Disponibilidade e qualificação da mão-de-obra são elementos considerados críticos. As universidades e institutos tecnológicos no Brasil, além de suas respectivas matrizes, constituem os principais parceiros dessas empresas em seus projetos. Do total de inovações geradas, a maioria absoluta foi patenteadas pelas transnacionais aqui instaladas. Dessas, 888 foram depositadas no exterior e 924 no Brasil. No exterior, das depositadas, mais de 86% foram concedidas, enquanto no Brasil esta percentagem foi de apenas 17%.

POLÍTICAS DE INCENTIVO À P&D NAS EMPRESAS

As atividades de P&D nas empresas se caracterizam pelo custo elevado e retorno incerto. Por isso, as nações industrializadas dispõem de um conjunto de políticas e instrumentos de incentivo e fomento à P&D empresarial. Com base na experiência das nações que estão na liderança tecnológica, o financiamento público à P&D privada e a outras atividades relacionadas com a inovação nas empresas pode ser distribuído em dois conjuntos principais: o apoio direto, por meio do uso do poder de compra do Estado ou do aporte de recursos sem retorno, e o financiamento indireto, com base na concessão de incentivos fiscais (em geral, deduções do Imposto de Renda).

Os instrumentos de fomento direto têm crescido, provavelmente, por serem mais adequados para a intervenção seletiva, em contraste com a intervenção promovida pelos incentivos fiscais, de modo a estimular o desenvolvimento de tecnologias específicas, mediante a capacitação de pequenas e médias empresas ou, ainda, a geração de parcerias entre instituições públicas de pesquisa e empresas.

No Brasil, a experiência recente de apoio à P&D privada foi quase inteiramente baseada em incentivos fiscais. No entanto, um conjunto de fatores leva à percepção de que se faz necessário diversificar os instrumentos de apoio à P&D privada, com maior recurso a mecanismos de fomento direto. Em primeiro lugar, os incentivos fiscais em geral somente



são adequados para alcançar as grandes empresas, uma vez que as pequenas e médias empresas não têm Imposto de Renda a pagar. Em segundo lugar, os objetivos de promoção do desenvolvimento científico e tecnológico estabelecidos com a criação dos fundos setoriais exigem intervenções mais seletivas, focalizadas em setores e na busca do desenvolvimento de conhecimento e tecnologias específicos.

A tendência internacional é focalizar os programas de renúncia fiscal em atividades de P&D propriamente ditas, deixando de lado o incentivo a contratos de aquisição de tecnologia ou a programas de treinamento. Nas recentes reformas dos regimes de incentivo fiscal à P&D na França, Bélgica, Holanda e Espanha, parte dos incentivos fiscais passou a ser oferecida apenas com base na dedução de despesas relativas a salários e custos previdenciários de pesquisadores. No caso francês, despesas com a contratação de jovens doutores podem ser deduzidas integralmente. O estágio de desenvolvimento brasileiro, contudo, provavelmente demandará instrumentos mais diversificados e flexíveis do que os utilizados nos países da OCDE.

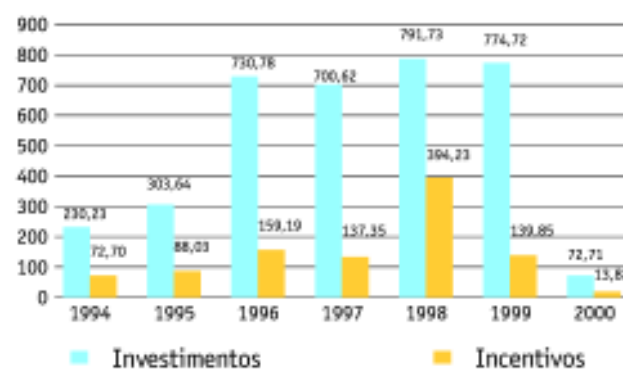
No Brasil, a Lei 8.661/93 criou a possibilidade de serem incentivados Programas de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI) e Agropecuário (PDTA), elaborados e submetidos pelas empresas. Em sua forma original, a Lei 8.661/93 compreendia os seguintes incentivos:

- dedução das despesas com atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico (próprias ou contratadas), até o limite de 8% do Imposto de Renda a pagar;
- isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) incidente sobre equipamentos e instrumentos destinados às atividades de P&D;
- depreciação acelerada de equipamentos utilizados

em P&D;

- amortização acelerada de dispêndios relativos à aquisição de bens intangíveis vinculados a atividades de P&D;
- crédito de 50% do Imposto de Renda recolhido na fonte e redução de 50% do IOF sobre o pagamento de *royalties* ou assistência técnica ao exterior, referentes a contratos de transferência de tecnologia.

Gráfico 4: Valores Globais dos PDTI/PDTA Ano a Ano



Fonte: MCT

A resposta das empresas à divulgação da lei e de seus benefícios foi positiva e imediata. A evolução da apresentação de programas foi crescente no período 1994-1997, diminuindo a partir de 1998, após a redução dos incentivos fiscais (Gráfico 4). Até o ano 2000, 149 empresas submeteram igual número de propostas de PDTI/PDTA, sendo que 104 foram aprovadas. As empresas que efetivaram investimentos e receberam incentivos fiscais são, na maioria, indústrias de grande porte; as empresas industriais médias beneficiadas em geral estiveram associadas a empresas maiores. Uma vez que esses programas têm, em média, duração de quatro a cinco anos, e que a maior parcela dos investimentos se concentra na sua metade final, os investimentos aprovados atingiram seu patamar mais elevado, de cerca de R\$700 milhões a R\$800 milhões, no período de 1997 a 1999.

Os números globais dos programas aprovados até dezembro de 2000 mostram uma relação de 1 para 3,58 entre o valor da renúncia fiscal e a soma das propostas de investimentos privados, significando que os R\$1,17 bilhão em incentivos fiscais concedidos para o período 1994-2004 poderia induzir investimentos de até R\$4,20 bilhões por parte das empresas. Isso demonstra que, se mantido na sua plenitude e aperfeiçoado, o instrumento poderia, a médio prazo, provocar melhor equilíbrio entre as participações dos setores público e privado nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento. No entanto, os investimentos efetivamente realizados pelas empresas, de 1994 a abril de 2000, atingiram apenas cerca de R\$1,6 bilhão, ou 40% do total previsto, ao passo que a renúncia fiscal efetiva alcançou aproximadamente R\$155 milhões, ou 13% dos benefícios aprovados. Assim, a relação investimentos/incentivos efetivos foi de 10,27, o que representa cerca de três vezes a relação prevista nos programas aprovados.

Em 1997, a Lei 9.532 alterou a legislação tributária federal, reduzindo drasticamente os incentivos fiscais da Lei 8.661/93. Essa alteração levou à queda drástica do número de propostas apresentadas pelas empresas. Nos exercícios de 1999 e 2000, foram protocolados apenas quatro e cinco propostas, respectivamente, contra quinze, em 1998, e trinta e um, em 1997. Os tímidos resultados obtidos com a aplicação da Lei 8.661/93, no ano 2000, evidenciam os efeitos inibidores da alteração na legislação.

Considerando-se a experiência da década de noventa, parece claro que a principal prioridade de uma reforma da Lei de Incentivos Fiscais à P&D deve ser a reavaliação das deduções e isenções fiscais nos termos originalmente instituídos pela Lei 8.661/93.

Em linha com as tendências internacionais, esses incentivos fiscais devem ser focados nas atividades de P&D. Nesse sentido, considerando-se que as empresas brasileiras realizam principalmente inovações incrementais, a definição adotada pela lei deveria considerar outras atividades correlatas, além de pesquisa básica, aplicada e desenvolvimento experimental. Finalmente, o programa deveria ser desenhado de forma a encorajar a atividade inovadora em regiões menos desenvolvidas do País.

Algumas sugestões adicionais complementam os pontos acima colocados:

- estabelecer incentivo adicional, ou escalonar os benefícios existentes, para as empresas que realizam investimentos anuais crescentes em P&D;
- fortalecer a integração do programa de incentivos fiscais com os programas de fomento existentes;
- ampliar o escopo dos incentivos à P&D, de maneira que a lei se aplique ao desenvolvimento de tecnologias para serviços;
- priorizar projetos cooperativos, em especial aqueles realizados por grandes empresas em cooperação com pequenas e médias empresas da mesma cadeia produtiva;
- incentivar a absorção de mão-de-obra qualificada (mestres e doutores) pelo setor privado.

Um aspecto merecedor de atenção é a possibilidade do emprego de fundos públicos, sem retorno, para o custeio parcial de projetos de P&D que impliquem a necessidade de desenvolver nova tecnologia, desde sua fase exploratória até a aplicação em um produto comercializável.

Os exemplos internacionais de programas desse tipo estão relacionados com o alcance de objetivos específicos de desenvolvimento tecnológico: a promoção

de novas tecnologias de ponta desenvolvidas por pequenas e médias empresas, o estímulo a parcerias que envolvam governo, empresas e instituições públicas de pesquisa, ou mesmo a necessidade de acelerar o desenvolvimento de um campo tecnológico prioritário ou programas de pesquisa de interesse público.

No Brasil, o apoio direto à P&D nas empresas, com financiamento parcial a fundo perdido, tem se desenvolvido por meio de programas que buscam promover parcerias entre empresas privadas e instituições públicas de pesquisa (inclusive universidades). Este é o caso de iniciativa do PADCT, dos editais para

apresentação de projetos realizados pelo CTPetro, bem como dos programas de várias fundações de amparo à pesquisa estaduais. Esta experiência está orientando a adoção de instrumentos semelhantes na operação de outros fundos setoriais.

É importante ressaltar o surgimento do projeto Inovar da Finep (Quadro 4). Este projeto combina um elemento limitado de apoio direto, para a fase de estudos de viabilidade, com a organização de investimento de capital de risco em pequenas e médias empresas de base tecnológica. O objetivo agora é expandir o Inovar, o que já se começou a fazer.

Quadro 4 **Projeto Inovar**

O Projeto Inovar, da Finep, é proposta de organização da estrutura institucional para a promoção de investimentos de capital de risco em pequenas e médias empresas de base tecnológica no Brasil.

O Projeto Inovar tem como objetivo criar novas empresas de base tecnológica e solucionar as dificuldades enfrentadas por essas empresas, como a falta de recursos em condições adequadas e a carência de capacidade gerencial.

As atividades do Projeto são:

- **Portal de Capital de Risco**

Foi criado o www.venturecapital.com.br, para disseminar notícias, estatísticas, textos selecionados e publicações sobre capital de risco no Brasil e no mundo. Este *site* também tem por objetivo servir de ponto de encontro entre investidores e empresas que desejam captar recursos de capital de risco (como no *site* americano www.garage.com). Oferece também a oportunidade a empresas para se cadastrarem no *site*, a fim de se apresentarem em uma vitrine virtual, na qual os investidores poderão pesquisar e selecionar oportunidades para investir.

- **Venture Forum Brasil**

Estrutura de organização de rodadas de negócios entre investidores e empreendimentos de tecnologia. Tem por objetivo incrementar o fluxo de oportunidades de investimento em tecnologia e promover o encontro dos investidores com a seleção das melhores oportunidades de investimento no País.

- **Rede Inovar de prospecção e desenvolvimento de negócios**

Constitui articulação entre incubadoras de empresas, fundações de apoio às universidades e centros de pesquisa, fundações estaduais de amparo à pesquisa, Rede Estadual Sebrae, institutos tecnológicos e

associações de classe, coordenados pela Finep em parceria com o CNPq, o Sebrae Nacional, a Anprotec e a Sociedade Softex. Tem por objetivo a realização de ações coordenadas para o desenvolvimento do mercado de capital de risco, um esforço de prospecção ativa de projetos de pesquisa com potencial de mercado e regularização de aporte de recursos para conclusão dos projetos.

- **Incubadora de Fundos**

Estrutura através da qual alguns parceiros institucionais buscam desenvolver avaliação sistemática de gestores de fundos que confira segurança e transparência às decisões de investimento. Seus objetivos: i) facilitar a entrada de novos investidores no mercado de empresas de tecnologia; ii) identificar deficiências no processo de gestão de fundos de investimentos e sugerir formas de superação; e iii) atrair novos gestores para o mercado e ampliar a oferta de recursos.

RESULTADOS

Portal Capital de Risco no Brasil, colocado no ar em maio de 2000. Conta com 500 empresas cadastradas.

Em agosto de 2000, foi realizado o I Encontro da Rede Inovar, com participação de 218 representantes de instituições parceiras que receberam noções sobre a indústria de capital de risco. Realização de três Ventures Foruns Brasil – o primeiro no Rio de Janeiro em outubro de 2000, o segundo em Porto Alegre, em dezembro de 2000, onde 26 empresas de tecnologia foram apresentadas a investidores, e o terceiro em São Paulo, em abril de 2001, com a seleção de 25 empresas. Um novo Venture Forum, voltado exclusivamente para projetos na área de biotecnologia, será realizado na cidade de Belo Horizonte. Outros mais irão ainda ocorrer.

Quadro 5

Proposta de Política de Desenvolvimento Tecnológico do IEDI

O Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI) – publicou recentemente uma agenda que dá grande ênfase à política tecnológica como um dos elementos estratégicos da política industrial. O texto reafirma que “não se trata apenas de estimular as empresas industriais a acompanhar o progresso técnico para melhorar sua competitividade, mas sim identificar algumas janelas de oportunidade para o Brasil melhorar a eficiência econômica de seu sistema produtivo, produzir e exportar mais produtos com maior conteúdo tecnológico e, assim, contribuir para o aumento dos níveis de renda da economia.”

Além de recomendações específicas para o segmento de informática, esse documento traz três conjuntos gerais de sugestões:

POLÍTICA TECNOLÓGICA

- Reformar o Programa de Apoio à Capitação Tecnológica da Indústria (PACTI), privilegiando a dimensão setorial das ações.
- Centralizar as ações de financiamento ao desenvolvimento tecnológico na Finep, ampliando sua articulação com o meio empresarial.
- Privilegiar a cooperação entre os elos das cadeias produtivas.
- Estimular a constituição de entidades tecnológicas setoriais ETS.
- Estruturar programas de difusão tecnológica setorial.
- Criar, em parceria com o setor privado, programas ou instituições especializadas em prospecção tecnológica e identificação de janelas de oportunidade.

- Criar outros fundos setoriais específicos além dos já estabelecidos.

APOIO FINANCEIRO E INCENTIVOS

- Reformular e ampliar os incentivos fiscais para torná-los mais atraentes para as empresas.
- Estimular mecanismos de capital de risco.
- Atender a empresas em estágios iniciais e embrionários (*seed money*).
- Estabelecer novas fontes para linhas de financiamento, integrando os fundos setoriais aos demais instrumentos de apoio ao desenvolvimento tecnológico.
- Focalizar a Finep no desenvolvimento tecnológico das empresas.
- Reduzir o custo do crédito para o desenvolvimento tecnológico.

SISTEMAS ESTADUAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

- Estabelecer critérios para definição das prioridades das políticas estaduais em função dos impactos previstos sobre as economias locais.
- Identificar e explorar “janelas de oportunidade” para a dinamização das economias locais, a partir de visões de longo prazo para as políticas de C&T estaduais.
- Montar arranjos produtivos e tecnológicos em escala local que favoreçam a realização efetiva do processo inovativo.
- Maior rigor na alocação dos escassos recursos governamentais e concentração dos esforços em um conjunto mais restrito de prioridades.



CARGO

747

46

009 0088

GAMA

A BAIXA INTENSIDADE TECNOLÓGICA DO COMÉRCIO EXTERIOR BRASILEIRO

Um dos maiores obstáculos ao nosso crescimento econômico tem sido a dificuldade estrutural da economia em realizar superávits significativos na balança comercial e reduzir o déficit na balança de serviços. Em grande medida, esses problemas estão relacionados com o perfil da estrutura produtiva e de comércio exterior e com o perfil das atividades tecnológicas das empresas brasileiras. A política de CT&I pode fazer bastante no sentido de modificar estes perfis, atuando de forma complementar às políticas industrial e de comércio exterior.

O problema mais aparente consiste na concentração das exportações em produtos obtidos com uso intensivo de energia/recursos naturais/trabalho e, inversamente, o grande volume de importações de produtos gerados graças à utilização intensiva de tecnologia. A competitividade da economia brasileira, no conjunto, concentra-se em produtos intermediários com pouca diferenciação (baixa intensidade tecnológica), como celulose, minério de ferro, aços de menor valor e produtos do agronegócio, como soja, suco de laranja, açúcar e café, além de produtos de setores de uso intensivo de mão-de-obra (o de calçados é o campeão, mas o de móveis já se destaca).

Ao examinar exclusivamente o comércio de manufaturas, nota-se que, em contraste com o padrão mundial, que apresentou lenta evolução nos anos noventa, o Brasil foi um dos países que, ao longo daquela década, mais aumentaram a participação



das exportações de produtos de maior tecnologia, como proporção das exportações de manufaturas, tendo passado de 29% do total em 1991 para 42% em 1998. Esse aumento foi determinado pela evolução de apenas dois grupos de indústrias: a automobilística e a indústria de aeronaves. O índice referente a importações de alta e média-alta intensidade tecnológica manteve-se praticamente no mesmo patamar de 60% durante toda a década.

Quadro 6 **Progex**

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), em convênio com o Sebrae, implantou há dois anos o Programa de Apoio Tecnológico à Exportação (Progex), com ótimos resultados. Esse fato motivou os Ministérios da Ciência e Tecnologia e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e a Secretaria Executiva da Câmara de Comércio Exterior (Camex) a instituir o Programa Nacional de Apoio Tecnológico à Exportação, em parceria com a Finep, o IPT, o Sebrae e demais instituições de pesquisas tecnológicas credenciadas.

Seu objetivo é permitir às micro, pequenas e médias empresas obter aporte tecnológico por meio de consultorias e serviços objetivos e dirigidos, com vistas a alavancar as exportações. Essa consultoria é prestada por um instituto tecnológico especialmente credenciado.

O trabalho de adequação de produtos para a exportação é realizado em duas fases:

Fase 1: elaboração de diagnóstico para identificar a problemática tecnológica a ser solucionada e a elaboração de plano de trabalho, enfocando questões como normas, certificação e patentes, disponibilidade de laboratórios internos e externos, identificação de consultores, avaliação da capacidade produtiva do cliente, trabalho de *design*, eventuais alterações de processo (redução de custos, substituição de matérias-primas e/ou componentes, alterações de *layout*, etc.).

Fase 2: consiste na implementação do plano de trabalho desenvolvido na Fase 1, envolvendo ações tecnológicas como ensaios laboratoriais, análises direcionadas à solução dos problemas detectados (qualidade do produto, embalagem, processo produtivo, custos, *design*, atendimento de normas e regulamentos e obtenção de marcações como CE, UL e outras).

Além do IPT, cinco outras entidades tecnológicas (Cetec MG, Tecpar PR, INT RJ, ITEP PE e Fucapi AM) devem estender essa rede de consultores para várias regiões do País.

“A baixa presença dos produtos com tecnologia intensiva na pauta das exportações é outro desafio a considerar (5% do total, enquanto a média mundial é de 18%). Esta é outra razão para que o País invista fortemente em C&T e leve seus resultados ao setor produtivo. Se ficar alheio a esta urgência de inovação, parte essencial da economia nacional se inviabilizará e, na crise, uma vez mais as emergências da economia pautarão as grandes decisões políticas.”

*Pedro Wongtschowski,
Oxiten*

Quadro 7 Comércio Exterior segundo Intensidade Tecnológica

O Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI) realizou recentemente levantamento do comércio exterior brasileiro, utilizando-se das metodologias da OCDE de agregação de produtos segundo sua intensidade tecnológica. As exportações e importações foram classificadas em setores de produtos de baixa, média baixa, média alta e alta intensidade tecnológica. Os resultados reafirmam a baixa intensidade tecnológica de nosso comércio exterior:

- baixo peso das exportações de alta e média-alta intensidade tecnológica (A/MA) como proporção das exportações totais (24% em 1998), relativamente ao padrão médio mundial (43%);
- percentual de importações de produtos de alta e média alta intensidade tecnológica (A/MA) como proporção das importações totais (47% em 1998) superior ao padrão mundial (sendo, porém, mais aproximada) (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7: Distribuição das Exportações segundo Intensidade Tecnológica Mundo e Brasil: 1991, 1994 e 1998

Exportações	A	MA	Não A/MA	A+MA	Total
Mundo					
1991	13	23	64	36	100
1994	15	24	61	39	100
1998	18	25	57	43	100
Brasil					
1991	4	13	83	17	100
1994	3	16	82	18	100
1998	5	19	76	24	100

Em porcentagem

Fonte: Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI).

Notas: A: alta intensidade tecnológica; MA: média alta intensidade tecnológica; Não A/MA: demais setores; A+MA: soma de A e MA.

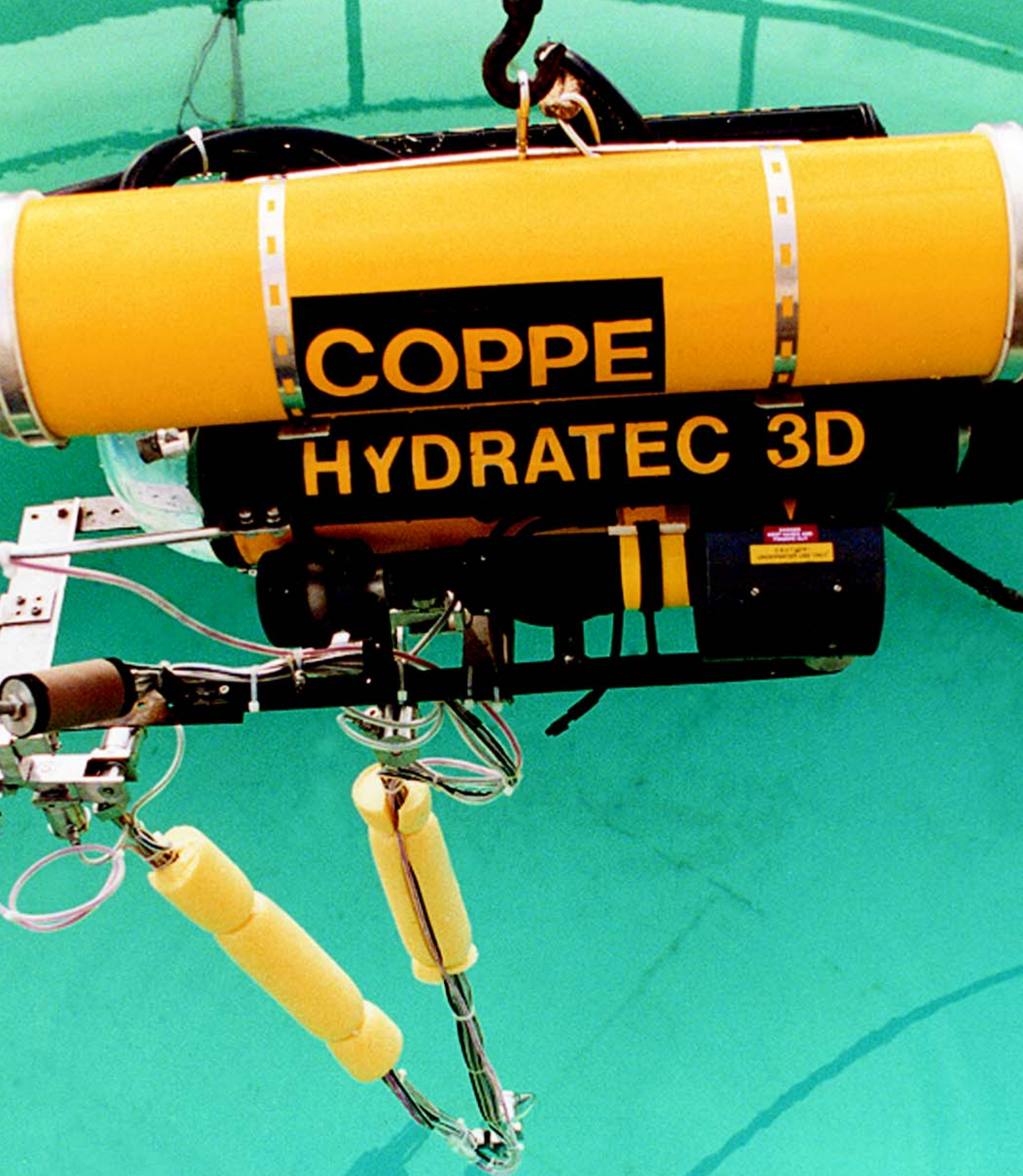
Tabela 8: Exportações e Importações de Manufaturas segundo Intensidade Tecnológica (%). Brasil: 1991, 1994 e 1998

Indicadores	A	MA	Não A/MA	A+MA	Total
1991					
Exportação	6	22	71	29	100
Importação	17	44	39	61	100
1994					
Exportação	5	27	69	31	100
Importação	18	45	37	63	100
1998					
Exportação	9	33	58	42	100
Importação	19	42	40	60	100

Em porcentagem

Fonte: Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI).

Notas: A: Alta intensidade tecnológica; MA: Média alta intensidade tecnológica; Não A/MA: Demais setores; A+MA: Soma de A e MA.



COPPE

HYDRATEC 3D

A NECESSIDADE DE AMPLIAR A PARTICIPAÇÃO DOS SETORES DE ALTA TECNOLOGIA NA ESTRUTURA PRODUTIVA: TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Os setores produtores das Tecnologias da Informação (TI), dada sua presença em quase todos os segmentos da economia moderna, são cruciais para assegurar condições de competitividade da economia como um todo e para superar vários problemas estruturais do País, especialmente os de cunho social. Nossa falta de competitividade nos principais segmentos das TI decorre primordialmente da limitada implantação desses segmentos no Brasil (corresponde a apenas cerca de 7% do PIB industrial). A localização global de investimentos produtivos das grandes empresas desses setores não decorre apenas da existência de mercado interno atraente e mão-de-obra industrial barata. Ao contrário, devido ao aumento sistemático dos custos da realização da P&D nos países mais industrializados, a capacitação local do país hospedeiro em engenharia e P&D tem sido um fator que cada vez mais influencia decisões sobre localização de investimento, como demonstram exemplos da Índia, China, Malásia e Cingapura.

A questão da política para o desenvolvimento das TI (compreendida não apenas a indústria de bens e equipamentos, mas também a de *software* e serviços especializados) tem grande inter-relação com a implantação dos fundos setoriais de fomento da P&D. Isto é mais evidente no caso do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funttel), já que os serviços de telecomunicações se colocam hoje entre os maiores importadores de bens e serviços



baseados nas TI. Portanto, a atuação do Funttel, em articulação com a política industrial, deveria compreender ações que fomentem o desenvolvimento nacional da pesquisa tecnológica e de produtos e serviços de base digital para telecomunicações (seja pelas grandes empresas internacionais produtoras de equipamentos ou serviços, seja pelas empresas nacionais, de menor porte, que atuam na provisão de nichos de equipamentos e serviços especializados).

Este tipo de atuação é crucial para o desenvolvimento das pequenas e médias empresas nacionais de base tecnológica (EBTs). A atuação dos fundos junto a universidades e instituições públicas deve privilegiar a pesquisa científica e tecnológica que esteja articulada com a estratégia de desenvolvimento das TI.

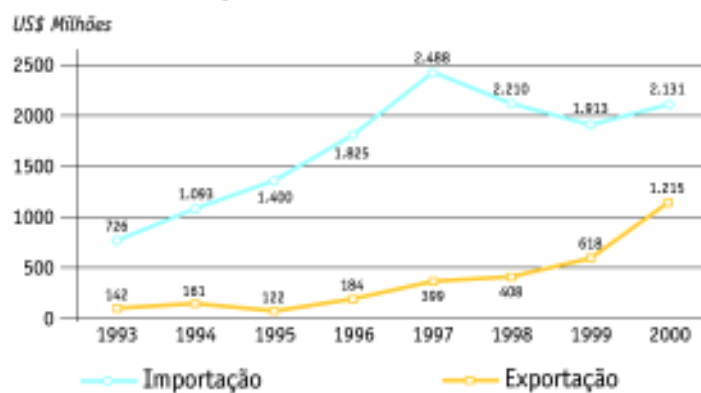
O processo de inserção competitiva da indústria brasileira de tecnologias de informação irá requerer atenção especial dos poderes públicos na próxima década. A atuação não deverá limitar-se à montagem de bens finais, cuja produção e exportações cresceram sensivelmente no País, nos últimos anos. Mas tal ação deve ampliar a agregação doméstica de valor,

com ênfase em engenharia e desenvolvimento tecnológico nacionais. Vários instrumentos estão disponíveis, inclusive os da nova Lei de Informática e os fundos setoriais, para que se estimule a alteração do perfil das indústrias da tecnologia de informação, visando ao melhor aproveitamento de nichos de mercado e abrindo possibilidades reais de entrada no mercado internacional para empresas brasileiras (Gráfico 5).

A indústria de tecnologias da informação, em seus vários segmentos, vem crescendo à taxa anual média de 13% de 1993 a 1999. A legislação de informática e o crescimento do mercado brasileiro, em conjunto com as políticas do BNDES, atraíram para o País cerca de 100 novas empresas, em sua maioria grandes nomes internacionais, mas há ainda relativamente pouco esforço de engenharia e desenvolvimento nacional por parte dessas empresas. Muitos de seus produtos são apenas montados no Brasil.

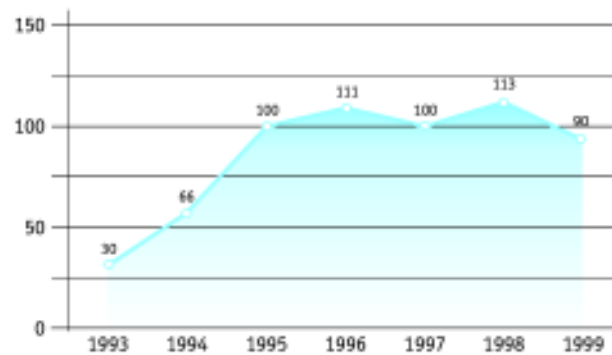
A indústria de telecomunicações contribuiu para o PIB brasileiro, no ano 2000, com cerca de US\$7 bilhões, devendo atingir US\$ 7,3 bilhões em 2001. As

Gráfico 5: Importação e Exportação de Produtos Acabados de Informática - 1993/2000



Fonte: Sepin - Ministério da Ciência e Tecnologia

Gráfico 6: Universidades e Instituições de Ensino e Pesquisa que receberam recursos da Lei de Informática - 1993/99



Fonte: MCT/Seplan.

indústrias do setor também aumentaram o fornecimento de equipamentos, que atingiu o valor de R\$ 21,5 bilhões em 1999. O esforço de P&D realizado no País por essas empresas, entretanto, não é compatível com a dimensão econômica do setor. Esta é uma questão fundamental para a discussão das diretrizes estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação na área de telecomunicações.

Com a privatização do setor de telecomunicações, a indústria de tecnologias da informação e comunicação ganhou nova dinâmica. Criou-se uma nova realidade no País, com a qual a área de Ciência, Tecnologia e Inovação ainda está aprendendo a lidar.

Como resultado da legislação de informática, que exigia investimentos de 5% do faturamento das empresas em pesquisa e desenvolvimento, como contrapartida a seus benefícios, estima-se que o montante acumulado desses investimentos atingiu R\$3,0 bilhões, entre 1993 e 2000, proveniente das empresas que operam nas mais diversas regiões brasileiras (com exceção da Zona Franca de Manaus, que aplica diretamente os recursos que gera).

Desse montante, cerca de R\$2,0 bilhões foram alocados diretamente pelas empresas, R\$1,0 bilhão foi dispendido em convênios com instituições de ensino e pesquisa (Gráfico 6) e R\$128 milhões junto aos Programas Prioritários do MCT, tais como Softex, Rede Nacional de Pesquisa e Proten.

Dada a estrutura do setor, verifica-se acentuado grau de concentração dos incentivos em um número reduzido de empresas. Em 1999, trinta empresas foram responsáveis por 83% do volume de incentivos, e apenas dez entre estas responderam por 61% do total de incentivos.

Esses incentivos, significativos por qualquer padrão, indicam o montante de recursos que podem ser investidos no desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil pelo setor privado. Vale lembrar que eles equivalem a cerca de 40% do orçamento do MCT no mesmo período. Embora se estime que as empresas incentivadas pela Lei investiram cerca de R\$3 bilhões no período 1993–2000, não se pode identificar com precisão o percentual desses recursos efetivamente empregados em atividades de P&D propriamente ditas.

A nova Lei de Informática, estendendo esses incentivos até 2009, constitui assim instrumento fundamental para o aumento do gasto em P&D no País. Os aprimoramentos trazidos pela nova lei devem permitir melhorias na sistemática anterior, como o credenciamento das instituições habilitadas a realizar convênios, ou a melhor distribuição regional da contrapartida em P&D. Desta forma, espera-se atingir melhor equilíbrio das aplicações incentivadas em P&D em instituições de ensino ou pesquisa das várias regiões. É de se esperar, igualmente, que o controle mais rigoroso da utilização dos recursos se traduza em aplicações crescentemente mais estratégicas.

O MCT vem desenvolvendo uma discussão para definir a nova política para o setor de TIC, que se desdobra em focos distintos e interligados: o desenvolvimento de bens finais (*hardware*), a política de desenvolvimento de *software* e a reestruturação e desenvolvimento do setor de microeletrônica (Quadro 8). Os três vértices desta política visam criar condições de modificação do cenário das tecnologias de informação, no seu conceito de produção, de modo a viabilizar a participação do setor no mercado internacional.

Esta política envolve forte capacitação de recursos humanos e por isso depende principalmente de investimentos nas universidades e centros de pesquisa especializados, cujo montante inicial não é elevado. Uma estratégia consistente de formação de recursos humanos qualificados permite a disseminação do conhecimento e o crescimento empresarial de forma homogênea.

A política de desenvolvimento de bens finais (de *hardware*), apoiada na nova Lei de Informática, prioriza a pesquisa e desenvolvimento, contribui para a descentralização regional do conhecimento, para a mo-

dernização da infra-estrutura e para o desenvolvimento de produtos, em parceria com o setor privado.

Após crescimento médio anual de 19% na década de noventa, o valor do mercado interno brasileiro de *software* está estimado, para o ano de 2001, em US\$3,4 bilhões. Se considerado em conjunto com os serviços técnicos de informática, este mercado do setor de tecnologias da informação atingirá a cifra de US\$7,7 bilhões.

As características de emprego de recursos humanos de alto nível, que a produção de *software* agrega, aliadas ao pequeno volume exigido de investimentos iniciais, permitem a distribuição da produção de forma razoavelmente homogênea em todo o País, o que constitui fator relevante para a distribuição de riquezas de modo mais equilibrado e conseqüente fortalecimento do mercado interno.

A legislação que reestruturou o setor de telecomunicações garantiu recursos para investimento na promoção do desenvolvimento tecnológico, por meio do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funttel), junto ao Ministério das Comunicações. A estratégia emergente de desenvolvimento tecnológico e inovação para o setor é complementada ainda pelos incentivos proporcionados pela Lei de Informática, que buscam atrair atividades de P&D para o País e torna viáveis outras parcerias entre universidades e empresas. Nesse novo contexto, algumas empresas transnacionais já estabeleceram centros de P&D – principalmente voltados para o desenvolvimento de *software* de gerenciamento de redes, *software* para terceira geração, *wireless*, protocolos IP e *backbones* óticos – e estabeleceram projetos de pesquisa e cooperação com universidades. Ao mesmo tempo, persistem as atividades de desenvolvimento

Quadro 8

Softex: A Sociedade para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro

A Sociedade para a Promoção da Excelência do *Software* Brasileiro (Softex) tem o objetivo social de executar, promover, fomentar e apoiar ações de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico do *software* brasileiro e suas aplicações, através da gestão, transferência de tecnologias e promoção do capital humano, visando ao desenvolvimento socioeconômico brasileiro.

O programa tem duas vertentes principais: uma tecnológica, outra de mercado. Na vertente tecnológica, a estratégia adotada foi a de estabelecer núcleos de desenvolvimento de *software* para exportação e centros Gêneses de suporte à geração de novas empresas em cidades brasileiras. Na vertente de mercado, o Programa montou escritórios de representação no exterior, com espaço para "incubação mercadológica". Em julho de 1995, foi lançado o Softex Mall, que passou a integrar a internet, fornecendo acesso generalizado ao portfólio das empresas brasileiras exportadoras de *software*.

O sistema Softex brasileiro, com as 37 unidades espalhadas pelo País (19 núcleos e 18 centros de pesquisa), conseguiu cumprir a meta de exportação fixada em 1996 para o ano passado. Uma avaliação preliminar indica que o País atingiu US\$ 100 milhões em vendas externas de programas de computador.

Embora pretenda ampliar as vendas internacionais de *software*, o Softex passa a olhar mais para o mercado interno. A mudança de foco pretende melhorar a captação de recursos para financiar empresas brasileiras de *software* e ampliar o mercado brasileiro. Está em negociação acordo inédito com a Sociedade Operadora de Mercado Aberto (Soma), a bolsa eletrônica brasileira, similar a Nasdaq dos Estados Unidos. Ele prevê a formação de um fundo com recursos de outros fundos de investimento que bancariam vários projetos de *software* ao mesmo tempo. Duas vantagens: a atividade ganharia nova fonte de recursos, e o investidor diluiria os riscos na aposta de várias idéias ao mesmo tempo.

A política tem propiciado o crescimento dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento por parte da iniciativa privada, atraído investimento de longo prazo das grandes empresas internacionais, e os produtos fabricados no País têm preços competitivos em relação aos seus similares importados.

Núcleos Regionais Softex: Unidades regionais (autônomas) de promoção à exportação de *software*, os Núcleos Softex oferecem às empresas acesso a produtos e serviços especializados da rede de agentes Softex. Os núcleos instalam-se com forte apoio regional, contando com a infra-estrutura e suporte de centros acadêmicos e parceiros institucionais. Estes núcleos oferecem, às empresas associadas, cursos, treinamentos, consultoria, apoio e estrutura técnica para reuniões e eventos, biblioteca setorializada, *clipping* do setor e *newsletter* própria, entre outros serviços. Os núcleos são responsáveis ainda por articular ações em nível nacional, como a publicação de catálogos e organização de eventos e seminários, com a promoção de empresas em nível internacional.

Financiamento: com o objetivo de aumentar o quadro de financiamentos no setor, a Sociedade Softex, em articulação com seus parceiros, vem atuando na construção de mecanismos de financiamento adequados às empresas brasileiras de *software*. O Programa de Apoio ao Setor de *Software*

(Prosoft) foi criado pelo BNDES e a Softex para estimular a competitividade da indústria brasileira de *software* em nível internacional. O Programa oferece empréstimos de R\$200 mil a R\$3,5 milhões, a critério, sem necessidade de apresentar garantias reais, para empresas que faturem até R\$35 milhões anuais. O crédito é feito com prazo total de seis anos (com dois de carência), com dívida corrigida pelo IGP-M. Desde que foi lançado, em 1997, o Prosoft já beneficiou doze empresas, com a aprovação de R\$24,5 milhões em financiamentos. Atualmente, o Programa conta com R\$25,5 milhões para comprometer até junho de 2001.

Gráfico 7: Agentes Softex Centros Genesis



(Prosoft) foi criado pelo BNDES e a Softex para estimular a competitividade da indústria brasileira de *software* em nível internacional. O Programa oferece empréstimos de R\$200 mil a R\$3,5 milhões, a critério, sem necessidade de apresentar garantias reais, para empresas que faturem até R\$35 milhões anuais. O crédito é feito com prazo total de seis anos (com dois de carência), com dívida corrigida pelo IGP-M. Desde que foi lançado, em 1997, o Prosoft já beneficiou doze empresas, com a aprovação de R\$24,5 milhões em financiamentos. Atualmente, o Programa conta com R\$25,5 milhões para comprometer até junho de 2001.

tecnológico do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), transformado em fundação de direito privado (Quadro 9).

Paralelamente, iniciou-se uma ofensiva para melhor estruturar o setor de microeletrônica, que hoje pressiona a balança comercial, em função da demanda crescente de produtos importados, em sua maioria circuitos integrados, e cujas importações até setembro do ano 2000 já haviam superado US\$1,2 bilhão, mas da qual também participam outros componentes importantes, como fibras ópticas, *lasers* e similares.

A política para o segmento de microeletrônica apóia-se, também ela, em três focos que podem agir independentemente e que, em conjunto, compõem a completa inserção do País no cenário mundial de produtores de microeletrônica: política de desenvolvimento de projeto (*design*); produção de *back end* e atração de fundições.

Quadro 9 A Atuação do CPqD

Ao longo de seus 25 anos de existência, o CPqD desenvolveu mais de uma centena de produtos de *hardware* e *software* e prestou incontáveis serviços tecnológicos com grande efeito multiplicador e elevada relação custo/benefício para seus clientes, parceiros e para a sociedade brasileira. São noventa patentes concedidas no Brasil e mais cinquenta e uma concedidas no exterior, além de 121 registros de *software*.

Para se ter a dimensão do impacto dos resultados alcançados pelo CPqD, vale citar que a entrada efetiva das centrais Trópico RA no mercado brasileiro, em junho de 1990, fez com que o preço do terminal de comutação fosse reduzido de US\$1 mil para US\$330.00 em um ano, atingindo posteriormente o patamar de US\$200.00. Isto resultou em economia ao País de aproximadamente US\$5 bilhões entre 1993 e 1998, o ano da privatização da Telebrás. Isto sem contar o fator multiplicador da criação de indústrias e de empregos diretos.

Outro exemplo clássico é o desenvolvimento dos telefones públicos utilizando cartões indutivos, uma tecnologia barata e de fácil assimilação pela população de baixa renda. Sua introdução na rede telefônica proporcionou a incorporação de significativos ganhos tecnológicos e econômicos, estimados em US\$200 milhões anuais.

Na linha do desenvolvimento de *softwares* para gerência de redes, o CPqD desenvolveu o Sistema Automatizado de Gerência de Rede Externa (Sagre), que proporcionou economia estimada em US\$1,2 bilhão na implantação de novo processo de cadastramento de terminais, unicamente com a utilização de pares que estavam ociosos nas redes das operadoras.

Em julho de 1998, o Centro foi transformado em fundação de direito privado. Neste novo contexto, o CPqD tornou-se fonte de conhecimentos tecnológicos sempre à disposição da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), das empresas operadoras de telecomunicações, das indústrias de equipamentos e de *softwares* para gerência de redes e de serviços, além de outros interessados.

Atuando dessa forma, o CPqD continua a contribuir para a sociedade brasileira por intermédio de suas duas funções: a estratégica e a empresarial.

Na função estratégica, o seu objetivo é atuar nas tecnologias emergentes e/ou pré-competitivas, bem como promover o conhecimento e a difusão de sua capacitação tecnológica para a sociedade, através do seu efeito multiplicador, contribuindo dessa forma para a competitividade do País. Na função empresarial, o seu objetivo é contribuir para a competitividade das empresas, com as estratégias de foco e de agregação de valor aos clientes.

A NECESSIDADE DE FORTALECER A INOVAÇÃO E A DIFUSÃO TECNOLÓGICA NAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS E A QUESTÃO REGIONAL

O universo das micro, pequenas e médias empresas (PME) é muito significativo no Brasil, sendo responsável pelo maior número de empregos gerados (mais de 70% dos empregos e 21% do PIB). No Japão, as PME constituem 98% do total de empresas. Na Alemanha, as médias empresas são um dos mais dinâmicos segmentos exportadores.

A existência de grande quantidade de microempresas e empresas de pequeno porte leva à menor concentração econômica e, nesse sentido, as mesmas constituem importante mecanismo de distribuição de renda. O desafio para Ciência, Tecnologia e Inovação na próxima década é contribuir para a expansão quantitativa do setor e melhorar seu padrão de competitividade, inclusive no setor de exportações.

O ambiente econômico atual a que estão expostas as microempresas e empresas de pequeno porte é severo. Pelo menos cinco barreiras são responsáveis pelas dificuldades da manutenção ou crescimento competitivo das micro e pequenas empresas. Elas têm a ver com sua capacidade de:

- investimento: custo do capital e formas de financiamento tradicionais;
- gerenciamento e de qualificação profissional da mão-de-obra;
- barganha e negociação com fornecedores e canais de distribuição;
- inovação do produto, tecnológica ou não (como,



por exemplo, *design*);

- melhoria de processo produtivo com forte enfoque em qualidade.

Arranjos institucionais para promoção da inovação – como pólos, parques tecnológicos, distritos industriais, *clusters* ou aglomerados produtivos, incubadoras de empresas, centros de inovação, entre outros – estão sendo estimulados desde a década de oitenta. Cada qual com particularidades próprias, atendendo a diferentes fases do processo de maturação das empresas, têm sido utilizados no mundo inteiro para induzir o crescimento do setor.

A organização e promoção de sistemas locais de inovação, visando estimular sinergias entre os agentes locais – para superar gargalos tecnológicos que travam o desenvolvimento de atividades produtivas com potencial relevante de geração de renda e emprego –, apresenta nova concepção de desenvolvimento regional e nova dimensão para a participação das micro e pequenas empresas no contexto de de-

envolvimento. Um fator muito importante consiste na possibilidade de se incluir inovações advindas de percepções locais ou mesmo de tecnologias desenvolvidas localmente, muitas vezes garantindo diferencial único para o mercado. É necessário levar em consideração alguns fatores e linhas de ações, tais como:

- especificidades locais, ou seja, a adoção de políticas diferenciadas de acordo com as necessidades ou potencialidades locais;
- contribuição da Ciência, Tecnologia e Inovação na formação e consolidação de novos pólos de desenvolvimento regional;
- formação, capacitação e fixação de mão-de-obra especializada para dar suporte às ações de inovação;
- importância da ação do Estado no desenvolvimento econômico e social, em especial nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste;
- impactos ambientais ligados à atividade econômica nas novas regiões de desenvolvimento – o objetivo deve ser o desenvolvimento sustentável.

Quadro 10 Sebrae

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas é instituição técnica de apoio ao desenvolvimento da atividade empresarial de pequeno porte, voltada para o fomento e difusão de programas e projetos que visam à promoção e ao fortalecimento das micro e pequenas empresas.

O Sebrae foi criado em 1990 por lei de iniciativa do Poder Executivo, em parceria com as confederações representativas do setor empresarial. O Sebrae é um serviço social autônomo – sociedade civil sem fins lucrativos que, embora operando em sintonia com o setor público, não se vincula à estrutura pública federal.

As inúmeras iniciativas conjuntas do Sebrae Nacional ou dos Sebraes estaduais transformaram essa instituição em parceira estratégica das agências de fomento à C&T, especialmente do MCT.

Entre esses projetos está o Programa de Apoio Tecnológico às Micro e Pequenas Empresas (Patme). Esse é um mecanismo criado pelo

Sebrae e a Finep para permitir que pequenas e médias empresas acessem os conhecimentos existentes no País, por meio de consultorias, visando à elevação do patamar tecnológico. A consultoria para execução dos projetos é prestada por centros tecnológicos, universidades, instituições de pesquisa, escolas técnicas e fundações voltadas às atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

O Sebrae é também tradicional fonte de suporte ao empreendedorismo e à incubação de empresas, bem como ao Softex, aos programas de *design* e tecnologias industriais básicas, ao Progex e aos sistemas locais de inovação.

A mais recente parceria do MCT com o Sebrae é o Projeto Inovar de capital de risco. O Sebrae participa, com a Petrus e o BID, do Fundo dos Fundos de Capital de Risco, cujo objetivo é ampliar a ação de suporte ao risco tecnológico das pequenas e médias empresas.

NORMAS TÉCNICAS E METROLOGIA PARA A COMPETITIVIDADE

Merece particular atenção o fato de que o comércio internacional – além de estar, em escala crescente, orientado pela capacidade das empresas de incorporar, de forma contínua e sistemática, inovações tecnológicas de produtos, processos e gerenciais – defronta-se ainda com o crescimento das chamadas barreiras técnicas ao comércio. Com efeito, desde a criação do Acordo Geral sobre Comércio e Tarifas (GATT), em 1947, a tarifa média aplicada a bens era de 40% e vem decrescendo, de tal forma que, em 1994, ao término da Rodada Uruguai, havia abaixado para 5%. Ao mesmo tempo, em sentido inverso, multiplicam-se as barreiras técnicas ao comércio, representadas pelas crescentes exigências de certificação de produtos e serviços, segundo algum padrão normativo internacionalmente aceito. Essas barreiras são de tal ordem que, no âmbito da Organização Mundial do Comércio, foi estabelecido o Acordo de Barreiras Técnicas, com o objetivo de levar os países membros a se absterem de criar obstáculos desnecessários ao comércio, exceto no que se refere ao cumprimento dos chamados objetivos legítimos. Tais objetivos se circunscrevem aos aspectos da saúde, segurança, proteção da vida humana, animal e vegetal, defesa da concorrência, proteção ambiental e proteção ao consumidor.



Quadro 11 CNI/IEL/Senai

O Instituto Euvaldo Lodi (IEL) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) são entidades ligadas à Confederação Nacional da Indústria (CNI) e que atuam na área tecnológica, sendo parte fundamental do sistema nacional de inovação.

O IEL tem como missão promover a interação das empresas do setor industrial com as instituições de ensino, pesquisa e demais organizações baseadas no conhecimento, visando à competitividade e ao desenvolvimento do setor produtivo brasileiro, através da realização de estudos e projetos junto a instituições geradoras de conhecimento e de novas tecnologias.

Dentre seus projetos, destacam-se a parceria Bitec – “Bolsas IEL – Sebrae – CNPq para apoio ao Desenvolvimento Tecnológico das Micro e Pequenas Empresas”, cuja 3ª edição 2000–2001 envolveu 27 estados da Federação, 396 estudantes de graduação e 384 professores universitários de 95 universidades públicas e privadas, abrangendo mais de 20 áreas de conhecimento.

Outra parceria do IEL/MCT é o projeto de “Pesquisa sobre Empresas Graduada por Incubadoras”, que consiste em pesquisa quantitativa e qualitativa com o universo destas empresas em todas as regiões, objetivando medir o seu impacto no processo de desenvolvimento econômico, social e tecnológico das localidades e regiões onde atuam.

O Senai tem por objetivo contribuir para o fortalecimento da indústria através da educação para o trabalho, assistência técnica e tecnológica, produção e disseminação de informação, além da geração e difusão de tecnologia, atuando de forma efetiva através dos Senaitec’s – Centros Nacionais de Tecnologia –, sendo estes verdadeiros pólos de geração, absorção, adequação e transferência de tecnologia, que tornam disponível o conhecimento produzido pelos setores industriais de ponta dos diversos estados.

O Senai é parceiro do MCT em projetos de tecnologia industrial básica, normalização, gestão da qualidade e sistemas de rede de informações tecnológicas. Há também grande interface de atuação nas áreas de transferência de tecnologia, empreendedorismo, desenvolvimento regional, incubadoras e parques tecnológicos e capacitação empresarial.

Entretanto, a certificação de produtos, de sistemas (Gestão da Qualidade, Gestão Ambiental) e de serviços é praticamente condição geral para o acesso a mercados. A certificação – ou qualquer outra forma de demonstração da conformidade de produtos e serviços com requisitos técnicos especificados em normas técnicas (quando esses requisitos são voluntários) ou em regulamento técnico (quando esses re-

quisitos são compulsórios, abrigados sob o artigo II do Acordo de Barreiras Técnicas da OMC) – depende da existência de organismos de inspeção e de certificação acreditados segundo normas e guias internacionais. Estes, por sua vez, realizam ensaios em laboratórios credenciados segundo os mesmos parâmetros, que, por sua vez, baseiam-se em normas técnicas e em regulamentos técnicos. Tudo isso tem como base laboratórios metrológicos capazes de disseminar padrões nacionais de medida e efetuar calibrações que garantam a rastreabilidade das medições em escala mundial.

Esta base metrológica, por seu turno, deve estar assentada sobre infra-estrutura metrológica nacional altamente capacitada, operando em modelo de rede, em condições de disseminar nacionalmente as unidades das grandezas necessárias, em níveis de incerteza cada vez menores, além de demonstrar a sua competência internacionalmente. Isto exige que as instituições da rede estejam operando na fronteira do conhecimento científico e tecnológico, o que requer sólido esforço em pesquisa básica e aplicada. No panorama brasileiro, essa necessidade implica revitalizar o Inmetro, como o núcleo da rede, para ampliar consideravelmente a capacidade nacional de prestar serviços metrológicos, bem como as atividades de pesquisa científica e tecnológica (Quadro 8).

Além do fato de que essa formidável infra-estrutura exija investimento extremamente alto, os sistemas de metrologia, normalização e avaliação da conformidade (inspeção, ensaios e certificação) devem ser reconhecidos internacionalmente, sem o que o preço de um produto estará acrescido de tantas certificações quantos forem os mercados de destino desses bens e serviços.

Outro ponto merece relevo: no passado, a norma técnica nacional ou setorial era instrumento de defesa de mercados e, como tal, foi recurso tático usado no processo de substituição de importações.

Hoje, a competição internacional baseia-se nas normas técnicas internacionais. Assim, é vital que a empresa participe do esforço de normalização nos foros internacionais e que tenha condições de defender seus interesses no campo da tecnologia, nos momentos em que a norma é discutida e aprovada. Caso contrário, a empresa será mera seguidora de padrões tecnológicos determinados pela concorrência.

Esse é um desafio particular no caso brasileiro, uma vez que apenas 0,05% das empresas brasileiras participa da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), foro nacional de normalização e, como tal, habilitado a representar o Brasil nos foros internacionais que tratam da matéria.

Quadro 12 **Capacitação Científica e Tecnológica em Metrologia**

Os institutos metrológicos nacionais, em vários países desenvolvidos, combinam pesquisa científica de alto nível com forte interação com as necessidades concretas de seus parques industriais e de serviços.

Dentro deste espírito, é oportuno para o Brasil contar com uma organização na área de metrologia, onde pesquisa básica, pesquisa aplicada, inovação tecnológica e serviços para a indústria se integrem.

Seria, como no Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST), a instituição metrológica nacional dos Estados Unidos, o *locus* onde coexistem, natural e sinergicamente, pesquisa científica, pesquisa tecnológica, transferência de tecnologia a empresas, inovação e serviços de alto conteúdo tecnológico. Na situação brasileira de relativa escassez de recursos, esta organização teria de aproveitar ao máximo a capacidade de pesquisa já instalada no País, para coordenar projetos nacionais integradores em metrologia científica.

A infra-estrutura ora existente nos laboratórios do Inmetro em Xerém-RJ é bastante boa no que tange a prédios e instalações, onde já se realizam trabalhos de alto valor científico e tecnológico, mas ainda muito aquém do necessário. Isto sugere que o investimento em um grande projeto para desenvolver a metrologia científica e industrial no Inmetro representaria a criação de um núcleo natural para esta rede nacional, capaz de integrar Ciência, Tecnologia e Inovação, com grande impacto na competitividade de nossas empresas.



AGRICULTURA

A agricultura, no Brasil e no mundo, vem passando por notável transformação nos últimos vinte anos. Ao contrário de previsões feitas no final da década de setenta e início da de oitenta, a agricultura não caminhou para a perda de sua importância econômica e social. Tampouco se realizaram as previsões de que os produtos agrícolas seriam substituídos por processos industriais baseados na química e na biotecnologia. As transformações ocorridas nesses últimos vinte anos prenunciam a constituição de um padrão produtivo e tecnológico extremamente dinâmico para a agricultura.

As funções sociais e econômicas da agricultura são hoje muito mais complexas que aquelas que nortearam as políticas desde a última metade do século passado. A agricultura se diversifica, passa a incorporar cada vez mais inovações de produto e de processo, integra-se com os demais setores da economia e é centro das atenções no comércio internacional, na formulação de políticas ambientais e de sanidade animal e vegetal. Ademais, ela é um dos focos do desenvolvimento das novas tecnologias de base biológica.

Falar hoje em agricultura é tratar de vasto conjunto de atores, intra e intersetoriais. Talvez uma das suas características mais evidentes e mais marcantes, sob o ponto de vista científico e tecnológico, seja a forte articulação com a indústria, com o comércio e, em geral, com o que se convencionou chamar de negócio



agrícola, agronegócios ou *agribusiness*. Dados como a queda da participação da agricultura na renda nacional, tomados setorialmente, são pouco representativos do papel que ela cumpre. No Brasil, o negócio agrícola representa hoje cerca de 25% do PIB. As cadeias produtivas de citros, bovinocultura, avicultura e suinocultura, açúcar e álcool, o complexo da soja, entre outros, são exemplos de organizações produtivas dinâmicas, complexas e fortemente demandantes de conhecimento. Os mercados de produtos agrícolas e agroindustriais estão cada vez mais competitivos, e as novas tecnologias são elementos centrais na busca de competitividade. Não apenas as *commodities*, mas também mercados de produtos e insumos diferenciados têm demanda qualificada por conhecimento de base científica e tecnológica.

Produzir mais, degradando menos e a custos competitivos, gerar capacidade de diferenciação de produtos e de mercados, abrir oportunidades para produtores marginalizados e dar condições de expansão àqueles já inseridos no agronegócio, mas sob risco de exclusão, enfrentar os novos requisitos competitivos de mercados internos e externos, estar atualizado para fazer face aos novos padrões de consumo são desafios que requerem necessariamente a implementação de uma política tecnológica voltada para as atividades ligadas ao agronegócio.

As atribuições que tradicionalmente pesavam sobre a agricultura – de produção barata de alimentos e matérias-primas, de reserva de mão-de-obra para a indústria e de geradora de excedentes para a exportação –, embora ainda existentes, são suplantadas por outras bem mais dinâmicas. Três verificações reforçam esta perspectiva:

- Mudanças nos padrões de consumo alimentar
Seja pelo processo de urbanização e suas implicações sobre os hábitos alimentares (alimentação fora de casa, maior consumo de alimentos industrializados e/ou preparados, alimentação rápida etc.), seja pela valorização de aspectos qualitativos (como alimentos considerados mais saudáveis, nutricênticos, entre outros);

- Integração às cadeias produtivas

Em parte como decorrência do ponto anterior, e tanto no Brasil como no mundo em geral, impõe-se cada vez mais à agricultura a necessidade de integração às cadeias produtivas, quer com a agroindústria processadora, quer com os grandes distribuidores, particularmente com as megaempresas de distribuição no varejo de produtos e insumos;

- Redução da degradação ambiental e do uso de insumos

Aqui entram a agricultura de precisão, a redução da

Tabela 9: Participação de Cultivares da Embrapa

Produtos	Número de Cultivares (1975/98)	% Área 98/99
Arroz	87	53,5
Feijão	23	89,7
Milho	57	15,6
Trigo	72	24,3
Soja	157	53,2

As pesquisas realizadas pela Embrapa garantiram a produção de cultivares apropriados para as condições agroecológicas das várias regiões brasileiras.

Fonte: Embrapa/SNT - Dezembro 2000

quantidade e da toxicidade de pesticidas, o extrativismo sustentável, a recuperação de áreas degradadas, a menor contaminação de lençóis freáticos; enfim, o uso sustentável de recursos naturais.

Acrescente-se a verdadeira revolução que novas bases de conhecimento no setor agro-silvo-pastoril estão provocando na agricultura, tanto nos fundamentos moleculares e celulares dos seres vivos, quanto na organização, acesso e processamento de informação. O resultado é a mudança radical da base técnica e produtiva da agropecuária, com enormes oportunidades de desenvolvimento.

Se a busca de ganhos de produtividade na agricultura ainda é estímulo importante, o surgimento de novas bases de conhecimento acentua o papel do desenvolvimento científico e tecnológico para o futuro da produção agropecuária e agroindustrial. Não há mais por que restringir o melhoramento genético aos ganhos de produtividade física, nem por que persistir ofertando pacotes tecnológicos homogêneos para condições agroecológicas distintas, ou limitando o espaço econômico da agricultura às *commodities*. Repensar as diretrizes de formação de pessoal, inclusive a revisão curricular e as oportunidades produtivas tornaram-se imperativos estratégicos. Tem-se pela frente formidável esforço de planejamento, de gestão e de reorganização da pesquisa e da inovação na agricultura e, por que não dizer, no negócio agrícola.

Países como o Brasil, que apresentam agriculturas com forte grau de heterogeneidade, onde convivem situações que vão da miséria até a completa integração aos mercados e ao uso sistemático de alta tecnologia, oferecem duplo desafio: aproveitar as oportunidades da nova base de conhecimento e ampliar a produtividade e as condições de competitividade

de produtos de base tradicionais (*commodities*).

A heterogeneidade dos tipos de produtores também é elemento que pesa nessa situação. A produção familiar no total da agricultura brasileira corresponde a 85% dos estabelecimentos agrícolas, ocupando área de cerca de 108 milhões de ha (equivalentes a 30% da área agrícola total) e respondendo por 38% do Valor Bruto da Produção (VBP). Já a produção comercial representa 11,4% dos estabelecimentos (equivalentes a 68% da área total e a 61% do VBP - Tabela 10). As heterogeneidades que esses números revelam serão ainda maiores, se esses produtores forem divididos em diferentes estratos, segundo os níveis de renda e de capitalização. Assim, encontram-se na agricultura brasileira grupos de agricultores familiares com condições de inserção econômica muito diferenciadas: enquanto os mais capitalizados obtêm, por ano, uma renda total média de R\$15.986,00, os menos capitalizados têm apenas R\$98,00.

Esta breve apreciação sobre a estrutura de produção agrícola no Brasil reforça a visão da complexidade dos desafios com que se defrontam CT&I no que diz respeito à agricultura brasileira. Aproveitar as oportunidades abertas pelo novo conhecimento, ser mais competitivo, reduzir desigualdades entre produtores, entre níveis de produtividade e entre regiões, reduzir o impacto ambiental é o que levará a solução do mesmo problema.

Os desafios estratégicos de CT&I apresentados pela agricultura e pelo agronegócio podem ser tratados sob a óptica dos seguintes temas:

- Biologia Molecular
- Genes passaram a ter alto valor agregado e repre-

Tabela 10: Brasil - Estab., Área, Valor Bruto da Produção (VBP) e Financiamento Total (FT)

CATEGORIAS	Estab. Total	% Estab. s/ total	Área Total (mil ha)	% Área s/ total	VBP (mil R\$)	% VBP s/ total	FT (mil R\$)	% FT s/ total
Familiar	4.139.369	85,2	107.768	30,5	18.117.725	37,9	937.828	25,3
Patronal	554.501	11,4	240.042	67,9	29.139.850	61,0	2.735.276	73,8
Inst. Pia. Relig.	7.143	0,2	263	0,1	72.327	0,1	2.716	0,1
Entid. Pública	158.719	3,2	5.530	1,5	465.608	1,0	31.280	0,8
Não identificado	132	0,0	8	0,0	959	0,0	12	0,0
Total	4.859.864	100,0	353.611	100,0	47.796.469	100,0	3.707.112	100,0

Fonte: Guanzarolli et al. (2000). Dados do Censo Agropecuário 1995/96 - IBGE.

sentam o principal insumo da biotecnologia moderna. Cabe identificar os genes e suas funções para desenvolver aplicações aos problemas de produção, sustentabilidade e competitividade do agronegócio.

Essa é uma ação necessariamente coletiva que envolve a criação de redes de atores públicos e privados e mobiliza recursos de universidades nacionais e internacionais, institutos públicos e privados, atores governamentais vinculados aos ministérios da Agricultura, da Ciência e Tecnologia, do Meio Ambiente e de órgãos reguladores, financiadores e de fomento. É preciso construir plataformas integradas e transdisciplinares nas áreas de genoma funcional e bioinformática, associadas a pesquisas em recursos genéticos, em melhoramento por genética clássica, biotecnologia, entre outras, que possam constituir núcleos de aplicação dos conhecimentos e produtos gerados, bem como gerar impactos sobre o desenvolvimento do agronegócio brasileiro.

- Tecnologias de Base Biológica

O avanço que está ocorrendo nas ciências biológicas tem permitido que tecnologias químicas sejam substituídas por soluções que têm como base os conhecimentos da biologia. Não é possível, ainda, dimensionar o escopo, a abrangência e a velocidade dessa mudança. Todavia, considerando os atuais acordos geo-

políticos e comerciais e as reformas nos aparatos legais e institucionais de C&T, é possível afirmar que os países que não acompanharem a cadência dessa mudança perderão mercados para seus produtos e verão reduzida a oferta de empregos para seus cidadãos.

Progressos já foram feitos na área de insumos para a produção primária. São exemplos de êxito a utilização da fixação biológica de nitrogênio em substituição ao uso de fertilizantes químicos nitrogenados e algumas tecnologias para controle integrado de pragas e doenças. Resta, porém, amplo espectro de áreas que estão demandando conhecimentos e tecnologias. Um desses exemplos está na qualidade dos solos tropicais e na produção de “produtos orgânicos”: como substituir eficientemente as atuais soluções técnicas para corrigir as diferentes carências desses solos tropicais?

Os serviços e a indústria demandam soluções tecnológicas competitivas, de base biológica, para embalagens, como, por exemplo, a possibilidade do uso de derivados da mandioca para substituição de isolantes térmicos atuais. Na mesma linha está a utilização de biomassa em soluções eficientes para a mudança da matriz energética brasileira. Em todos os casos que envolvem mudanças no processo industrial, o investimento em C&T pode ser extremamente alto para pequenas e médias empresas, razão

pela qual é necessária intensa troca de informações entre pesquisadores do processo industrial e pesquisadores da área biológica, o que indica que novos arranjos institucionais em C&T precisam ser desenhados e implementados.

- Sanidade Animal

A abertura dos mercados brasileiros à concorrência externa, aliada à participação do Brasil no Mercosul, está, há cerca de uma década, pressionando a cadeia de carnes, especialmente a bovina, para que obtenha ganhos em competitividade e mantenha sua participação nos mercados interno e externo.

Mais recentemente, o surgimento na Europa da encefalopatia espongiforme bovina (BSE) – doença da vaca louca –, cuja origem está associada às práticas de alimentação com proteína animal adotadas nos seus sistemas de produção, aliado ao pânico provocado junto aos consumidores europeus, abriu grandes oportunidades para que a cadeia nacional de produção de carne bovina capitalize o grau de competitividade anteriormente obtido, avance nesse caminho e consolide a posição do País como grande fornecedor do mercado externo. Os sistemas de produção aqui utilizados, baseados na criação a pasto e no uso relativamente pouco intensivo de agroquímicos, inspiram mais confiança nos consumidores. Um conjunto adequado de ações mercadológicas, gerenciais e técnico-científicas, nos próximos anos, pode transformar o Brasil em um dos maiores protagonistas no mercado mundial de carnes bovinas.

- Agricultura, Saúde e Nutrição

A mudança ocorrida na pirâmide etária da população e o aumento de doenças crônico-degenerativas e de doenças relacionadas com os processos de urbanização e industrialização estão demandando produtos

primários com condições mínimas de qualidade para serem usados como ingredientes de dietas específicas. Em muitos desses casos, o foco do comércio passa dos produtos para os seus componentes. Tem-se, como exemplo, o setor de produtos lácteos, no qual a tendência está no crescimento do comércio de componentes do leite, como a lactose e outros, em detrimento do comércio do produto leite. A importância da qualidade final do produto é tão grande, que países que não atentarem para essa exigência poderão chegar ao paradoxo de terem excesso de produção primária, de qualidade inferior, e de serem grandes importadores de componentes desses produtos primários. As atuais linhas de P&D precisam ser redirecionadas, incorporando novos indicadores de qualidade.

- Acesso à Informação

O acesso à informação e ao conhecimento é a variável de maior poder de exclusão ou inclusão dos indivíduos

no processo político e econômico. Assegurar que os residentes no meio rural tenham acesso à informação e ao conhecimento é evitar que, como ocorreu no tempo da escravidão, seja criada, no campo, nesta década, uma subclasse de brasileiros (Quadro 13).

- Competitividade em Agricultura Tropical

As variáveis que estão moldando as sociedades, especialmente os avanços da área científica, dos meios de comunicação e de transporte, estão levando ao acirramento da concorrência entre países, não mais no volume da produção em si, mas no controle do conhecimento e geração de tecnologias. Dadas as características dos nossos ecossistemas e da nossa capacidade técnica, o Brasil tem condições de ser líder em tecnologia para agricultura tropical. Porém, há necessidade de se definir com precisão qual é exatamente o nicho de conhecimentos e tecnologias que queremos dominar.

Quadro 13 **Tecnologia para os Agricultores Familiares**

O universo dos agricultores familiares é extremamente diversificado, seja em relação às condições socioeconômicas das famílias, seja entre as regiões do País. Ainda assim, a maioria desses produtores enfrenta duas restrições básicas comuns que reduzem seu potencial de desenvolvimento: a disponibilidade de terra e capital, de um lado, e de mão-de-obra familiar, de outro. Tais restrições podem ser superadas por meio de arranjos tecnológicos e institucionais adequados. A experiência revela que esses produtores têm elevada aversão ao risco, em geral alto na atividade agropecuária devido às flutuações dos mercados e da natureza. Essa aversão, junto com a restrição estrutural de terra e capital, leva-os a adotar uma estratégia específica de produção econômica e reprodução social, a qual se manifesta em sistemas de produção diversificados e baseados na utilização mais intensiva de fatores e insumos disponíveis na unidade de produção.

A viabilidade dos produtores familiares, hoje e muito mais ainda no futuro, depende fundamentalmente da possibilidade de elevar a produtividade, de reduzir as restrições acima mencionadas e concretizar as vantagens competitivas potenciais associadas à utilização da mão-de-obra familiar e à gestão integrada da unidade produtiva.

Nem sempre, contudo, as tecnologias e inovações produzidas atendem às necessidades e interesses dos agricultores familiares.

Daí deriva uma vasta linha de ação para CT&I, que envolve pesquisas científicas que levem em conta as particularidades dos produtores familiares e que sejam orientadas para melhorar o rendimento dos principais sistemas produtivos utilizados por esses produtores.

A pauta de pesquisas e estudos engloba um conjunto de temas, desde o aumento da eficiência econômica do uso dos fatores terra e trabalho em ambiente de agricultura familiar, redução de risco econômico e natural, elevação das sinergias entre os vários subsistemas utilizados, conservação e recuperação dos recursos naturais, técnicas de pré-processamento rural e de conservação e assim por diante.

O desenvolvimento de tecnologias para produtores familiares também deveria ser incentivado. É certo que a maior restrição nesse campo é de natureza econômica e institucional, e não de natureza tecnológica. Ainda assim, o desenvolvimento de equipamentos adequados – em escala, funcionalidade e custos – às necessidades e especificidades dos produtores familiares, associado a ações para viabilizar sua adoção, poderia ter significativo impacto sobre a produtividade e rendimento direto de milhões de produtores, beneficiando toda a comunidade.

- Informação e Apoio à Decisão

Tão importante quanto o processo produtivo em si (como produzir), é a decisão do que produzir e para quem produzir. O conhecimento sobre as características dos mercados existentes, tais como preferências e costumes dos consumidores, é de crucial importância para a competitividade do agronegócio. Todavia, os custos envolvidos no levantamento e na análise dessas informações são em geral incompatíveis com o tamanho das empresas do agronegócio nacional. Assim, arranjos institucionais precisam ser implementados para levantar, analisar e disponibilizar essas informações.

- Mudanças Ambientais e o Agronegócio

A elucidação dos impactos das mudanças ambientais globais sobre o agronegócio brasileiro, o desenvolvimento de modelos tecnológicos para adaptação aos fenômenos, bem como medidas de mitigação relacionados com as tecnologias de produção, constituem metas imperativas para o futuro da agricultura e do agronegócio.

- Agricultura Orgânica

O binômio saúde/alimentação, aliado à forte conscientização pela sociedade da necessidade de se preservar o ambiente, vem despertando o interesse do consumidor por alimentos mais saudáveis, produzidos por técnicas agronômicas de baixo impacto ambiental. Por responder a esses anseios, a agricultura orgânica apresenta-se em ampla expansão, oferecendo condições de sustentabilidade, preservação dos recursos naturais e, em sistemas mais avançados, produção de alimentos com certificação de origem. O consumo de produtos orgânicos apresenta uma tendência de crescimento na atualidade e, nos países industrializados, deve passar do atual patamar de 1% a 2% de participação no total de vendas de alimentos, para cerca de 10%, até o ano 2005. Em decorrência da baixa dependência de insumos externos – pelo aumento de valor agregado ao produto, com conseqüente aumento de renda para o agricultor, e por propiciar a conservação dos recursos naturais –, a agricultura orgânica apresenta-se como mercado inovador e atrativo. Cria oportunidades, principalmente,

Quadro 14 **Plantio direto**

Plantio Direto, técnica de manejo do solo desenvolvida pela Embrapa, consiste de um conjunto de técnicas de preparo do solo cuja principal característica é evitar os impactos negativos das operações tradicionais de aração e gradagem. Trata-se de, ao mesmo tempo, adaptar o preparo do solo às condições edafoclimáticas dos trópicos quanto de aproveitar ao máximo a matéria orgânica resultante do plantio do ciclo produtivo imediatamente anterior. Para isso, utiliza-se de herbicidas dissecentes, e de equipamentos desenvolvidos para, ao mesmo tempo, incorporar a matéria orgânica seca e proceder a etapa de adubação de plantio e a semeadura (ou do plantio de mudas).

Os benefícios estão associados ao aumento de produtividade devido aos impactos favoráveis sobre as características físicas e conservação do solo em situações de cultivo intensivo. A técnica, introduzida nos anos setenta pela Embrapa, difundiu-se rapidamente desde a década de oitenta. Estima-se que a área com plantio direto tenha passado de 1 milhão de hectares em 1990 para 12 milhões em

2000. Seus principais benefícios são:

- econômicos: redução em 60% no uso de combustíveis fósseis; maior flexibilidade nas operações de manejo, sobretudo no plantio, ampliando as possibilidades em relação às operações tradicionais e reduzindo o risco produtivo do agricultor.

- ambientais: redução das perdas de solo por erosão da ordem de 90%, que representa mais de 100 milhões de toneladas de terra fértil preservadas por ano, evitando o assoreamento de cursos d'água, lagoas e barragens, melhorando a qualidade e a disponibilidade e reduzindo o nível de enchentes.

- econômico e ambientais de longo prazo: absorção de 76 milhões de toneladas de carbono atmosférico por cada 1% de incremento no teor de matéria orgânica na camada superficial do solo. Considerando-se os 10 milhões de hectares cultivados sob plantio direto são 7,6 toneladas por hectare em termos de sequestro de carbono.

para pequenos e médios produtores, inclusive comunidades de agricultores familiares e vários outros segmentos da cadeia produtiva, o que pode auxiliar o desenvolvimento das áreas rurais próximas aos grandes centros urbanos e aos corredores de exportação.

Apesar desse grande potencial, a agricultura orgânica, em diversas partes do mundo, está sendo desenvolvida em bases ainda empíricas, não científicas, o que tem levado a uma série de problemas, inclusive, em muitos casos, baixa credibilidade dos processos de produção e de certificação dos produtos.

- Agricultura de Precisão

No Brasil, as técnicas de agricultura de precisão começam a se tornar importante ferramenta para o gerenciamento de sistemas de produção, que buscam a redução de impactos nocivos de práticas agrícolas sobre o meio ambiente, enquanto melhoram produtividade de sistemas de produção em aspectos qua-

litativos e quantitativos. A agricultura de precisão oferece novas e revolucionárias oportunidades de aplicação de inovações no campo da automação, instrumentação, sensoriamento remoto e tecnologia da informação, para o aprimoramento dos sistemas de produção agropecuária. O foco da nova revolução em agricultura de precisão está na aplicação do conceito de “manejo sítio-específico”, cujo principal objetivo é a identificação de variabilidade espacial e temporal em campos de produção e o desenvolvimento de práticas de manejo que permitam melhor gerenciamento dos processos de produção à luz da variabilidade detectada. Assim, os sistemas tradicionais podem ser substituídos por estratégias econômicas e ecologicamente mais saudáveis e eficientes. A pesquisa, assistência técnica, agricultores, iniciativa privada, fabricantes de equipamentos, associações, cooperativas e governo têm papel fundamental nesse processo.

Quadro 15 Zoneamento Agroecológico

O zoneamento agroecológico feito pela Embrapa cobre hoje 20 estados, mais de 3200 municípios e sete produtos (algodão, arroz, milho, soja, feijão, trigo e maçã). O zoneamento identifica as aptidões agrícolas de cada região e recomenda um pacote tecnológico para minimizar o risco para os agricultores, maximizar o rendimento dos cultivos e proteger o meio ambiente. A adoção do zoneamento e das recomendações técnicas já teve impactos econômicos consideráveis, tanto para os agricultores que pagam um prêmio mais baixo pelo seguro agropecuário, como para o Programa, que passou de um déficit superior a US\$150 milhões para um superávit (Tabela 11).

Tabela 11: Zoneamento Agroecológico.
Taxa do Prêmio de Seguro (%) - com e sem Zoneamento Agroecológico.

Cultivo	Sem	Com	Zoneamento + Pacote
Arroz e Feijão	11,7	6,7	5,7
Trigo	-	5,0	4,0
Milho/ Soja	6,9	3,9	2,9

*Pagamento de Seguro Agrícola (Sem zoneamento = US\$ 150 milhões/ano, com zoneamento = superávit).
Fonte: Embrapa.*

PLANTAS TRANSGÊNICAS

A tecnologia de organismos transgênicos, os chamados organismos geneticamente modificados, é uma decorrência do progresso científico das últimas décadas na compreensão do fenômeno da vida. Fortemente carregada por considerações éticas, morais e religiosas, a discussão sobre organismos transgênicos transcende os limites dos laboratórios, na medida em que suas aplicações práticas, seja na produção de alimentos, seja na produção de insumos para a indústria farmacêutica, ou, no limite, na criação de novas formas de vida, tornaram-se realidade pela primeira vez na história do homem. O conhecimento, na civilização ocidental até agora, tem-se mostrado uma força irresistível. Alguém, em algum lugar do mundo, conseguirá, mais cedo ou mais tarde, explorar suas conseqüências para o bem ou para o mal. Não há solução simplista para isto. O debate esclarecido dessas questões cruciais para o futuro da humanidade, em uma sociedade democrática, requer uma população cientificamente “alfabetizada”, que possa, ao menos, acompanhar os argumentos, formar sua própria opinião e decidir com maior conhecimento de causa.

Plantas transgênicas com características importantes, tais como a resistência contra pragas, são necessárias onde falta resistência inerente nas espécies locais. Há pesquisa avançada no desenvolvimento de resistência contra doenças causadas por vírus, bactérias e fungos; modificações na arquitetura da planta



(exemplo: altura) e desenvolvimento (por exemplo: florescimento rápido ou tardio, ou produção das sementes); tolerância a pressões abióticas (por exemplo: salinidade e seca); produção de bens químicos industriais (recursos renováveis baseados em plantas); o uso de biomassa de plantas transgênicas para combustível.

A manipulação genética de plantas e microorganismos pode ser orientada para um conjunto de objetivos não excludentes, entre os quais a elevação da produtividade agropecuária, a redução de custos de produção e uso mais eficiente e sustentável dos recursos naturais, a redução de carências nutricionais, preservação da biodiversidade e recomposição de ambientes degradados. Alimentos produzidos por meio de tecnologia de modificação genética podem ser mais nutritivos, estáveis quando armazenados e, em princípio, podem ser benéficos à saúde dos consumidores, tanto em nações industrializadas, quanto em nações em desenvolvimento.

No Brasil, uma experiência de inserção de gene da castanha em feijão para melhoria do teor de aminoácidos essenciais foi iniciada ainda nos anos oitenta. Hoje, multiplicam-se as iniciativas nesse sentido, utilizando plantas de cultivo globalizado, como o arroz, e cultivos mais identificados com países e regiões, como o feijão.

Esforços do setor público poderão ser necessários para estimular plantações de transgênicos que beneficiem agricultores pobres, reduzindo suas desvantagens de escala, potencializando suas vantagens competitivas e melhorando tanto sua capacidade de produção, como de gerar renda e adquirir alimentos no mercado. Esforços de cooperação entre os setores privado e público serão necessários para desenvolver

novas sementes transgênicas que beneficiem pequenos produtores e consumidores. Um ponto a ser lembrado é que a atuação das empresas estrangeiras líderes do setor de sementes não se pauta necessariamente pelo interesse social, mas é determinada por suas estratégias de negócio.

É necessário adotar medidas rigorosas para investigar os efeitos potenciais sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana – sejam estes positivos ou negativos – em aplicações específicas de tecnologias de manipulação genética. Tais esforços devem ser avaliados tomando-se como referência os efeitos de tecnologias convencionais da agricultura, que estão atualmente em uso – critério, aliás, empregado nas avaliações e manejos de risco conduzidos pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), vinculada ao MCT.

Sistemas reguladores de saúde pública devem ser mobilizados para identificar e monitorar quaisquer efeitos potencialmente adversos, que podem surgir do consumo de plantas transgênicas, assim como para quaisquer outras novas variedades.

Empresas privadas e instituições de pesquisa devem compartilhar a tecnologia de modificação genética, que atualmente está sujeita a acordos de licenças e patentes muito restritivos. Adicionalmente, isenções especiais deverão ser dadas aos agricultores de baixa renda para protegê-los de restrições que prejudiquem o desenvolvimento das suas plantações.



CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
DESAFIOS ESTRATÉGICOS



CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

DESAFIOS ESTRATÉGICOS

O elenco de questões até aqui levantadas em educação, avanço do conhecimento, qualidade de vida e desenvolvimento econômico já permite definir, por si só, um conjunto de desafios de importância estratégica para o futuro do País. Contudo, elas não esgotam a agenda de temas para os quais Ciência, Tecnologia e Inovação têm a contribuir. Neste capítulo, ao mesmo tempo em que se estende e se complementa a abrangência dos temas tratados anteriormente, procura-se também dar-lhes um enfoque mais específico. A extensão das questões a serem tratadas contém, como não poderia deixar de ser, um elemento de arbitrariedade na sua escolha. Dentro da concepção original deste projeto, de estimular um debate amplo com a sociedade e a comunidade científica e tecnológica, a escolha deve ser vista como con-

tribuição para definir prioridades, como uma agenda aberta, um convite ao debate e uma oportunidade para análise mais aprofundada da necessidade de articulação entre instituições e agentes com responsabilidades e atuação em diferentes setores.

Assim entendidos, parece conveniente organizar os desafios estratégicos aqui tratados em três linhas de ação:

- i) mapear e conhecer a realidade nacional, não apenas em seus recursos naturais mas em seus recursos humanos e patrimônio intangível, pois sem informações amplas e confiáveis sobre as reais condições do País, que subsidiem a tomada de decisões por parte da sociedade, corre-se o risco de improvisações, tão nocivas quanto os problemas que se pretendem resolver.
- ii) identificar vulnerabilidades importantes da sociedade e da economia e entendê-las como oportunidades de alavancar o desenvolvimento científico e tecnológico, social e econômico – essas vulnerabilidades tanto podem ser desequilíbrios sociais quanto gargalos importantes da economia.
- iii) Mapear iniciativas de amplo alcance, que elevem o patamar de capacitação em algumas áreas-chave para o desenvolvimento econômico sustentável.

Essas iniciativas, que irão surgir naturalmente da seleção de prioridades para as diretrizes estratégicas do setor, caracterizam-se por buscar um salto tecnológico, por meio do qual o desenvolvimento de bens ou de serviços se dará no marco de parâmetros de confiabilidade ou competitividade que ultrapassem o referencial de desempenho do momento. Superado o desafio, e difundidos seus resultados, a sociedade terá evoluído na direção de maior desenvolvimento, equidade e justiça; o setor produtivo nacional terá galgado um novo patamar

“Os grandes desafios estratégicos para a C&T se ligam à centralidade do conhecimento no progresso do mundo contemporâneo. Há desafios que decorrem de como se move a fronteira deste conhecimento; há outros que se prendem às peculiaridades atuais da situação econômica e social do País e há, ainda, os que se ligam à aspiração nacional de uma presença soberana no cenário internacional futuro.”

*Waldimir Pirró y Longo,
Observatório Nacional*

“Há reais oportunidades para por em marcha, no País, importantes projetos “mobilizadores”, capazes de gerar novos impulsos para a C&T. Isto passa pela definição urgente de prioridades e de novos instrumentos de fomento; eliminou-se a reserva de mercado sem que se criassem incentivos compensatórios. Estes devem buscar produzir desenvolvimento científico e tecnológico melhor distribuído por todas as regiões do País.”

*Sérgio Machado Rezende,
UFPe*

de competitividade; as estruturas de geração de conhecimento terão adquirido competências inteiramente novas; os produtos, bens e serviços, terão maior confiabilidade.

Independentemente das escolhas específicas que sejam feitas, seis ingredientes são básicos para enfrentar esses desafios estratégicos:

- recursos humanos adequadamente treinados, isto é, programas consistentes de formação de recursos humanos em áreas estratégicas e absorção de pessoal em empregos qualificados;
- avanço do conhecimento, isto é, pesquisa própria e absorção de resultados produzidos em outros países, com o domínio de um vasto campo de conhecimentos em múltiplas áreas e capacidade não apenas para operar tecnologias disponíveis, mas também – e principalmente – para inovar e acompanhar o progresso tecnológico em campos-chave, como saúde, engenharias, materiais, informação e biologia;
- capacidade para identificar oportunidades e fazer escolhas tecnológicas adequadas às necessidades dos vários programas considerados;
- integração de esforços de pesquisa, com programas de natureza cooperativa entre agentes do setor público, setor privado e terceiro setor, cujo escopo e escala lhes garantam abrangência social ou impacto econômico;
- forte participação do setor privado, com programas de incentivo e fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação em empresas nacionais e condições para que empresas estrangeiras realizem pesquisa e desenvolvimento em escala compatível com os be-

nefícios econômicos que obtêm no mercado brasileiro e que tenham um retorno real para o País;

- instituições e ambiente institucional adequado e favorável ao desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação, que são fundamentais para vencer com sucesso os desafios estratégicos do País.

Na primeira parte desse capítulo, serão consideradas as questões referentes ao levantamento, gestão e desenvolvimento sustentável de importantes recursos naturais do País: mapeamento do território; meteorologia e climatologia; gestão do meio ambiente; biodiversidade; recursos do mar; recursos hídricos; recursos minerais.

Na segunda parte, serão apresentadas algumas vulnerabilidades e oportunidades de desenvolvimento da sociedade brasileira. Serão abordados temas relacionados a iniciativas de grande envergadura social, científica e tecnológica, com potencial para envolver várias áreas da Ciência e Tecnologia e para contribuir, de forma direta, tanto para a solução de problemas relevantes, como para a abertura de novas oportunidades de desenvolvimento. Os principais temas: fármacos, energia, biotecnologia e seu potencial para o País; telecomunicações, informática, atividades espaciais; tecnologia aeronáutica; tecnologia nuclear.

PARTE I: CONHECIMENTO E GESTÃO DO PATRIMÔNIO NACIONAL

Levantamento Geográfico e Estatístico do Território

Os mapas e as informações estatísticas são necessários para a formulação de políticas públicas, planejamento de empresas e a gestão territorial. Essas atividades requerem freqüentemente informações básicas atualizadas e sistematizadas em campos como geologia, solos, vegetação, biodiversidade, geomorfologia, recursos hídricos, recursos minerais, população, indústria, serviços, lazer, clima, uso da terra, safras agrícolas, dentre outros. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e outras instituições integrantes do Sistema Cartográfico Nacional elaboram cartas topográficas, mapas e bancos de dados em diferentes níveis (nacional, regional, estadual e municipal), com os resultados de levantamentos específicos.

Conquanto os levantamentos estatísticos feitos no Brasil deixem a desejar, a situação do mapeamento topográfico é ainda mais insatisfatória diante da crescente e cada vez mais complexa demanda por dados cartográficos para o planejamento em geral, particularmente das ações orientadas para a exploração sustentável do meio ambiente. Esse contexto determina a necessidade de reavaliar o modelo de mapeamento topográfico e o preparo de material cartográfico.

Paralelamente, com o uso mais intenso da tecnologia de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), au-



“A Amazônia representa perto da metade do território brasileiro e é hoje uma área submetida a vários riscos. Perduram as migrações intensas do Nordeste e Centro-Oeste; há pressões sobre o patrimônio mineral e, em particular, problemas graves com a preservação da biodiversidade. Necessita tecnologias específicas e estas não surgirão espontaneamente do mercado.”

*Luiz Hildebrando Pereira da Silva,
Centro de Pesquisa em Medicina Tropical,
Roraima*

mentou a demanda por cartas topográficas, inclusive no formato digital. Identificar as características físicas e a capacidade do ambiente de sustentar diferentes tipos de uso significa, antes de tudo, apontar as possibilidades de crescimento sustentável de uma região. Para tal, é necessário conceber, construir e manter um Sistema Integrado de Informações, que tenha por meta principal informar o sistema de planejamento em seus diferentes níveis de atuação (nacional, regional, estadual, municipal).

Um programa nacional integrando métodos tradicionais, sensoriamento remoto e aerogeofísica, aliado ao desenvolvimento de aplicativos de SIG, teria condição de prover o Brasil de cartas e folhas topográficas com a elevada precisão exigida pela economia moderna. Seus resultados serviriam de base sólida para todos os demais mapeamentos, fundamentais para o conhecimento e desenvolvimento do País. Ademais, promoveria a formação de recursos humanos, modernizaria equipamentos de ensino e pesquisa dos cursos universitários, estimularia o intercâmbio científico e tecnológico, permitiria a atualização freqüente de bancos de dados georeferenciados sobre recursos naturais e meio ambiente, além de estimular a criação de empresas de base tecnológica, tanto em equipamentos e serviços de mapeamento e de gestão de bancos de dados primários, quanto no desenvolvimento de aplicações inovadoras.

A correlação da informação geográfica assim disponibilizada, com informações estatísticas de qualidade sobre produção industrial, comércio, transações financeiras, produção agrícola, produção mineral, população e suas características econômicas, sociais, educacionais etc., permitiria planejar políticas públicas, prover serviços essenciais, organizar programas estratégicos ou investimentos privados, com ba-

se em informações muito mais confiáveis do que as atualmente disponíveis. Ganhar-se-ia, assim, em eficiência, eficácia e efetividade no emprego de recursos escassos.

Quadro 1 **Sistema Avançado de Informações para a Agricultura**

A avaliação e o acompanhamento dos impactos ambientais de projetos no setor agropecuário estão sendo muito facilitados pelo uso de tecnologias de geoinformação e modelos associados.

Os Sistemas de Geoinformação incluem tecnologias de bancos de dados geográficos e sensoriamento remoto aliadas a modelos matemáticos, estatísticos e de otimização. Ao realizar a integração em um mesmo banco de dados de informações provenientes de diferentes fontes, os sistemas de informação geográfica permitem a representação computacional dos diferentes componentes do meio agroambiental. Tais sistemas são ferramentas auxiliares importantes para o planejamento agroambiental, monitoramento de safras, monitoramento e planejamento de projetos de agronegócios.

Para sua efetiva utilização, esta tecnologia requer a existência de bancos de dados agropecuários com informações amostrais que incluem, por exemplo, produtores, clima e situação dos mercados e sua integração com fontes periódicas de monitoramento de dados, como imagens de satélite.

A diversidade intrínseca dos problemas ambientais indica que o uso mais apropriado desta tecnologia é feito de forma distribuída, para que as diversas instituições públicas e privadas venham a dispor de tecnologia de geoinformação e modelos associados e tenham amplo acesso a bancos de dados sobre os diferentes componentes do meio agroambiental.

Neste sentido, é importante ressaltar que o Brasil já possui significativa experiência no desenvolvimento e uso de tecnologia de geoinformação, merecendo destaque os resultados já obtidos por instituições como o INPE e a Embrapa. Tais experiências, metodologias e produtos poderiam servir de base para um programa nacional de uso de geoinformação no setor de agronegócios.

Meteorologia e Climatologia

A meteorologia vem ganhando relevo, principalmente devido aos impactos da variabilidade climática. E também pela percepção de que o homem está alterando a composição da atmosfera, e as mudanças climáticas globais resultantes destas alterações pode-

rão ter profundas conseqüências no clima. No horizonte de décadas, se as emissões de gases do efeito estufa não forem mitigadas, as mudanças climáticas globais poderão trazer impactos adversos a toda a sociedade e às atividades econômicas.

Os efeitos da variabilidade natural do clima são notáveis. Vários setores da economia nacional são direta ou indiretamente afetados por ela, cujos efeitos são potencializados pelas condições particulares de infra-estrutura básica e social do País; a qualidade de vida cotidiana da população urbana e rural também está sendo conturbada por fenômenos associados ao clima, sejam enchentes nas regiões metropolitanas, problemas de abastecimento de água potável e geração de energia hidroelétrica, seja a seca no semi-árido nordestino e mesmo incêndios florestais.

O progresso científico e tecnológico permitiu o desenvolvimento de instrumentos e técnicas de previsão meteorológica mais acuradas, aumentando a importância estratégica da meteorologia e climatologia no Brasil. O País possui acentuada diversidade de condições climáticas e conta com uma base de recursos naturais cuja exploração sustentável está associada ao comportamento do clima e à disponibilidade e capacidade para gerar e utilizar, de forma eficaz, informações meteorológicas e climatológicas. A aplicação dessas informações é também cada vez mais essencial para a gestão dos grandes centros urbanos. O conhecimento sobre as flutuações do tempo e do clima e a capacidade de prevêê-las são hoje considerados como parte da riqueza dos países.

Na segunda metade da década de oitenta surgiram duas iniciativas que deram forma ao Sistema Nacional de Meteorologia: i) o planejamento de uma grande modernização da capacidade técnico-científica,

efetivada pela criação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE; ii) um programa de incentivo ao uso da informação em nível local e regional em todo o País, que adicionalmente criasse as bases para a melhoria da capacidade observacional e de ciência e tecnologia em meteorologia.

Em que pese a expansão recente da rede observacional com plataformas de coleta de dados meteorológicos, hidrológicos e ambientais que utilizam modernos sistemas de telecomunicações, baseados nos satélites brasileiros de coleta de dados, a densidade das informações meteorológicas é insuficiente. Ademais, muitas destas informações não chegam aos usuários finais de forma adequada e em tempo hábil para proporcionar os resultados possíveis e desejáveis.

Quadro 2

El Niño/La Niña e o clima no Brasil

O aquecimento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial Oriental caracteriza o fenômeno El Niño, que é cíclico, embora sem periodicidade definida, e dura de 12 a 18 meses. Quando ocorre, inicia-se normalmente no começo do ano, atinge intensidade máxima em dezembro e se enfraquece na metade do segundo ano. O aumento dos fluxos de calor e de vapor d'água do mar para a atmosfera, sobre as águas quentes, provoca mudanças nas condições meteorológicas e climáticas em várias partes do mundo. No Brasil, a chuva aumenta no Sul e diminui no norte e leste da Amazônia e no Norte do Nordeste. No Sudeste, as temperaturas ficam mais altas, tornando o inverno mais ameno.

La Niña é o fenômeno oposto, de resfriamento anômalo das águas superficiais no Oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental. El Niño e La Niña são variações normais do sistema climático da Terra. Os efeitos econômicos dessas variações são diversos: alguns benéficos, outros não. Em 1998, as altas temperaturas provocadas pelo El Niño, aliadas a chuvas abundantes, favoreceram o desenvolvimento de lavouras e a produção de grãos em São Paulo. No outro extremo, o Nordeste enfrentou uma das piores secas do século XX.

Fonte: <http://www.cptec.inpe.br/>

Aperfeiçoamentos no sistema de previsão meteorológica, climática e hidrológica poderão contribuir, ainda mais, para: i) diminuição dos riscos à vida e à propriedade; ii) redução de danos ao meio ambiente; iii) aumento da produtividade e diminuição de perdas e riscos na produção agrícola, pecuária e industrial, no comércio e no setor de serviços, com o conseqüente aumento da produtividade global da economia brasileira e da competitividade internacional dos setores indicados.

O País dispõe de base para lançar-se, com determinação, em programas objetivando melhor conhecer o clima e suas variações e monitorar as condições atmosféricas, climáticas e ambientais do País. Conta com

uma massa crítica de cientistas, muitos de áreas afins e com experiência adquirida a partir de algumas iniciativas de grande porte, como o CPTEC e o conjunto das atividades de monitoramento por satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A implantação de uma Agência Nacional de Meteorologia (Anamet), proposta resultante de discussões envolvendo vários segmentos interessados no âmbito governamental e acadêmico, estabelece um novo modelo de organização institucional, descentralizado e participativo, para o Sistema Nacional de Meteorologia. A efetivação do Fundo Setorial de Recursos Hídricos poderá viabilizar, a partir de 2001, a capacitação de recursos humanos para pesquisa de inte-

Quadro 3 O Valor dos Serviços Meteorológicos

Estima-se que o uso disseminado de confiáveis previsões e informações meteorológicas possa representar significativos ganhos econômicos e sociais. Somente na agricultura, o uso de informações meteorológicas, climáticas e agrometeorológicas na redução de perdas e aumentos de produtividade tem o potencial de economizar mais de R\$3 bilhões anualmente neste setor para o País. Alguns exemplos são:

- Economia de Água na Irrigação: uma previsão correta de ocorrência de chuvas para 24 e 48 horas, rotineiramente elaborada no País com índices de acerto acima de 75%, permitiria desligar o sistema de irrigação em 15 mil hectares que utilizam o sistema de irrigação constante, representando economia, somente no estado de São Paulo, de mais de 600 milhões de litros de água por dia.
- Redução de Riscos Climáticos para a Agricultura: de 1991 a 1995, o valor médio de indenização de seguro agrícola pelo Proagro foi de R\$150 milhões por ano. A partir de 1996, com base no zoneamento agrícola, o Proagro somente financiou culturas selecionadas fora das áreas de risco climático, obtendo taxas de risco menores e enorme redução das indenizações para cerca de R\$500 mil anuais.

Também nos setores de energia e recursos hídricos, pode-se gerar economias e benefícios sociais de monta, como ilustrado nos exemplos a seguir:

- Ganhos no Setor de Energia Elétrica: previsões da tendência climática sazonal de chuvas abundantes para a primavera de 1997 no

Sul do país, fornecidas pelo CPTEC às empresas de geração e transmissão daquela região, fizeram com que aquelas empresas diminuíssem o uso de energia termelétrica, economizando milhões de reais; informações fornecidas pelo Sistema de Meteorologia do Paraná à Companhia Paranaense de Energia representam economias potenciais superiores a R\$20 milhões por ano com o uso adequado das informações no planejamento do uso dos recursos hídricos na geração de energia elétrica e também na operação, manutenção e projeto de linhas de transmissão.

- Melhor Gerenciamento de Recursos Hídricos Escassos: a companhia de águas do Ceará utiliza rotineiramente previsões climáticas sazonais das chuvas na região semi-árida do Nordeste em suas operações. Por exemplo, baseado na previsão de seca severa para a estação chuvosa de 1998, disseminada pelo CPTEC em novembro de 1997, um grande volume de água foi transferido do açude de Orós para reservatórios que abastecem Fortaleza, evitando o que seria uma situação crítica de abastecimento em função da severidade da seca que assolou a região em 1998.

- Mitigação dos Efeitos de Secas do Nordeste: a partir de 1999, a atual Adene (ex-Sudene), a Defesa Civil, estados e municípios de todo o Nordeste têm utilizado as informações climáticas e estimativas de água armazenada no solo fornecidas pelo projeto Pró-Clima para fins de agricultura e identificação precoce de regiões com déficit hídrico com potencial de afetar a produção agrícola, permitindo racionalização das ações de mitigação dos efeitos das secas, com benefícios econômicos e principalmente sociais.

resse do setor e ainda irá fomentar a pesquisa e o desenvolvimento da área.

Uma diretriz para a área deve ser orientada para a modernização dos meios, com o uso intensivo de tecnologia atualizada e a descentralização dos serviços, pelo apoio à implantação ou fortalecimento de centros estaduais de meteorologia e recursos hídricos. As ações a serem empreendidas poderiam ser organizadas em cinco direções: i) Implantação e modernização de sistemas de observação *in situ* e a partir de plataformas remotas; ii) implantação de sistemas de assimilação das observações, de modelagem geoambiental e de armazenamento e disseminação de dados e informações; iii) modernização da infra-estrutura de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico; iv) descentralização das Estruturas de atuação em monitoramento, modelagem geoambiental e aplicações; v) capacitação de recursos humanos, especialmente com a criação de especialização em Geoinformática.

Gestão do Meio Ambiente

A vida humana não pode ser entendida de modo dissociado dos processos naturais. Mesmo tendo modificado radicalmente a superfície do planeta, a humanidade preserva uma dependência ancestral em relação aos ecossistemas que a rodeiam e continua a se valer de outros organismos e de recursos naturais para sua alimentação, atividade econômica e sobrevivência em geral. O uso estratégico e sustentável dos ecossistemas, seja dos produtos da biodiversidade, seja dos serviços ambientais providos, apresenta vantagens econômicas que podem proporcionar ganhos importantes à Nação, como um todo, e às comunidades diretamente envolvidas, em particular. A importância dos ecossistemas, tanto por seu

valor de uso, como por seu valor de existência, justifica a necessidade de uma gestão que procure sua sustentabilidade e que, portanto, seja realizada em bases científicas sólidas. Nesse sentido, conhecimento e tecnologia colocam-se como condições necessárias, mas não suficientes, para mudar de forma significativa as relações homem-meio ambiente.

Sustentabilidade implica garantir às futuras gerações um estoque de capital econômico, humano e ambiental pelo menos equivalente ao atual. Ao mesmo tempo, passa a ser reconhecido que a conservação dos recursos naturais é do interesse comum, inclusive da coletividade maior, a humanidade. Isto é refletido na implantação das convenções sobre diversidade biológica, desertificação e mudanças climáticas e da Declaração de Dublin sobre recursos hídricos, das quais o Brasil é signatário. Este interesse comum também é reconhecido na Agenda 21 Mundial e na Agenda 21 Brasileira, esta ainda em formulação.

As rápidas mudanças que se vêm registrando nas condições ambientais e, especialmente, no clima terrestre deverão absorver recursos crescentes da comunidade científica pelo mundo afora. Cresce a preocupação e a consciência de que a humanidade está transitando por uma rota insustentável e que os efeitos sobre as condições ambientais do desenvolvimento econômico (ou falta dele) já não podem ser negligenciados. Estudo recente do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas resume as principais tendências e preocupações da comunidade internacional: i) o uso atual de recursos naturais (terra, florestas, água doce, zona costeira, zonas de pesca e ar urbano) está além da capacidade natural de regeneração; ii) o efeito estufa ainda não foi estabilizado, e a emissão de gases continua superior aos níveis fixados pela Convenção das Nações Unidas de Mudanças

ças Climáticas; iii) as áreas naturais depositárias da biodiversidade do planeta estão sendo progressivamente reduzidas, tanto pela agricultura e suas práticas, quanto pela expansão das cidades; iv) o uso crescente de substâncias químicas vem provocando danos crescentes e, em alguns casos, de difícil reversibilidade, quer sobre o meio ambiente, quer sobre a saúde humana; v) o padrão energético atual é um dos principais responsáveis pelo uso insustentável de recursos naturais, inclusive não renováveis, pela contaminação atmosférica e o efeito estufa; vi) a urbanização propõe novos problemas para o meio ambiente, tais como a poluição do ar, o abastecimento de água potável de boa qualidade, a provisão de redes de esgoto e o manejo dos resíduos sólidos, com efeitos relevantes para a qualidade de vida, especialmente a saúde da população. Tudo isso vem alterando, de forma não suficientemente compreendida, as complexas relações entre os ciclos biogeoquímicos globais, com impactos sobre as condições climáticas, mudanças nos ciclos hidrológicos, perda de biodiversidade, biomassa e bioprodutividade.

Esse conjunto de preocupações define uma agenda de CT&I no que concerne à gestão sustentável do meio ambiente como desafio nacional. Na verdade, a própria natureza e dimensão dos problemas já explicitam que se trata de desafios globais que, na maioria dos casos, não podem ser enfrentados pelos países de forma isolada. Nesse sentido, além dos esforços necessários para que o País cumpra os acordos internacionais dos quais é signatário, é necessário definir prioridades para canalizar recursos e as ações de CT&I segundo dois critérios básicos: o interesse do País e as possibilidades e qualidade da contribuição que o Brasil pode dar.

Em termos gerais, é possível apontar, a título ilus-

trativo, algumas áreas nas quais CT&I podem prestar considerável contribuição: i) desenvolvimento de métodos e tecnologias adequadas para controlar os impactos ao meio ambiente, em particular a gestão do solo, ar, água e utilização dos recursos naturais em geral; ii) estudo das implicações regionais e locais das mudanças globais e dos impactos sobre os sistemas econômicos existentes e sobre as potencialidades de desenvolvimento das áreas afetadas; iii) desenvolvimento de tecnologias para reduzir as emissões poluentes e seus efeitos nocivos sobre a qualidade do ar, água e solo; iv) impacto sobre a qualidade de vida da população em geral, em particular nos grandes centros urbanos e em regiões mais vulneráveis e mais afetadas pela variabilidade climática. O tratamento desse conjunto de temas requer o desenvolvimento de uma abordagem integradora que viabilize a gestão dos recursos naturais para uma exploração sustentável.

Dentre os temas de pesquisa importantes para a gestão de ecossistemas, a biodiversidade ocupa no momento lugar de destaque, seja pela atenção da mídia e da sociedade, seja pela esperança de que possa tornar-se uma fonte de progresso econômico e social. Os avanços nos conhecimentos sobre os diferentes ecossistemas nacionais, bem como o estímulo à inovação tecnológica nos processos de exploração dos recursos naturais ou transformação e processamento, têm importância central para sua conservação e preservação, notadamente em ambientes tropicais. É papel da ciência entender as influências do mundo exterior sobre os ecossistemas e, o que é ainda mais desafiador, melhorar a concepção e desenho de políticas de gestão ambiental.

Há exemplos de tecnologias brasileiras já disponíveis com resultados positivos para a conservação de ecos-

sistemas, tais como tecnologias agrícolas de menor impacto negativo (por exemplo: controle biológico de pragas e doenças); tecnologias de manejo de florestas para produção de madeira e de produtos não-lenhosos; recuperação de áreas degradadas, matas ciliares e conservação de bacias hidrográficas; despoluição de mananciais hídricos; tratamento de efluentes; manejo de resíduos urbanos e agrícolas (por exemplo: não-geração, minimização ou reciclagem).

Novos produtos oriundos da biodiversidade têm sido pesquisados. Para a região Amazônica, há importantes alternativas para a utilização econômica de recursos naturais como frutos amidosos ou oleosos, frutos suculentos, óleo-resinas e látex, óleos industriais, óleos essenciais, materiais industriais e matérias destinadas a artesanato.

Dadas as dinâmicas naturais e a taxa de resposta dos ecossistemas às intervenções humanas, em ecologia e gestão ambiental, o desenvolvimento científico só se realiza com a garantia de continuidade das atividades pelo intervalo de tempo necessário. Muitas pesquisas demandam um cronograma de observação de longo prazo, o que, evidentemente, necessita de garantia de apoio ao longo de vários anos ou até mesmo décadas.

Existe ainda a necessidade de aprofundar os métodos científicos capazes de compreender as complexidades e incertezas envolvidas na gestão ambiental. A pesquisa com ecossistemas é, na maioria das vezes, de longo prazo e interdisciplinar, o que lhe permite focar a complexidade física, biológica e humana dos ecossistemas. Considerando-se que muitos dos grandes ecossistemas brasileiros ultrapassam nossas fronteiras, em regiões fisiográficas compartilhadas, o intercâmbio internacional é uma necessidade.

Freqüentemente os temas ambientais envolvem riscos e incertezas complexos e polêmicos, de difícil quantificação, não sendo raro que os especialistas divirjam sobre a alternativa melhor ou mais adequada. A participação da sociedade nas decisões reduz os riscos e eleva a eficiência das políticas e da gestão do meio ambiente, uma vez que os atores tendem a assumir maior compromisso com políticas de cuja formulação participaram.

A produção de conhecimento para a gestão de ecossistemas é realizada por um grande número de universidades, instituições de pesquisa, empresas privadas e ONGs. Um levantamento feito no âmbito do Diretório dos Grupos de Pesquisa do Brasil mostra que para os oito biomas mais representativos (Embrapa, 1994) havia no Brasil, em 1997, cerca de 500 grupos de pesquisa atuando em mais de 400 linhas de pesquisa.

Biodiversidade

O Brasil e mais outros dezesseis países reúnem em seus territórios 70% das espécies animais e vegetais do planeta, o que lhes confere o título de países megadiversos. Entre esses, o Brasil é o de maior diversidade biológica do planeta. Estima-se que possua entre 15% e 20% de toda a biodiversidade mundial e o maior número de espécies endêmicas do globo. São 55 mil espécies vegetais ou 22% do total do planeta, 524 mamíferos (dos quais 131 endêmicos), 517 anfíbios (294 endêmicos), 1.622 aves (191 endêmicas) e 468 répteis (172 endêmicos), além de 3 mil espécies de peixes de água doce (ou três vezes mais que qualquer outro país) e provavelmente entre 10 e 15 milhões de insetos (muitos de famílias ainda não descritas). Somente a Amazônia responde por cerca de 26% das florestas tropicais remanescentes no planeta.

Mesmo assim, a produção agropecuária brasileira baseia-se fundamentalmente no uso de espécies exóticas. Mais de 40% das exportações brasileiras têm como base espécies não nativas, entre as quais o café, a laranja, a soja e a cana-de-açúcar. A silvicultura nacional depende do eucalipto da Austrália e de pinheiros da América Central. A pecuária depende de forrageiras africanas.

Enquanto somente vinte espécies de plantas respondem por 85% da alimentação utilizada em todo o mundo, 1.300 espécies nativas são usadas na medicina tradicional apenas na Amazônia. O potencial econômico da biodiversidade brasileira é incalculável. O uso sustentável da biodiversidade requer a convergência de esforços em muitos campos da ciência e da produção, o desenvolvimento de técnicas de manejo, melhoramento, biotecnologia e industrialização de produtos derivados da biodiversidade do País. O incentivo à prospecção biológica com vistas ao desenvolvimento de novos produtos e processos biotecnológicos com potencial para a exploração econômica sustentável dos componentes da nossa diversidade biológica é uma das diretrizes para as ações de CT&I. A apropriação da biodiversidade permitirá ampliar a capacidade produtiva da economia em geral, absorver mão-de-obra especializada, oferecer diferentes oportunidades de utilização nos campos da agricultura, saúde humana e animal e do extrativismo.

Estima-se que existam mais de 3 mil antibióticos derivados de microorganismos, cuja exploração econômica está apenas engatinhando. No Brasil, o controle biológico da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*) por meio de *Baculovirus anticarsia* gera economias da ordem de US\$200 milhões anuais. O controle biológico da cigarrinha da cana-de-açúcar pro-

porciona economia superior a US\$100 milhões anuais e a substituição de fertilizantes de nitrogênio por associações simbióticas da planta com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium* vem proporcionando à agricultura brasileira poupança da ordem de US\$1,6 bilhão por ano.

Em um país de megadiversidade como o Brasil, partir do conhecimento tradicional sobre o uso da biodiversidade representa uma economia incomensurável de tempo e dinheiro no desenvolvimento de novos produtos. No entanto, os impactos provocados pelo desenvolvimento tecnológico, industrial, pela expansão das fronteiras agrícolas e pela devastação das florestas estão destruindo não apenas a biodiversidade, mas o conhecimento tradicional a ela associado. Desaparecimento de grupos indígenas, aculturação, êxodo rural, práticas tradicionais deslocadas pela expansão das economias centrais são fenômenos comuns que implicam na perda de conhecimentos tradicionais sobre o uso da biodiversidade. Enquanto as autoridades competentes e a sociedade lutam pela reversão deste quadro de empobrecimento da diversidade cultural, é fundamental ampliar o conhecimento existente. Toda a informação gerada deverá ser incluída em bancos de dados que assegurem a utilização das informações e ao mesmo tempo preservem os eventuais direitos das comunidades tradicionais detentoras do conhecimento, em caso de exploração econômica no País e no exterior.

O futuro do desenvolvimento da biodiversidade no Brasil depende da forma como serão administradas suas potencialidades, conciliando equilíbrio ecológico, desenvolvimento sustentável, melhoria substantiva da qualidade de vida de sua população, crescimento econômico, modernização, avanço tecnológico e a sua integração à economia nacional e mun-

dial. A integração de ações neste campo devem estar coordenadas por programas inovativos que estejam alinhados com os princípios da Convenção sobre Diversidade Biológica, da qual o Brasil é signatário.

A Convenção sobre Diversidade Biológica e de outros acordos internacionais recentes se pautam na busca do desenvolvimento sustentável cujo cumprimento vem ganhando importância nas relações internacionais. O paradigma do desenvolvimento sustentável que condiciona todas as diretrizes para ações de CT&I no Brasil não opõe conservação à exploração da natureza; ao contrário, considera que uma das maneiras de conservá-la é criar um marco institucional adequado para a sua exploração sustentável. Isso pressupõe a definição de incentivos à conservação, de benefícios econômicos para a exploração sus-

tentável e de punição à má utilização dos recursos.

O debate sobre um programa de CT&I orientado para o conhecimento, uso e desenvolvimento de produtos derivados da biodiversidade brasileira deveria levar em conta alguns objetivos estratégicos: i) inventariar e ampliar a base de conhecimento sobre a biodiversidade brasileira; ii) promover o desenvolvimento de redes de pesquisa e informação em biodiversidade; iii) identificar o uso desta biodiversidade pelos vários grupos sociais e étnicos, e avaliar seu potencial biotecnológico e industrial; iv) identificar áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e sistemas de manejo sustentável; v) definir estratégias e ações para repatriar informações sobre a biodiversidade e seus usos tradicionais e comerciais; vi) estimular investimentos em inovação tecnológica pelo setor em-

Quadro 4

Iniciativas brasileiras em mapeamento e gestão da biodiversidade

Há no Brasil diversas iniciativas destinadas a promover o avanço do conhecimento sobre a biodiversidade. Uma iniciativa recente é o Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA). O CRIA tem como missão promover e disseminar conhecimentos científicos e tecnológicos para a conservação e utilização sustentável dos recursos naturais do País. Seu público alvo é a comunidade científica, educadores, formuladores de políticas e tomadores de decisão. O CRIA está ligado a outras iniciativas, tais como Rede Inter-americana de Informação em Biodiversidade (Iabin); Rede Brasileira de Informação em Biodiversidade (BINbr); Programa Biota/Fapesp; Sistema de Informação Ambiental SinBiota/Fapesp; *Bioline Internacional*.

Entre estas iniciativas, merece destaque o Projeto Biota/Instituto Virtual da Biodiversidade, implantado com apoio da Fapesp. O objetivo comum dos projetos vinculados ao Biota Fapesp é estudar a biodiversidade do estado de São Paulo, incluindo: i) compreender os processos geradores e mantenedores da biodiversidade, inclusive aqueles que possam resultar em sua redução deletéria; ii) sistematizar a coleta de informações relevantes para a tomada de decisões sobre as prioridades de conservação e o uso sustentável da biodiversidade; iii) divulgar toda a informação gerada de maneira ampla, rápida e livre; iv) melhorar a qualidade do ensino, em todos os níveis e formas, sobre a natureza e os princípios fundamentais da conservação e do uso sustentável da diversidade biológica.

Um dos produtos do projeto Biota-Fapesp é um banco de dados relacional, que busca todas as informações referentes às coletas realizadas, captando dados relevantes por meio de uma ficha de coleta padrão. As informações são georreferenciadas, por meio da utilização do GPS, para que os bancos de dados possam ser associados a outras bases de dados contendo informações geoespaciais sobre ecossistemas, ecologia, clima e seqüência genética, entre outros. Estes dados poderão ser plotados em um mapa-síntese para a realização de diagnósticos ambientais. Todas as informações passam a estar disponíveis via internet. Espera-se que o rápido acesso às informações sobre a biodiversidade promova novas perspectivas na conservação da diversidade biológica no estado de São Paulo.

Outra iniciativa na área é a Rede Brasileira de Informação em Biodiversidade (BIN-BR). A BIN-BR faz parte do programa Probio do Ministério do Meio Ambiente, que tem por objetivo subsidiar o desenvolvimento do Pronabio (Programa Nacional de Biodiversidade), identificando ações prioritárias, estimulando projetos demonstrativos que promovam parcerias entre os setores públicos e privados e divulgando informações sobre biodiversidade. Este projeto contribuirá para o estabelecimento de uma rede eletrônica com informações sobre a diversidade biológica, atualmente dispersa por grande número de instituições e pessoas, tornando-as disponíveis para estudos científicos, tomada de decisões políticas e administrativas e programas de educação. O BIN-BR interage com o *Inter-American Biodiversity Information Network*.

presarial; vii) estabelecer um programa de transferência dos conhecimentos obtidos para a indústria e para os tomadores de decisão em políticas públicas; viii) desenvolver tecnologias capacitadoras (bioinformática, tecnologia de informação e comunicação; ix) proteger as informações de caráter mais sensível.

A informatização dos acervos é prioritária, sendo necessário viabilizar a criação de um sistema de informação *on line* que integre as bases de dados sobre diversidade biológica. Essas deveriam ser alimentadas de forma descentralizada por instituições públicas, grupos de pesquisa e empresas privadas cujo envolvimento nas atividades de mapeamento e exploração da biodiversidade deve ser estimulado.

No âmbito legal, é fundamental regulamentar a legislação para agilizar e facilitar o acesso à biodiversidade brasileira, particularmente à comunidade de

ciência e tecnologia nacional, contendo mecanismos institucionais ágeis, descentralizados, flexíveis e desburocratizados. É necessário, portanto, um esforço de: i) aprimoramento contínuo da legislação sobre biossegurança, propriedade intelectual e acesso ao patrimônio genético; ii) identificação de pontos conflitantes e avaliação da legislação associada aos setores produtivos que afetam a diversidade biológica (por exemplo: agricultura, silvicultura, produção de energia, pesca, mineração, turismo, entre outros); iii) elaboração de sistemas inovadores e *sui generis* de proteção de conhecimento tradicional associado aos recursos genéticos; iv) difusão contínua da legislação e de sua aplicabilidade nos diversos campos associados à biodiversidade.

Recursos do Mar

A presença do mar na formação geográfica e histórica

Quadro 5 **Acesso a Biodiversidade**

A Convenção sobre Diversidade Biológica permite que os países detentores de megadiversidade, como o Brasil, possam auferir não apenas compensações pelo seu uso no desenvolvimento de novos produtos tecnológicos, mas principalmente acesso, transferência e desenvolvimento conjunto das tecnologias correspondentes. O uso sustentável e a conservação da diversidade biológica requerem substancial incremento dos investimentos em P&D, em especial em áreas como fitofármacos, descoberta de novas moléculas com fins medicinais, e desenvolvimento de tecnologias limpas. No entanto, mesmo ratificada, a Convenção não é auto-aplicável e requer legislação nacional regulamentadora do acesso, seja aos recursos genéticos, seja às tecnologias deles derivadas.

O Brasil definiu legislação inovadora que estabelece as regras para o acesso ao Patrimônio Genético do País, à tecnologia e transferência de tecnologia para a conservação e utilização da biodiversidade brasileira. Essa legislação conceitua patrimônio genético como informação contida em espécimes vegetal, microbiano ou animal, em condições *in situ* ou *ex situ*; conceitua e regula a bioprospecção como atividade exploratória para identificar componente do patrimônio genético e informação sobre conhecimento tradicional associado com potencial de uso comercial; trata das expedições científicas estrangeiras sem fins comerciais.

Tendo em vista a importância do patrimônio genético para os avanços nas pesquisas de genoma, área em que as pesquisas brasileiras se sobressaem, o acesso a esse patrimônio deverá ter controle mais claro. Por exemplo, uma instituição estrangeira só poderá ter acesso a espécies nativas do Brasil sob a coordenação e responsabilidade de uma instituição nacional de pesquisa. A idéia é que os pesquisadores brasileiros e estrangeiros trabalhem em conjunto e, se possível, desenvolvam a pesquisa em território brasileiro. A regra de acesso vale também para os bancos de genes da biodiversidade brasileira localizados no exterior. Os benefícios que advierem da exploração econômica do patrimônio genético deverão ser repartidos por quem o estiver explorando, cabendo uma parcela à União, que se obrigará a utilizar os recursos para financiar a conservação da diversidade biológica, incluindo a criação de bancos depositários, o fomento à pesquisa científica, o desenvolvimento tecnológico e a capacitação de recursos humanos. Esses benefícios podem resultar tanto da divisão de lucros e *royalties*, mediante o acesso e a transferência de tecnologia, ou ainda pelo licenciamento de produtos e processos e pela capacitação de recursos humanos. A legislação também protege os chamados conhecimentos tradicionais que forem associados à biodiversidade, ou seja, conhecimentos como os de grupos indígenas e de habitantes da floresta.

Quadro 6 Ciência e Tecnologia para a Amazônia

A Amazônia brasileira, a par de suas enormes potencialidades naturais, é a região brasileira que teve o maior crescimento demográfico relativo nas últimas décadas. Isto coloca uma grande pressão sobre o ecossistema, mas também potencializa o seu aproveitamento racional. A C&T são instrumentos essenciais para o desenvolvimento sustentável de um ecossistema tão diverso, complexo e rico. É fundamental e urgente que se elabore um plano estratégico e abrangente de C&T para esta região.

O maior desafio para um plano desta natureza está na falta de recursos humanos qualificados. A região amazônica conta com cerca de 800 doutores, metade dos quais em funções administrativas. Diante do fato de o Brasil estar titulando cerca de 5 mil doutores a cada ano, o número de doutores presentes na região mostra-se irrisório e contrasta com os números do Sul e Sudeste.

Para agravar este quadro, existem apenas duas instituições que formaram doutores nesta região no ano de 1999: a UFPA, que formou 17 doutores, e o INPA, que formou 14, somando um total de 31 doutores. É imprescindível que este quadro se reverta rapidamente. Para isto, é necessário lançar mão de todos os instrumentos possíveis. O reforço às pós-graduações existentes é apenas um deles. Um plano ambicioso de cooperação científica entre as instituições da região com as do Sul - Sudeste também é recomendado.

No entanto, é claro que nenhum plano terá o impacto desejado sem a devida capacitação do sistema universitário da região. A longo prazo este é o maior desafio.

Um projeto estratégico para a Amazônia deve contemplar e focalizar as áreas em que a região apresenta seu maior potencial: i) a biodiversidade amazônica é uma das mais ricas do mundo, sendo assunto de grande interesse internacional. O conhecimento e uso da biodiversidade deveria ser a linha mestra dos investimentos em C&T na região; ii) a água é uma das maiores riquezas mundiais neste novo século. A bacia do Amazonas é a maior bacia de água doce do mundo, representando, pois, um enorme potencial para a região e o País. O investimento de C&T no uso e na qualidade da água, bem como na biodiversidade a ela associada, é da maior importância e deve ser tratada como tal; iii) outras áreas que devem ser fortalecidas são os recursos florestais, o estudo dos subsistemas ecológicos, os efeitos climáticos, entre outros.

As unidades de pesquisa do MCT, em particular, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e o Museu Paraense Emílio Goeldi, devem ser instrumentos para a implantação de um plano abrangente de C&T para a Amazônia. Especial ênfase deve ser dada à questão da transferência do conhecimento para o setor produtivo e a sociedade em geral.

da sociedade brasileira é marcante. Apesar da interiorização do desenvolvimento, o País continua voltado para o Atlântico, porta de entrada e saída para o resto do mundo. A Zona Econômica Exclusiva (ZEE) possui aproximadamente 3,5 milhões de km², representando 41% da área continental emersa e possuindo 8.500 km de extensão de zona costeira, ocupada por 70% da população do País.

A ZEE representa uma complexa região do meio marinho de grande interesse científico e econômico. Estende-se desde os ambientes costeiros, transitórios entre o continente e o oceano, como estuários, deltas, lagunas, ilhas barreiras, manguezais, planícies de maré, costões rochosos e praias, até a plataforma continental com os recifes, o talude e o sopé continental.

A importância econômica dos recursos vivos mari-

nhos tem sido largamente negligenciada ao longo das últimas décadas. Recursos estratégicos para a economia pesqueira vêm sofrendo exploração excessiva e apresentam rendimentos decrescentes. Ao mesmo tempo, a demanda por produtos pesqueiros, no Brasil e no mundo, encontra-se em expansão, abrindo novas oportunidades para o crescimento do setor, geração de emprego, renda e divisas internacionais.

Apesar do avanço tecnológico da oceanografia pesqueira nas últimas décadas, a produção marinha de peixes, moluscos, crustáceos e algas ainda é muito menor em relação à pesca e ao extrativismo dos bancos naturais. A maricultura representa a melhor alternativa para atender à demanda comercial e à preservação dos estoques naturais para as gerações futuras, sendo um dos setores que mais cresce no cenário global de produção industrial de alimentos.

A precariedade do setor de tecnologia pesqueira no Brasil representa uma ameaça à atividade econômica da pesca, não apenas devido ao caráter predatório, como também à perda de competitividade para enfrentar as importações e incrementar as exportações. O desenvolvimento da tecnologia de pesca é um empreendimento interdisciplinar envolvendo qualificação de recursos humanos, pesquisas em economia da pesca, identificação de áreas promissoras por meio de imagens de satélite, tecnologia de pré-processamento industrial do pescado e tecnologia e instrumentação da embarcação.

A área da biotecnologia marinha vem se expandindo rapidamente, com aplicações em um vasto campo, desde a medicina até a preservação do ambiente marinho e costeiro, e com significativas implicações socioeconômicas. Apesar de restritas ao meio acadêmico, as pesquisas atuais sobre biotecnologia marinha no Brasil têm gerado evidências convincentes de que as substâncias bioativas extraídas da biota marinha são passíveis de exploração econômica, cuja viabilidade depende, em caráter preliminar, de ações no âmbito de CT&I.

O desenvolvimento tecnológico nas áreas de monitoramento oceânico por satélites (com ou sem plataformas *in situ*) vem ampliando as fronteiras das ciências marinhas e de suas aplicações. A coleta e análise matemática de informações em tempo real está permitindo o rápido desenvolvimento da oceanografia operacional. Os dados operacionais coletados pela rede de monitoramento terão duplo uso: em primeiro lugar, continuarão a dar suporte às pesquisas científicas e, em segundo, serão usados em sistemas de previsão das condições oceânicas, de modo similar aos sistemas de previsão de tempo atuais. O monitoramento das condições oceânicas e a dis-

ponibilização das informações em tempo real possibilitam uma gestão mais racional dos estoques pesqueiros, a melhoria dos modelos de previsão meteorológicas em geral e têm implicações diretas nas atividades econômicas, em áreas como agricultura, produção de energia hidroelétrica, transportes e defesa civil. O País já detém razoável capacitação técnica na área de recepção e processamento de dados de satélites. O INPE, o Inmet e a Embrapa operam um conjunto de satélites ambientais, projetados e construídos no País, que já estão sendo utilizados na recepção de dados oceânicos coletados por plataformas derivantes e fixas.

Ciência, Tecnologia e Inovação têm papel essencial na implementação das atividades científicas e tecnológicas do mar definidas como de interesse para o desenvolvimento socioeconômico sustentável do país, identificando-se ainda com os programas estabelecidos no âmbito do Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM), implementados sob a coordenação da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM).

A cooperação internacional é essencial para potencializar os esforços de CT&I locais. Baseada nos princípios básicos de "benefício mútuo" e de "subsidiariedade", a cooperação internacional da área de CT&I do Mar inclui três vertentes: i) participação em fóruns internacionais que originam as direções políticas das ciências e tecnologias do mar; ii) participação em programas e planos de ação internacionais em que o Brasil está comprometido em algum nível; iii) cooperação bilateral em CT&I.

Uma comissão de especialistas reunidos pelo MCT destacou dois temas como merecedores de ações induzidas: i) impacto do oceano Atlântico no clima

do Brasil e nas mudanças globais; ii) sustentabilidade dos sistemas marinhos costeiros brasileiros.

O levantamento e monitoramento do oceano Atlântico revestem-se de vital importância, especialmente devidos aos impactos socioeconômicos resultantes de fenômenos naturais originados em alto mar ou regiões remotas e mesmo em regiões próximas à zona costeira, justificando a necessidade de estudos sobre as correntes, formação e propagação de ondas, e ciclos migratórios de espécies economicamente relevantes.

A biodiversidade marinha e costeira vêm sofrendo os efeitos de fenômenos naturais e de ações humanas, tais como poluição originária de fontes terrestres, sobreexploração de recursos vivos e utilização de técnicas destrutivas de extração de recursos marinhos. Devido ao papel que a biodiversidade marinha e costeira representa para a manutenção dos ecossistemas naturais que produzem e mantêm os recursos pesqueiros, a conservação desses recursos é tarefa considerada como fundamental e inadiável. Um amplo entendimento sobre sustentabilidade dos sistemas marinhos e costeiros deve contribuir para a solução de questões como: i) aproveitamento e conservação da biodiversidade da costa brasileira; ii) desenvolvimento de tecnologia pesqueira eficiente; iii) aprimoramento das atividades de maricultura; iv) otimização dos processos de aproveitamento dos recursos minerais da zona costeira; v) minimização dos impactos naturais e de atividades humanas na zona costeira.

Para o desenvolvimento das atividades de pesquisa e de geração de conhecimentos em ciência e tecnologia marinha, o País conta, hoje, com cerca de trinta instituições. Contudo, a capacidade instalada, em termos de infra-estrutura, recursos humanos e apoio

logístico, é temática e geograficamente desigual. Nesse sentido, o grande desafio que se coloca para a estrutura de apoio governamental à ciência e tecnologia marinha é a consolidação de uma competência endógena, conjuntamente com a viabilização de uma infra-estrutura de pesquisa, sobretudo em termos de laboratórios e de meios flutuantes, e que incluiria o fomento a um programa de desenvolvimento de instrumentação oceanográfica e a instalação de tanques de prova de navios oceânicos, calibração e instrumentação oceanográfica. Adicionalmente, deve-se fomentar pesquisas na área de construção, inspeção, reparo e desativação de estruturas flutuantes e submarinas, utilizadas na exploração e exploração de recursos do mar.

O reforço à formação de recursos humanos é uma das prioridades na área de CT&I do Mar. Ao longo dos próximos dez anos, seria necessário: i) ampliar o apoio à formação de profissionais qualificados de nível superior e pós-graduação, especialmente doutores, em oceanografia no exterior; ii) induzir o intercâmbio de pesquisadores em âmbito nacional e internacional; iii) estimular parcerias com o setor produtivo para a implementação de programas de especialização e aperfeiçoamento.

Recursos Hídricos

O uso da água é uma questão que tem suscitado grande preocupação no que diz respeito às bases de sustentação da sociedade moderna. Levando em conta a demanda corrente e projetada para a próxima década, a avaliação da disponibilidade indica que, em condições de normalidade climática, pode-se considerar que a maior parte do território brasileiro conta com recursos hídricos que, bem utilizados, são suficientes. No entanto, observam-se condições crí-

ticas em algumas regiões onde o uso da água é intenso, como na vizinhança das cidades médias e principalmente das regiões metropolitanas ou que atravessam longos períodos de estiagem, como no semi-árido nordestino, onde a falta de água compromete seriamente a economia e as condições de vida da população local. Ademais, as projeções de demanda de água para consumo humano, irrigação, geração de energia e fins industriais para os próximos dez anos revelam um quadro não menos preocupante, especialmente se não forem revertidos o uso predatório e as atuais ineficiências na gestão dos recursos hídricos do País.

Em 1995, a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH, Carta do Rio de Janeiro 1995) definiu como maior prioridade nacional em recursos hídricos e saneamento ambiental a reversão urgente da dramática poluição dos corpos de água, em especial nos grandes centros populacionais. Soluções para várias questões relacionadas à gestão sustentável dos recursos hídricos podem ser geradas a partir de uma base adequada de CT&I.

Uma possível agenda para investimentos, pesquisas, desenvolvimento de tecnologias e capacitação de recursos humanos incluiria: i) monitoramento hidrológico e ambiental acoplados a sistemas de informações avançados; ii) recuperação, melhoria e ampliação da rede hidrometeorológica, contemplando-se pequenas bacias hidrográficas; iii) desenvolvimento de conhecimento e tecnologias para a exploração e despoluição das águas subterrâneas; iv) desenvolvimento de tecnologia para conter a erosão do solo e o assoreamento dos corpos de água naturais e reservatórios; v) controle da salinização dos solos e das águas no semi-árido; vi) monitoramento, avaliação e controle dos impactos de mudanças no uso da terra e da urbanização na quantidade, qualidade ou regime

das águas superficiais e subterrâneas; vii) desenvolvimento de técnicas de previsão meteorológica, com o aperfeiçoamento das redes de observação.

As regiões semi-áridas brasileiras requerem atenção especial, por apresentar grave quadro de fragilidade socioeconômica associado à disponibilidade e sustentabilidade dos recursos hídricos. As economias locais são afetadas pela ocorrência sistemática de secas e pela escassez de água, seja para abastecimento humano, seja para uso econômico, resultando em elevados níveis de pobreza e em movimentos populacionais para outras regiões, em busca de melhores oportunidades. Essa fragilidade é agravada pela sobreexploração da base de recursos naturais, contribuindo para acelerar os processos de degradação e desertificação do solo.

Embora o fenômeno das emigrações não possa ser atribuído apenas à escassez de água, não há dúvidas de que a seca periódica é um fator de expulsão populacional. Assim, um desafio do desenvolvimento científico e tecnológico em recursos hídricos é contribuir para gerar condições de vida adequadas para a população das regiões semi-áridas. Para isso, é preciso aumentar a disponibilidade hídrica por meio de técnicas inovadoras como novas formas de exploração de água subterrânea no cristalino, processos de dessalinização, processos integrados de gestão da demanda e de racionalização do uso da água, controle e melhoria da qualidade da água e melhoria da previsão climatológica.

No passado, o manejo dos recursos hídricos e do meio ambiente em geral tinha uma abrangência local, tal como um trecho de rio ou um perímetro de irrigação. Atualmente, os problemas hídricos já são vistos pelo menos em escala da bacia hidrográfica,

assim mesmo levando em conta que muitas vezes as condições das bacias são profundamente afetadas por mudanças e ocorrências exógenas. A redução da disponibilidade dos recursos hídricos, a deterioração da qualidade da água e a intensificação da concorrência pelo seu uso exigem uma maior eficiência na gestão desses recursos. O planejamento da ocupação da bacia hidrográfica é fundamental tanto para assegurar a sustentabilidade dos recursos hídricos, como para garantir a provisão dos bens e serviços associados à sua exploração

O Brasil carece de sistemas de planejamento de bacias hidrográficas e de gestão integrada de recursos hídricos. A recente criação da Agência Nacional de Águas e a aprovação de legislação relativa ao manejo de bacias hidrográficas são alguns passos tomados no sentido de reverter o quadro herdado do passado. Entretanto, a capacitação do País nessas áreas passa necessariamente pelas ações de CT&I, desde o conhecimento do comportamento das bacias hidrográficas, formação de recursos humanos até o domínio de tecnologias de monitoramento por satélite e sistemas de informação ambiental.

As ações de CT&I para gestão sustentável dos recursos hídricos devem levar em conta a necessidade de desenvolver tecnologias apropriadas às peculiaridades das regiões brasileiras e capacitar e treinar recursos humanos para aplicá-las, evitando a defasagem e dependência da cooperação de outros países. Também deve levar em conta a necessidade de programas de comunicação e educação ambiental, visando conscientizar a população, em especial as crianças e jovens, sobre a importância da proteção e conservação dos corpos d'água, seus leitos, margens e várzeas.

A gestão apropriada de recursos hídricos nacionais requer ações visando: i) ampliar o corpo técnico qualificado; ii) ampliar e modernizar o acervo de dados hidrológicos, sedimentológicos e de qualidade da água; iii) desenvolver e implantar sistemas de informações para subsidiar a tomada de decisão; iv) conscientizar a população sobre o assunto.

É inegável a falta de profissionais capacitados para atuar no setor de recursos hídricos hoje no País, particularmente com formação universitária e pós-graduação. Tradicionalmente, o tema Recursos Hídricos é tratado de forma marginal nos cursos de engenharia civil e de geografia. Em ambos, prevalece uma visão segmentada em várias disciplinas, tais como irrigação, energia e abastecimento doméstico. A recente criação do fundo setorial CTHidro (ver capítulo 6) representa uma mudança considerável em relação ao passado e abre novas perspectivas para que CT&I possam contribuir para a gestão e utilização sustentável dos recursos hídricos.

Recursos Minerais

O setor de mineração tem uma importância estratégica para a economia brasileira. No final dos anos noventa, a produção mineral era superior a US\$15,5 bilhões, dos quais US\$7,5 bilhões correspondiam a petróleo e gás natural. Por seu turno, as importações de petróleo e gás atingiam cerca de US\$5 bilhões, mas as exportações de outros bens minerais eram superiores a US\$6 bilhões. Dada a inserção estratégica do setor mineral na economia doméstica e internacional, sua perspectiva para os próximos dez anos é de crescimento a uma taxa superior à da economia como um todo.

Graças a importantes investimentos realizados nas

últimas décadas, principalmente pelo CNPq, Capes e Fapesp, o País conta hoje com um número razoável de doutores e mestres especialistas nas diferentes subáreas do setor mineral. Não obstante essa capacitação, inúmeros desafios e gargalos na área de CT&I devem ser equacionados. Será necessário unir esforços do setor governamental, da iniciativa privada e da comunidade técnico-científica brasileira para superar alguns desafios: i) ampliação significativa do conhecimento geológico das províncias minerais e dos seus recursos (em especial na Amazônia), condição *sine qua non* para atrair investimentos; ii) desenvolvimento tecnológico necessário ao aproveitamento dos depósitos minerais; iii) atualização da capacitação dos profissionais do setor; iv) homogeneização da capacidade científica das regiões assim como do conhecimento sobre as várias regiões do país; v) fortalecimento da competitividade da indústria mineral nacional pela inovação tecnológica; vi) minimização dos efeitos ambientais na mineração e viabilização do desenvolvimento sustentável.

A região Amazônica representa cerca de 60% do território brasileiro, e, em que pesem as descobertas das grandes províncias minerais de Tapajós, Rondônia e Carajás, permanece uma das menos conhecidas da terra sob o ponto de vista geológico e geofísico. O pequeno número de instituições científicas e tecnológicas locais e a grande dificuldade de fixação de profissionais na região constituem em lacunas adicionais na capacidade de desenvolvimento de pesquisas e tecnologias avançadas apropriadas à exploração mineral da região.

É necessário reforçar as iniciativas de formação de técnicos em mineração em todos os níveis. Na Amazônia, a oferta de técnicos de nível médio, de cursos de especialização e de capacitação continuada de

pessoal é ainda insuficiente. Na pós-graduação, é necessário promover a convergência entre as competências da comunidade científica e as demandas do setor produtivo. Ademais, o País ainda carece de sistemas de informação integrados e de desenvolvimento científico e tecnológico na exploração e aproveitamento dos recursos minerais brasileiros, especialmente em levantamentos aerogeofísicos e *softwares* de processamento e interpretação de seus produtos, e nas áreas de lavra subterrânea, beneficiamento, metalurgia extrativa, recuperação de áreas degradadas e monitoramento ambiental de efluentes sólidos, líquidos e gasosos. Finalmente, é preciso expandir a relação entre as universidades, e entre estas e companhias de pesquisa e órgão reguladores, como a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), além de fomentar a criação de redes, centros ou grupos de pesquisa cooperativa multiinstitucional, envolvendo universidades, institutos, centros de pesquisa, empresas e outras agências governamentais.

Devem ser desenvolvidas também ações para apoiar a difusão de novas tecnologias e a realização de testes experimentais e demonstrativos de sua adaptação às condições brasileiras, e promovidos, com especial atenção, programas e projetos de inovação e apoio tecnológico para as pequenas empresas. A criação dos fundos setoriais, particularmente o CTPetro e CTMineral, abre novas perspectivas para que CT&I possam contribuir para a utilização sustentável dos recursos minerais da Nação.

PARTE 2: GRANDES VULNERABILIDADES E OPORTUNIDADES

Não há dúvidas de que a maior vulnerabilidade do País é o déficit social acumulado ao longo da sua história. Neste Livro, tem-se examinado, em linhas gerais, as relações entre a CT&I e os problemas sociais do País sob dois pontos de vista: de um lado, como tais carências colocam-se como obstáculos ao desenvolvimento, em geral, e da CT&I, em particular; de outro lado, a contribuição que a CT&I podem aportar para a superação destas macrovulnerabilidades. Aqui, a questão das vulnerabilidades é tratada por outro prisma, mais pontual, referindo-se a algumas áreas do conhecimento e a setores da economia onde o País não pode correr riscos associados à falta de domínio científico e tecnológico. Enfrentar esses desafios significa abrir novas oportunidades, tanto para o progresso do conhecimento como para a geração de riqueza e a promoção do desenvolvimento em geral.

Fármacos

O setor de fármacos e outras especialidades da química fina cobre uma ampla variedade de produtos, com elevado conteúdo tecnológico e alto valor agregado. Possui ainda importante aplicação nas áreas de saúde e alimentação e tem implicação estratégica para o desenvolvimento econômico, devido à inter-relação com grande número de outros setores industriais. Com a acelerada ampliação dos conhecimentos na área das ciências da vida, abriu-se novo campo



*“Os países de maior desenvolvimento tecnológico estão em condições de se beneficiar mais de suas relações com os demais países. Conseguem captar muitas dos novos saberes que aqui se produzem. Este risco da internacionalização afeta o que **fazer** em matéria de educação e formação de recursos humanos. Estes vínculos entre globalização e C&T ganham maior projeção em algumas das regiões do País, em particular na **Amazônia.**”*

*Luiz Bevilacqua,
Laboratório Nacional de Computação Científica*

de atuação industrial, a biotecnologia, atingindo especialmente as áreas de produtos para a saúde e para a produção de alimentos. De especial relevo para o avanço da utilização científica e industrial da biotecnologia é o patrimônio genético natural, de que o Brasil é particularmente rico.

Apenas cerca de 20% do faturamento total do setor é gerado por empresas brasileiras, percentual que se reduziu nos últimos anos. As importações totais do setor (produtos finais ou intermediários de síntese) cresceram sensivelmente nos últimos dez anos, contribuindo de forma significativa para o déficit da balança comercial brasileira. O aumento das importações ocorrido ao longo desse período acarretou a diminuição da produção realizadas por empresas brasileiras, em que pese o extraordinário crescimento do mercado.

O perfil das indústrias atuantes no Brasil apresenta uma dicotomia marcante. Um bloco de empresas de grande porte, diversificadas, com produtos de alta tecnologia, normalmente subsidiárias de empresas internacionais é responsável por cerca de 80% da produção total do setor; um segundo bloco de empresas de pequeno ou médio porte, em sua maioria de origem local, responde pelos outros 20% da produção interna.

As empresas brasileiras têm uma fragilidade em relação as demais, representado pela dificuldade de acesso à tecnologia, quer via transferência, quer via geração própria, ainda que, recentemente, existam excepcionais exemplos de desenvolvimento tecnológico no âmbito dessas empresas, algumas com patentes internacionais.

A despeito de tais dificuldades, existem áreas do setor de fármacos e outras especialidades da química fina que apresentam potenciais de crescimento em uma

economia globalizada, por serem competitivas no mercado interno e apresentarem reais possibilidades de acesso ao mercado externo. A passagem do potencial para o efetivo requer um ambiente econômico favorável e capacitação tecnológica local, especialmente através de estímulos específicos, dentro das regras praticadas internacionalmente.

• Configurando um "monopólio legal"

O uso do poder de compra do Estado, aplicado com tanto sucesso nos Estados Unidos e demais países desenvolvidos, teve uma incipiente e muito questionável experiência no Brasil, representada pela Central de Medicamentos (CEME) do Ministério da Saúde. Hoje, tem se revelado fundamental a ampliação recente da capacidade de produção de fármacos e vacinas dos laboratórios oficiais, especialmente da Fio-cruz, Tecpar e Butantã. Essa produção tornou-se possível pela determinação do Ministério da Saúde de elevar o percentual de encomendas realizadas aos laboratórios públicos, bem como pela progressiva capacitação tecnológica dessas instituições. Esse fato, ao lado da política de genéricos, viabiliza não apenas redução de custos, como serve de indicação, para as licitações públicas, de quais são os efetivos custos de produção de uma série de medicamentos.

Um outro exemplo da interveniência do Estado nesta área é a aprovação de legislações, em alguns países, que visam estimular o investimento em atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico para a cura de doenças raras. Um bom exemplo neste sentido é o *Orphan Drug Act*, aprovado pelo congresso norte-americano em 1992, o qual estabeleceu toda uma política industrial visando ao desenvolvimento tecnológico e a industrialização de novas drogas destinadas ao combate de doenças que afetam a menos de 200

Quadro 7

A questão de patentes de fármacos

Novas moléculas e medicamentos recebem proteção patentária por certo período de tempo. Regulada pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), a proteção das inovações constitui um "monopólio legal" e é essencial para garantir os direitos dos inovadores e favorecer os investimentos, muitas vezes de risco elevado, em P&D. Em alguns mercados, contudo, a proteção permite a prática de preços tão elevados que terminam gerando um conflito entre os interesses privados das empresas e os da sociedade em geral. Esse conflito é mais grave quando os produtos protegidos não encontram qualquer substituto, têm grande utilidade social e devem ser comprados pela população de países mais pobres e de renda intermediária. Este é o caso de alguns medicamentos essenciais para o combate de moléstias de grande impacto epidemiológico, que não contam com substitutos, mesmo de geração tecnológica anterior e menor eficácia terapêutica. O desafio nesta área é compatibilizar a necessidade de preservar o incentivo à inovação e o interesse maior da sociedade como um todo. O recente confronto entre o governo federal do Brasil, os grandes laboratórios de empresas multinacionais e o governo dos Estados Unidos da América em torno dos preços de medicamentos utilizados para o

tratamento da Aids e da Lei de Patentes demonstra o valor das negociações para solucionar conflitos neste campo. O País terá tanto mais êxito em eventuais negociações sobre direitos de propriedade, caso tenha capacidade tecnológica para, sem romper com os acordos internacionais dos quais é signatário e ao amparo da legislação nacional, enfrentar situações adversas que poderiam resultar de uma indesejável falta de acordo em negociações sobre casos específicos.

Neste sentido e, em particular, na área crítica de medicamentos, é necessário reforçar tanto a base de geração de conhecimento do País neste campo, como a capacidade tecnológica e de inovação das empresas de capital nacional, para produzir localmente sob licença produtos patenteados. Em termos mais gerais, a conciliação dos interesses dos inovadores com o dos consumidores, expresso em preços de mercado não monopolistas, passa pela: i) capacidade para fabricar no País o produto patenteado ou licenciado; ii) incentivos à fabricação de produtos similares e genéricos; iii) facilitação dos procedimentos visando ao uso de dados proprietários para o registro sanitário de produtos similares.

mil pessoas/ano. Empresas envolvidas em tais programas recebem créditos fiscais referentes a dispêndios em testes clínicos e doações para o desenvolvimento das drogas, além da exclusividade de mercado por sete anos, após a droga ter sido aprovada pela FDA. Outro exemplo vem do Japão, onde as drogas órfãs são aquelas requeridas por menos de 50 mil pacientes/ano, e ao seu desenvolvimento estão direcionados os seguintes instrumentos de incentivo: financiamento, redução de impostos, prioridade no exame pelo órgão de saúde e concessão de exclusividade de mercado por dez anos.

A Lei de Licitações vigente no País foi concebida com o propósito de combater situações irregulares anteriormente encontradas em grandes licitações para obras públicas de infra-estrutura e, naturalmente, nunca teve pretensões de se tornar um agente motivador para o investimento industrial no Brasil, especialmente em segmentos de alta tecnologia. Como não poderia deixar de ser, os processos de licitação de produtos

adquiridos pelo setor público, especialmente na área de fármacos e produtos farmacêuticos, têm por objetivo alcançar menores preços. Esse aspecto é fundamental, tanto pelo peso que os medicamentos tem na cesta de consumo da população de menor renda, como também em função da elevada margem de lucro praticada no setor de fármacos. Ainda assim, seria interessante cogitar mecanismos de incentivo ao desenvolvimento tecnológico, premiando a capacitação local que reduzisse a vulnerabilidade do sistema.

A situação particular do Brasil recomenda que sejam feitos esforços visando à recuperação da infra-estrutura operacional ociosa ou desativada, através da alocação orientada de investimentos pouco expressivos em volume, mas estratégicos para o desenvolvimento do setor. Adicionalmente, é necessário prever a implantação de novas unidades produtivas na ampla área que envolve os negócios agropecuários (defensivos agrícolas ou produtos químicos derivados da agricultura) e da saúde (medicamentos), que não necessi-

tam de longo período de maturação, além de constituírem produtos com valor estratégico para o desenvolvimento econômico, inclusive a balança comercial e o atendimento de necessidades sociais do País.

No âmbito específico do MCT, são fundamentais a coordenação institucional e a implementação de medidas destinadas a compor uma bem articulada política tecnológica para o complexo produtivo de fármacos e outras especialidades da química fina brasileira, como, por exemplo: i) apoiar e estimular a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias, especialmente em áreas como a biotecnologia e a engenharia genética; ii) privilegiar mecanismos de financiamento voltados para a inovação, relacionados com o processo produtivo básico, produtos genéricos e drogas órfãs; iii) definir o uso de incentivos fiscais e não fiscais, principalmente o poder de compra do Estado, para estimular o desenvolvimento local de tecnologias e conseqüente processo de fabricação; iv) criar mecanismos para apoiar a industrialização pioneira.

Energia

No período recente, o Brasil viveu várias crises energéticas. Em passado não muito remoto, a falta total ou a irregularidade no fornecimento de energia elétrica era a regra em cidades do interior de pequeno e médio porte. Nos anos setenta, a crise do petróleo evidenciou a fragilidade da matriz energética brasileira, dependente do binômio água abundante (condicionada ao regime de chuvas) e petróleo barato (sujeito às flutuações do mercado internacional e à disponibilidade de divisas para pagar importações). Em resposta à crise do petróleo, o País promoveu uma radical mudança de sua matriz energética, substituindo o petróleo por energia hidroelétrica e por

carburante gerado a partir de biomassa. A viabilidade da reconversão energética, particularmente a implementação do programa de geração de energia a partir da biomassa, contou com soluções tecnológicas desenvolvidas pela Ciência e Tecnologia nacionais. Apesar da escassez da energia, consolidou-se a percepção, associada possivelmente à disponibilidade de recursos hídricos, de que a energia era um produto abundante, barato e praticamente inesgotável. Famílias, empresas e governos deram, portanto, pouca ou nenhuma prioridade ao uso racional da energia. A crise que afeta o País neste início de década, ao mesmo tempo em que reflete a debilidade do planejamento e a falta de investimentos no setor nos últimos quinze anos, oferece uma oportunidade de mudança de rumos, redefinição de estratégias, valorização de fontes alternativas de energia e reavaliação de atitudes e costumes, da população em geral, das empresas e do setor público. CT&I têm certamente grande contribuição a dar para reduzir a vulnerabilidade energética do País.

O Brasil deverá conduzir, na próxima década, um ambicioso programa de expansão de capacidade energética instalada. A previsão de crescimento do consumo total de energia elétrica no período de 2000/2009 é de 4,7% ao ano. Paralelamente, prevê-se que a oferta de energia elétrica deverá crescer de 64.300 MW para 109.400 MW, incluindo as parcelas de energia importadas através de interligações com países vizinhos. Igualmente, imagina-se que a participação termelétrica passará de 9,2 % para 25,0% no período, reduzindo tanto a pressão sobre o sistema hidroelétrico como a vulnerabilidade daí decorrente.

O setor energético exige gestão planejada e de longo prazo, inclusive em relação ao suporte científico e tecnológico necessário para o seu desenvolvimento.

Nesse sentido, ressalte-se a recente elaboração do Programa Nacional de Ciência e Tecnologia para o Setor de Energia (CTENERG). Um documento preliminar para discussão e consulta pública aponta as seguintes ações como prioritárias na década: i) pesquisas para desenvolver novas fontes de energia, desde a concepção em laboratório até a operação em escala comercial; ii) estudos visando melhorar a eficiência energética e econômica das fontes atuais de energia, especialmente a elétrica; iii) desenvolvimento de tecnologias que permitam a utilização mais eficiente da energia disponível; iv) desenvolvimento de modelos para avaliar e quantificar os impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes da implantação e operação de sistemas energéticos, especialmente elétricos; vi) estudos e projetos de desenvolvimento de novas tecnologias para transmissão e distribuição de energia; vii) promoção da capacitação de recursos humanos na área energética.

• Geração Hidroelétrica e Termoelétrica

Estima-se que o crescimento da geração térmica no Brasil deverá estar baseado principalmente na utilização do gás natural, cujas limitações de suprimento e condições financeiras de uso ainda são objeto de intensos debates; do carvão e de biomassa, sob as formas de madeira, bagaço de cana e resíduos industriais, agrícolas e urbanos para usinas de menor porte. Isto não implica abrir mão de explorar o elevado potencial hidráulico (93.000MW de potencial inventariado firme e competitivo economicamente).

Como é sabido, no Brasil a geração de energia elétrica tem como principal fonte os recursos hídricos. Embora abundantes, a exploração econômica desses recursos mediante novos empreendimentos, localizados principalmente na região Norte, oferece uma

série de obstáculos econômicos e ambientais que recomendam a busca de novas alternativas.

Nesse novo ambiente, deve-se priorizar as seguintes linhas de desenvolvimento tecnológico: novas técnicas de projeto, construção e operação de usinas hidroelétricas; desenvolvimento e adequação de tecnologias para aumentar a competitividade de pequenas e médias centrais de geração; desenvolvimento de tecnologias de geração limpa com emprego do carvão mineral (gaseificação do carvão e sistemas de combustão de elevado desempenho); desenvolvimento de tecnologia e ferramentas para manutenção e operação de usinas termelétricas.

• Geração e Cogeração a partir da Biomassa

A cogeração permite reduzir os custos, elevar a segurança e confiabilidade da energia e reduzir os impactos ambientais. Nesse sentido, propõe-se apoiar as seguintes áreas: desenvolvimento, em escalas de bancada e protótipo, da gaseificação e purificação de resíduos pesados do refino de petróleo e de fontes renováveis de energia (biomassa); desenvolvimento de tecnologia de microturbinas para aumento da eficiência energética e a possibilidade de utilizar resíduos de vários tipos de combustíveis, inclusive o gás natural; realização de estudos setoriais e regionais sobre o potencial técnico, econômico e de mercado da cogeração de energia; produção de óleos vegetais e conversão dos motores de combustão interna para uso destes óleos *in natura* para geração em comunidades isoladas; sistemas de gaseificação de biomassa (de pequeno porte para resíduos rurais e de maior porte para subprodutos da cana); limpeza dos gases, uso do gás em motores e microturbinas; processos de pirólise e conversão dos motores para geração; otimização do emprego dos resíduos nas indústrias que têm a biomas-

sa como insumo básico (indústria de papel e celulose, agroindústrias e setor sucro-alcooleiro).

• **Geração eólica e solar (fotovoltaica e Heliotérmica)**

A utilização do sol e dos ventos como fonte primária de energia tem mostrado um crescimento expressivo em vários países do mundo, principalmente a partir da década de setenta, com a crise do petróleo e o fortalecimento das políticas ambientalistas.

No Brasil, a energia eólica tem sido usada há muito tempo, de forma isolada e em pequena escala. Os avanços tecnológicos dos últimos anos possibilitaram uma penetração ainda maior das turbinas eólicas para a geração de energia elétrica no País. A tecnologia eólica de pequeno porte para geração elétrica doméstica ou mesmo para atendimento a comunidades isoladas que ainda não são atendidas pela rede elétrica convencional deveria ser explorada.

A energia solar, por sua vez, é usada como fonte de calor (aquecimento de água, secagem) ou para produzir energia elétrica diretamente pelo emprego da tecnologia fotovoltaica. Esta fonte de energia tem sido empregada como alternativa de suprimento para o meio rural, caracterizado por pequenas demandas dispersas (telecomunicações, necessidades residenciais básicas, aplicações de cunho social etc.).

A aplicação em larga escala da tecnologia eólica e fotovoltaica, tanto para demandas dispersas e isoladas quanto interligadas à rede elétrica, carece de soluções ou aperfeiçoamentos, criando amplas oportunidades não apenas para a pesquisa, como também para o desenvolvimento de novos negócios e a geração de emprego.

• **Equipamentos para transmissão e distribuição**

A maior parte da rede básica de transmissão é composta de linhas e equipamentos com vida média na faixa de vinte a trinta anos de serviço, o que acarreta inevitável degradação da confiabilidade do sistema, agravada pela reconhecida sobrecarga do sistema existente. Desta forma, aparece claramente a importância estratégica de investir no desenvolvimento de tecnologias de transmissão que permitam aumentar a capacidade de transporte e a confiabilidade com baixos custos de investimento e operação.

A nova institucionalidade do setor elétrico vem forçando as empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica a oferecer uma qualidade crescente dos serviços prestados aos seus clientes, bem como a buscar a redução dos seus custos com o objetivo de aumentar a competitividade. Este cenário abre perspectivas para o desenvolvimento de novas articulações com empresas e instituições de C&T visando encontrar soluções inovadoras em vários segmentos da atividade de transmissão e distribuição de energia elétrica.

• **Conservação e uso final de energia**

As atuais limitações de recursos financeiros associada à crescente importância da preservação ambiental torna ainda maior o desafio de expansão do sistema, isto é, a colocação de novas usinas e grandes troncos de transmissão para atendimento à demanda.

No que se refere ao uso final, a conservação de energia elétrica tem assumido um papel importante, como um dos instrumentos efetivos na diminuição do crescimento da demanda de energia elétrica. Além disso, as mudanças em curso no setor elétrico exigem das empresas uma postura de busca permanente da eficiência e redução de perdas, tornando ainda maior a

importância da continuação dos programas de conservação de energia e gerenciamento da demanda.

• Energia e meio ambiente

A crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável traz um novo desafio para a expansão e operação do sistema elétrico brasileiro, traduzido pelo reconhecimento de que a adoção de uma estratégia energética incorrerá também na escolha de uma estratégia ambiental.

Além dos pontos mencionados anteriormente, a agenda de CT&I para o setor de energia é muito ampla. Dois temas merecem apreciação adicional: a aplicação de novos materiais e a célula combustível.

- Novos Materiais

Cada parte do sistema de geração de energia (geração, transmissão, distribuição e utilização final da energia) faz uso de materiais específicos, de acordo com as tecnologias utilizadas, que afetam diretamente a eficiência dos sistemas. Assim, projetos de P&D na área de materiais devem considerar estas necessidades específicas.

- Desenvolvimento de Células Combustíveis

Células de combustível representam uma nova tecnologia para produção direta de energia elétrica, a partir da conversão de átomos ou moléculas neutras em elétrons e íons positivos por meios eletroquímicos. Ainda em desenvolvimento, as células tem sido objeto de esforços intensos de pesquisa no exterior, visando suas aplicações como fontes estacionárias, em veículos automotores e em substituição às baterias convencionais de aparelhos eletrônicos portáteis. Elas podem empregar uma variedade de combustíveis, um dos melhores sendo o hidrogênio, cuja “queima” produz apenas água como rejeito, sendo,

portanto, favorecido do ponto de vista do meio ambiente. O hidrogênio é, entretanto, um vetor energético de difícil armazenamento, cuja produção é não-trivial. Novos reformadores catalíticos poderiam permitir a sua geração a partir do etanol, uma inovação que faria uso da tecnologia de produção do álcool, amplamente dominada pelo Brasil. O próprio etanol poderia, desenvolvidas as tecnologias apropriadas, ser empregado como combustível em células. Um programa de pesquisa na área deveria levar em conta: i) a melhoria da eficiência das células mediante a pesquisa em novos materiais; ii) sistemas catalíticos inovadores para produção de hidrogênio (plasma, eletrólise em células fotovoltaicas, reformadores catalíticos a partir de biomassa); iii) sistemas de armazenamento e distribuição de hidrogênio; iv) a realização de estudos sobre aspectos ambientais e sociais, bem como análises de viabilidade econômica dessas novas tecnologias, especialmente tendo em vista os resultados internacionais e o potencial de desenvolvimento de tecnologias apropriadas para o Brasil.

Tecnologia da Informação

Já no século XXI, a revolução da informação e da comunicação redesenha o mapa econômico do mundo e traz mudanças profundas nas formas de produção e nas relações sociais. Para todos os países um desafio que se apresenta é o de construir, no menor espaço de tempo, as bases para uma adequada inserção na nova sociedade da informação. Três fenômenos inter-relacionados estão na origem da transformação em curso. O primeiro, a convergência da base de tecnologia, decorre do fato de se poder representar quase tudo de uma só forma, a digital. Com a digitalização, a computação (a informática e suas aplicações), as comunicações (transmissão e recepção de dados, voz, imagens etc.), e os conteúdos (livros,

filmes, música etc.) integram-se em um único meio. O segundo aspecto é a dinâmica da indústria e do comércio com uma queda contínua de preços dos equipamentos e serviços. Em grande parte como decorrência dos dois primeiros, está o extraordinário crescimento da Internet, ainda que reconhecida-mente um serviço restrito a poucos. A disseminação da Internet, em comparação com outros serviços, mostra o surgimento de um novo padrão de produção e de relações sociais e constitui um fenômeno singular a ser considerado como estratégico para o desenvolvimento das nações.

A inserção favorável no novo paradigma requer uma base tecnológica e de infra-estrutura adequada, um conjunto de condições de inovações na estrutura produtiva e organizacionais, no sistema educacional e de pesquisa, assim como nas instâncias reguladoras, normativa e do governo em geral.

• A internet no Brasil

A rápida evolução e disseminação da Internet no Brasil em anos recentes coloca o País em posição de desaque no mundo em desenvolvimento, mantendo liderança absoluta na América Latina. Segundo informações da Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (Fapesp), órgão responsável pelo registro de domínios brasileiros, os domínios registrados somavam, no início de março/2001, mais de 382 mil. Dentre estes domínios, destacam-se os comerciais (com.br) que representam mais de 92%; em seguida os domínios de entidades não governamentais e sem fins lucrativos (org.br) com aproximadamente 2%.

O Brasil está hoje muito bem colocado no *ranking* mundial dos países em número de *hosts* e é o primeiro na América Latina. Em 1999, o País ocupava o 12º lugar. Considerando o período de 1996 a outubro/2000, o número de computadores conectados à rede cresceu de 74.458 para 662.910 (790%).

Tabela 1: População e Número de Hosts em Países Selecionados

Dez Maiores Economias por PIB	População (em milhões - 1999)	Hosts (Jan/2001)	Hosts/ 10.000 hab (ISC / população)	População Urbana (%)	Telefones Fixos (em milhões)	PC (p/ mil hab)	Usuários / Pop (%)
EUA	278,2	79.389.850	2.853,7	77	183,52	407	41,04
Japão	126,6	4.640.863	366,6	78	70,53	202	12,70
Canadá	30,5	2.364.014	775,1	77	19,96	271	40,00
Inglaterra	59,5	2.291.369	385,1	89	33,75	242	23,73
Alemanha	82,1	2.163.326	263,5	87	48,50	256	12,20
Itália	57,6	1.630.526	283,1	67	26,50	113	7,24
França	58,6	1.229.763	209,9	75	34,10	174	7,97
Brasil	168,0	876.596	52,2	80	24,98	26,3	2,01
Espanha	39,4	663.553	168,4	77	16,48	122	7,18
China (sem Hong-Kong)	1.300,0	70.391	0,5	32	108,69*	6	0,14

Fonte: Banco Mundial, para população e ISC, para número de hosts.

(1) Foram utilizados os dados dos hosts referentes a janeiro de 2001 (ISC) e as populações do ano de 1999 informadas pelo Banco Mundial.

* Incluindo Hong Kong

1 Note-se que o número de pessoas conectadas à rede mundial é muito superior ao número de usuários cadastrados pelos provedores de acesso. Universidades, com poucos registros como usuária, permitem a conexão de milhares de alunos e funcionários à rede.

Quadro 8 Governo eletrônico

Dentro de uma perspectiva de desenvolvimento social, o governo vem implantando aceleradamente o projeto do governo eletrônico, e-Gov. O principal objetivo do e-Gov é garantir acesso de todo cidadão à Internet e, por meio desta facilidade, disponibilizar os serviços de governo. O princípio orientador é que o modelo de acesso à internet no País deve ser comunitário, a fim de evitar o aprofundamento das desigualdades sociais. O projeto compreende um conjunto de medidas a serem tomadas e metas a serem alcançadas nos próximos anos (algumas já atingidas no ano 2000) e busca usar as tecnologias da informação para aumentar a transparência das ações governamentais, bem como para aumentar a eficácia dos recursos tecnológicos existentes por meio da integração de redes e sistemas usados pela administração pública federal, contribuindo desta forma para acelerar a redução do *gap* social existente no País.

De 1995 até abril de 2001, foram investidos R\$10 bilhões na

informatização de serviços públicos, e nos próximos dois anos serão investidos \$800 milhões por ano para atingir algumas das 45 metas do Programa Nacional de Informatização relativas à Internet pública: de que até 2002 todos os órgãos públicos federais ofereçam os seus serviços pela rede de Internet, expansão e modernização da infraestrutura, sistema de compras *on line*, bem como implantação de programas de universalização do acesso por meio de um computador popular, desenvolvido com recursos do Fundo de Universalização das Telecomunicações (FUST) e com a produção financiada pelo BNDES.

O Brasil se tornou o sexto país que mais investiu em internet pública em todo o mundo. Os resultados estão disponibilizados no portal www.redegoverno.gov.br que contém mais de 12 mil *links*, 800 serviços, e mais de 4.200 itens de informação. De setembro de 2000 a abril de 2001, o número de visitas ao portal triplicou, devendo atingir a marca de 70 milhões até o final de 2001.

Entre os países da América Latina, o Brasil possui o maior número de usuários conectados à Internet. Estima-se entre 9,8 milhões e 14 milhões o número de brasileiros conectados à rede mundial¹. Do total de usuários da rede, 64% estão na Região Sudeste, seguida pelo Sul (18%), Nordeste (9%), Centro Oeste (7%) e Norte (2%).

• Comércio Eletrônico

Com relação ao varejo *on line*, o Brasil continua sendo o mercado maior e mais maduro na América Latina. O crescimento do comércio eletrônico no País tem sido expressivo. A estimativa é que, em 1999, o consumidor virtual brasileiro tenha movimentado cifras em torno de US\$90 milhões, segundo estimativas do IDC e do Gartner Group. Segundo estas fontes, o comércio eletrônico atingiria cifras de US\$ 500 milhões até o final de 2000, a maior parte em comércio entre empresas (B2B). Esse crescimento deverá ser contínuo, atingindo em 2003, vendas no valor de US\$1,9 bilhão em operações B2B e US\$760 milhões em operações de vendas ao consumidor (B2C).

No âmbito do comércio eletrônico, durante o ano

2000, foram lançadas políticas e instituições para promover o comércio eletrônico. Foi criado o Comitê Executivo de Comércio Eletrônico, de caráter interministerial, com atribuições relacionadas a seu desenvolvimento e que começou a operar em março de 2001. Os pontos-chave do desenvolvimento deste novo tipo de comércio no País são a implantação de estrutura de validação de assinaturas eletrônicas, garantias na estrutura de segurança e maior acesso à Internet pela população.

• Exclusão digital

Embora excepcionais, os efeitos positivos relacionados às tecnologias da informação e da comunicação podem ser fortemente heterogêneos uma vez que a infraestrutura requerida, incluindo a parte de telecomunicações e a de computadores, além do nível médio de educação, já é distribuída de forma muito assimétrica entre as regiões do mundo. Como consequência já se observa, mesmo nos países em desenvolvimento, uma clara tendência à geração de espaços e grupos sociais excluídos, (a chamada exclusão digital), o que exigirá políticas adequadas voltadas para a promoção do acesso universal a todos. Acesso uni-

Quadro 9 O desafio da exclusão digital

O uso crescente das tecnologias da informação e comunicação aproxima pessoas e instituições e contribui para uma maior sinergia dos fluxos informacionais, em velocidades cada vez maiores. Ao mesmo tempo, introduz o risco de um novo tipo de exclusão social que vem sendo chamada de "exclusão digital". Nos países em que o processo de penetração de tais tecnologias se expande em ritmo acelerado, observa-se, como em nenhum outro momento da história, um crescimento econômico a taxas cada vez mais significativas. Todavia, o potencial de geração de riqueza associado a tal fenômeno não tem se refletido, com a mesma intensidade e significado, em benefícios distributivos e relacionados à equidade. Ao contrário, observa-se uma tendência de aumento da exclusão, com o surgimento de um novo divisor entre os que têm e os que não têm acesso às tecnologias da informação. Uma clivagem potencial que, ao guardar uma relação direta com a renda e o nível educacional das pessoas ou dos grupos sociais, quando agregada ou adicionada àquelas herdadas ou acumuladas ao longo da história, proporcionará desequilíbrios sociais ainda mais intoleráveis e difíceis de combater. O maior desafio das iniciativas voltadas para a difusão das tecnologias da informação e comunicação, em suas diversas aplicações, é garantir equidade de participação no novo padrão de desenvolvimento.

A evolução das tecnologias digitais é mais veloz do que as transformações de valores e atitudes da sociedade. Assim, para inserir minimamente, em termos competitivos as diferentes populações e subespaços no processo de competição mundial, é fundamental garantir o acesso às redes de informação e comunicação e, simultanea-

mente, capacitar diferentes substratos da população no uso e domínio da linguagem apropriada. Um grande desafio a ser enfrentado na criação de oportunidades de inclusão digital é a universalização dos serviços. Para isto, é necessário criar competências e desenvolver equipamentos de acesso baratos, promover a alfabetização digital em larga escala, capacitar pessoas em todo o ciclo de geração e desenvolvimento de TIC, conteúdos adequados em língua portuguesa, além de desenvolver novos modelos de acesso à Internet. São inúmeros os desafios e oportunidades de desenvolvimento científico e tecnológico que se apresentam na transição para uma sociedade da informação a que estamos assistindo.

Conscientes da crescente importância das TIC, um grupo de vinte e oito países em desenvolvimento da África e Oriente Médio, Ásia e Oceania, América Latina e Caribe emitiu a Declaração do Rio de Janeiro, denominada Tecnologias de Informação e Comunicação para o Desenvolvimento. O documento explicita a necessidade de levar em conta o papel das TIC para o progresso dos países em desenvolvimento.

Neste sentido, solicitam a criação pelo Grupo dos 8 (G-8) de fontes de financiamento e outros mecanismos de promoção de acesso e difusão das TIC, tais como fundos regionais e outras iniciativas, para auxiliar a formulação e implementação de estratégias nacionais de TIC para o desenvolvimento, incluindo governança, desenvolvimento de conteúdos, aperfeiçoamento de recursos humanos, infra-estrutura, acesso universal, alfabetização digital, pesquisa científica e tecnológica, entre outros objetivos dos países em desenvolvimento.

versal significa garantir a todos os cidadãos acesso amplo, irrestrito e de baixo custo à rede mundial de computadores.

As políticas de universalização de acesso, como o Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUSTI), em conjunto com a estrutura produtiva do setor, destinam-se a viabilizar o uso intensivo pela população das tecnologias da informação. Por sua vez, a disponibilidade destes produtos e serviços permitirá alavancar o desenvolvimento de outros setores econômicos, propiciando maiores oportunidades para reduzir as diferenças sociais do País.

• Segurança eletrônica

A preocupação com a questão da segurança e confia-

bilidade das informações na utilização dos serviços via Internet é um ponto relevante, não somente para as transações de governo, mas principalmente para o desenvolvimento do comércio eletrônico. Com este objetivo, foi criado o Comitê Gestor de Segurança da Informação (CGSI), que instituiu a Política de Segurança da Informação nos órgãos e entidades da administração pública federal. Trata-se de órgão de assessoramento da Secretaria Executiva do Conselho de Defesa Nacional na avaliação e análise de assuntos relativos à segurança da informação nos Órgãos e Entidades da Administração Pública Federal. A principal prioridade do CGSI no ano 2000 foi a implantação da Infra-estrutura de Chaves Públicas do Governo Federal, elemento habilitador para a utilização da Criptografia de Chaves Públicas, para

a implantação de serviços sigilosos, de autenticação e gestão de documentos eletrônicos, para assegurar a integridade das informações governamentais e a irretratabilidade dos atos praticados pelos agentes públicos, que servirá de referência para o tratamento da assinatura eletrônica no âmbito privado do comércio eletrônico.

• Recursos humanos para P&D

A capacidade de P&D, em tecnologias da informação, está localizada predominantemente em instituições de pesquisa. Segundo o Diretório de Grupos de Pesquisa-2000 (desenvolvido pelo CNPq), há 314 grupos de pesquisa em ciências da computação em atividade, mobilizando cerca de 2.500 pesquisadores, que desenvolvem mais de mil linhas de pesquisa. Adicionando-se uma parcela de um terço dos grupos e pesquisadores classificados em engenharia elétrica que desenvolvem atividades em áreas de TI e correlatas, esses números crescem para cerca de 400 grupos e 3 mil pesquisadores. Não obstante, esse número deve ser ainda maior, à medida que incorpora pesquisadores atuando em TI em áreas correlatas, como ciência dos materiais, fotônica, eletrônica, física, matemática, química e físico-química. Finalmente, deve-se mencionar também que a geração de conteúdo para TI e para Internet, em particular, emprega um número de pesquisadores que tende a crescer.

O Brasil tem hoje 13 programas de doutorado e 28 de mestrado em ciências da computação, localizados principalmente na região Sudeste. No ano 2000, foram formados nesses programas em torno de 80 doutores e 500 mestres. Para que o País tenha condições de dominar o amplo leque de tecnologias de aquisição, armazenamento, recuperação, acesso e distribuição de informação, será necessário ampliar consideravelmente o número de doutores e incentivar

atividades de P&D nas empresas.

Segundo as informações da Relação Anual de Informações Sociais (Rais), o Brasil possuía, em 1999, cerca de 215 mil profissionais empregados em ocupações típicas de informática (analistas de sistemas, programadores e operadores de informática) e cerca de 24 mil em empresas de desenvolvimento de *software*.

O grande desafio é a inserção do Brasil na nova "economia digital", área em que o setor de *software* desponta como agente crítico da participação brasileira nesta economia globalizada e transnacional, em cenário altamente competitivo.

• Pesquisa e Desenvolvimento

A tremenda evolução e a ampliação da capacidade nos sistemas individuais de comunicação e processamento da informação exigirá um contínuo acompanhamento de tendências e identificação de oportunidades de tecnologias estratégicas para o desenvolvimento industrial e econômico, junto a universidades e ao setor produtivo. Países como a França e o Japão, entre outros, vêm aplicando metodologias de identificação das tecnologias estratégicas ou tecnologias-chave para o setor de tecnologias da informação que permitam aumentar a sua competitividade. A seleção de nichos de oportunidades de desenvolvimento deverá ser objeto de definição a partir de discussões envolvendo o governo, a comunidade acadêmica e a empresarial.

• Infra-estrutura avançada para P&D

Em 1989, o CNPq deu início a um esforço nacional de redes acadêmicas que resultou no projeto Rede Nacional de Pesquisa (RNP). A RNP, também como programa prioritário de informática do MCT, viabilizou uma infra-estrutura de serviço Internet nacional, interligou as instituições de ensino superior e

pesquisa do País, apoiou a consolidação de redes estaduais, implantou serviços básicos, englobando repositórios de *software* e acesso a bases de dados, assegurou a compatibilidade de aplicações e, em 1995, induziu e apoiou a difusão do uso de tecnologia Internet pelo setor privado, principalmente por pequenas e médias empresas do setor de serviços.

Hoje a RNP interliga 326 instituições acadêmicas em todo o País e quinze redes acadêmicas estaduais, sendo uma referência fundamental para a experimentação e uso de tecnologia Internet.

O crescimento acelerado do tráfego nas redes e a tendência de utilização de informações multimídia demandam uma atualização permanente na infra-estrutura de redes para pesquisa e serviços, de forma integrada a iniciativas internacionais semelhantes. Uma infra-estrutura de alto desempenho implantada em 2000, chamada RNP2, interliga-se às principais iniciativas internacionais de redes avançadas Internet2 e, também, a quatorze Redes Metropolitanas de Alta Velocidade (Remavs), formadas por consórcios entre empresas e universidades do País. Este ambiente permite a colaboração técnico-científica

Gráfico 1: Backbone da RNP

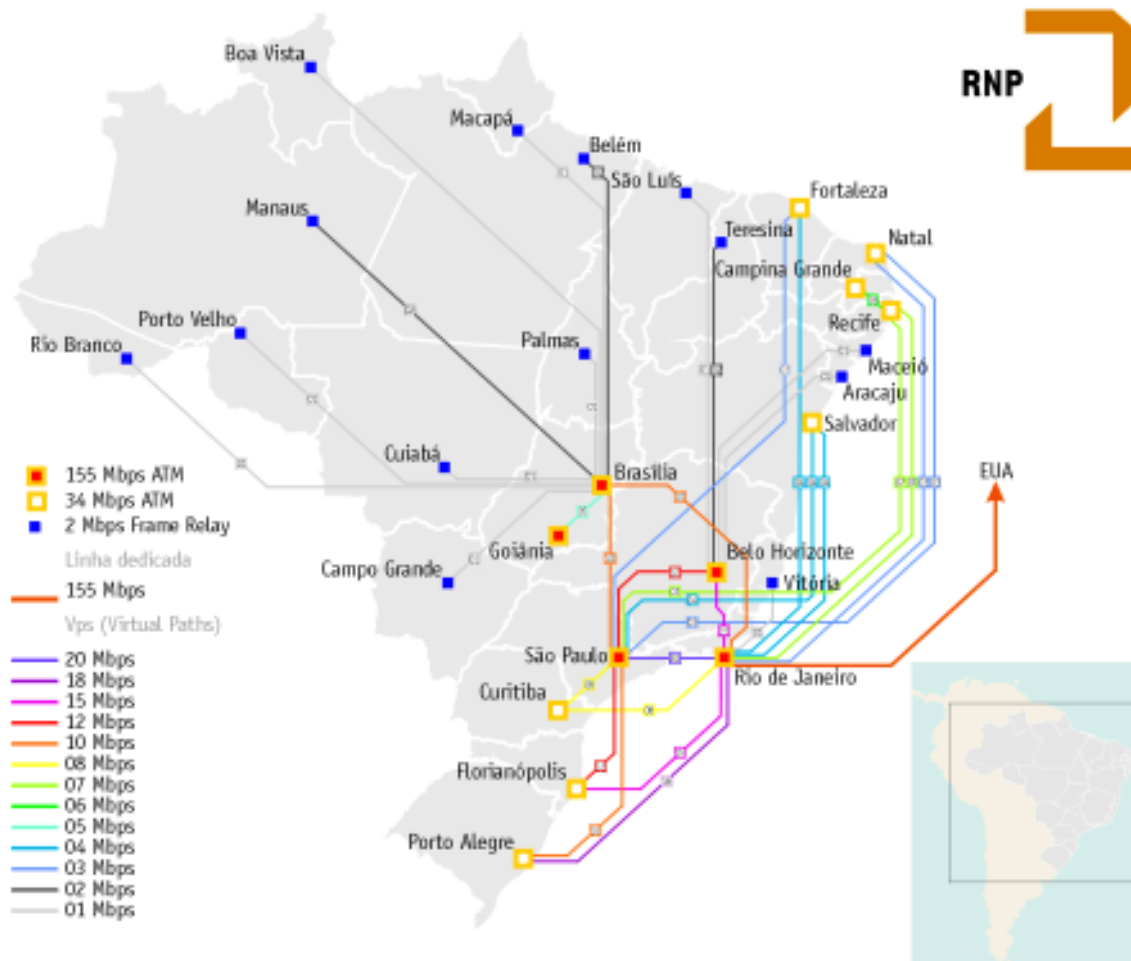
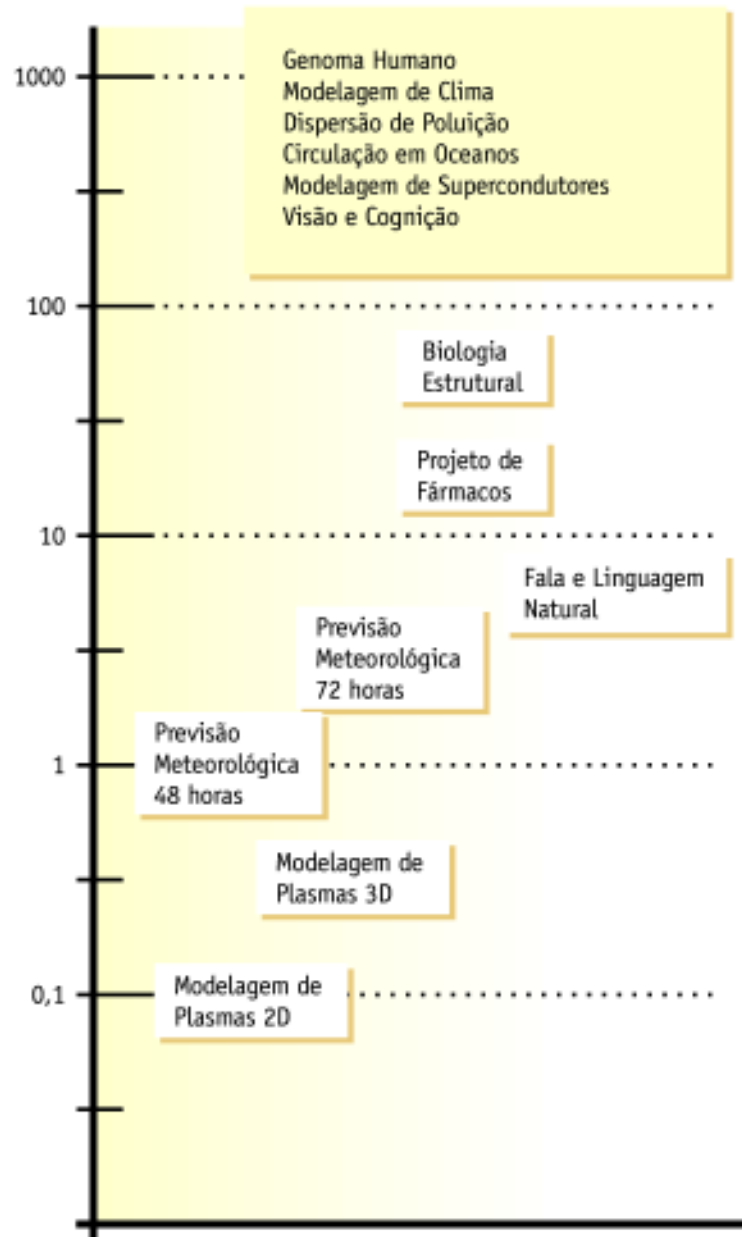


Gráfico 2: Requisitos de Processamento de Alto Desempenho para Grandes Desafios em P&D (Em 10^9 Operações/Seg = gigaflop)



Fonte: Adaptado do Office of Science and Technology Policy, 1992

nacional e internacional no desenvolvimento e uso de aplicações avançadas, como educação a distância, vídeo interativo e bibliotecas digitais, entre outras.

O MCT e a RNP planeja o novo ciclo de redes avançadas que empregará tecnologia óptica e protocolos IP em capacidade da ordem de *Gigabits*/segundo para atender a pesquisa e ao desenvolvimento de aplicações intensivas em processamento e manipulação de dados, como grades de processamento distribuído para suporte a aplicações interativas. A experimentação de novos protocolos e serviços permitirá o desenvolvi-

mento da comunidade de ensino superior e pesquisa, setor público e privado e a capacitação de novos recursos humanos em tecnologias-chave para o País.

A evolução da pesquisa e desenvolvimento no Brasil em áreas fortemente demandantes de processamento de alto desempenho como genoma, modelagem de clima, dispersão de poluição, previsão meteorológica, entre outras, está associada à capacidade de renovação da infra-estrutura de redes para P&D que permita o acompanhamento dos ciclos tecnológicos associados à Internet.

Quadro 10 O Programa Sociedade da Informação

Instituído pelo de Decreto Presidencial 3.294 de 15 de dezembro de 1999, o Programa Sociedade da Informação tem por objetivo integrar, coordenar e fomentar ações para a utilização de tecnologias de informação e comunicação, de forma a contribuir para a inclusão social de todos os brasileiros na nova sociedade e, ao mesmo tempo, para que a economia do País tenha condições de competir no mercado global. Considerado como Programa Estratégico do Governo Federal, sua execução pressupõe o compartilhamento de responsabilidades entre os segmentos de governo, iniciativa privada e sociedade civil, inclusive no estabelecimento de diretrizes para esforços de desenvolvimento científico e tecnológico em tecnologias da informação e comunicação. A proposta apresentada à sociedade brasileira contempla o seguinte conjunto de linhas de ação:

- mercado, trabalho e oportunidades – promoção da competitividade das empresas nacionais, inclusive das pequenas e médias empresas, apoio à implantação de comércio eletrônico e oferta de novas formas de trabalho, por meio do uso intensivo das TICs;
- universalização de serviços para a cidadania – promoção da universalização do acesso à Internet, buscando soluções alternativas com base em novos dispositivos e meios de comunicação, modelos de acesso compartilhado e projetos voltados à valorização da cidadania e à promoção da coesão social por meio da inclusão digital;
- educação na sociedade da informação – apoio aos esquemas de aprendizado, de educação continuada e à distância, baseados na Internet e em redes; capacitação de professores, auto-aprendizado em tecnologia da informação e comunicação – inclusive revisão curricular –, visando ao

uso de tais tecnologias em todos os níveis de educação formal;

- conteúdos e identidade cultural – promoção da geração de conteúdos e aplicações que enfatizem a identidade cultural brasileira em sua diversidade, a presença da língua portuguesa na internet e a preservação artística, cultural e histórica através da digitalização de acervos;
- governo ao alcance de todos – promoção da informatização da administração pública e do uso de padrões em seus sistemas aplicativos, fomento a aplicações em serviços de governo voltados à disseminação ampla de informações de interesse do cidadão;
- P&D, tecnologias-chave e aplicações – identificação de tecnologias estratégicas para o desenvolvimento industrial e econômico e promoção de projetos de pesquisa e desenvolvimento junto a empresas e universidades, desenvolvimento de protótipos de aplicações estratégicas, formação maciça de profissionais, inclusive pesquisadores, em todos os aspectos das tecnologias da informação e comunicação;
- infra-estrutura avançada e novos serviços – implantação de infra-estrutura básica nacional de informações, integrando as diversas estruturas especializadas de redes – governo, setor privado e de pesquisa; fomento à implantação de redes de processamento de alto desempenho e à experimentação de novos protocolos de serviços genéricos; transferência de tecnologias de redes do setor de pesquisa para outras redes e fomento à integração operacional das mesmas; adoção de políticas e mecanismos de segurança e privacidade.

• **O Programa Sociedade da Informação**

O Programa Sociedade da Informação cria as condições básicas para impulsionar a pesquisa, bem como assegurar à economia brasileira condições de competir no mercado global, tendo como foco a inclusão do cidadão e o engajamento da sociedade no mercado das tecnologias da informação.

O Programa conta com recursos do Tesouro Nacional e, igualmente, com uma parte significativa de recursos provenientes do setor privado por meio de incentivos associados à Lei da Informática e ao Fundo Setorial de Informática.

O *Livro Verde da Sociedade da Informação no Brasil*, lançado em setembro de 2000, constitui uma proposta inicial de discussão sobre caminhos a serem seguidos pela sociedade brasileira e é objeto de debate em consultas públicas em todo o País. O resultado desse processo deverá definir um conjunto de diretrizes estratégicas para a inserção do Brasil nesta nova sociedade. Dentre as principais propostas, destacam-se as seguintes: i) nova rede para P&D, com a inclusão progressiva de serviços de internet de nova geração (ou Internet 2, como é mais conhecida); ii) fomento ao comércio eletrônico em bancas de jornal, casas lotéricas e outros pontos de fácil acesso ao cidadão; iii) interconexão à Internet de todas as bibliotecas públicas do País; iv) geração de conteúdos de importância cultural para o País; v) consórcios de P&D em tecnologias-chave; vi) fomento à produção de *hardware* e *software* para acesso amplo à Internet com o menor custo.

Telecomunicações

Na década de sessenta, as comunicações eram consideradas estratégicas para o desenvolvimento e a



Quadro 11 Comunicações Ópticas no Brasil

O aumento contínuo da velocidade dos sistemas de transmissão de informações e telecomunicações deve-se ao uso da luz em sistemas de comunicações. Só com o uso de comunicações ópticas (baseadas em luz) é possível atingir hoje velocidades de transmissão de centenas de *gigabits* por segundo. Isto se tornou possível a partir da descoberta de fibras ópticas com baixas perdas de luz, ocorrida nos anos setenta. O Brasil entrou cedo nesta atividade, com a instalação do Projeto de Pesquisa em Sistemas de Comunicação por Laser no Instituto de Física da Unicamp em 1973, financiado pela Telebrás.

Em 1977, foram fabricadas as primeiras fibras ópticas nos laboratórios do Instituto de Física Gleb Wataghin. Em 1978, a tecnologia começou a ser transferida para o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás, o CPqD, em Campinas. Este processo ilustra uma característica fundamental da transferência de tecnologia entre organizações – o sucesso do projeto se deveu à transferência de cientistas da Unicamp para o CPqD.

Em 1983, a tecnologia foi transferida do CPqD para a empresa ABC Xtal, localizada também em Campinas (vizinha do CPqD). Novamente a transferência de cérebros foi fundamental, com a migração

de cientistas do CPqD (muitos vindos da Unicamp) e da Unicamp para a ABCXtal.

A Xtal Fibras Ópticas, (comprada recentemente pela Fiber Core. EUA), agora denominada Xtal Fibercore Brasil, é hoje o maior fabricante de fibras ópticas no Brasil, produzindo anualmente mais de 1,1 milhão de quilômetros de fibras ópticas – 35% das fibras comercializadas no País. O faturamento anual da empresa é superior a US\$45 milhões, e 20% de sua produção são destinados à exportação.

O programa de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia para fabricação de fibras ópticas do Instituto de Física da Unicamp, do CPqD e da Abc Xtal tem todos os elementos essenciais do desenvolvimento tecnológico: a universidade, gerando conhecimento fundamental competitivo internacionalmente e formando recursos humanos; o centro de pesquisas ligado à empresa, desenvolvendo a tecnologia; a empresa prosseguindo continuamente no desenvolvimento da tecnologia, empregando para isto os cientistas e engenheiros formados na universidade. Trata-se, sem dúvida, de um excelente exemplo de programa de P&D bem sucedido no País.

integração da Nação. Como consequência, as duas décadas seguintes assistiram à notável expansão dos serviços de telecomunicações, a par da qualidade crescente na instalação e operação dos mesmos. A implantação de infra-estrutura física, em particular, mereceu atenção e cuidados que viriam a destacar a Telebrás dentre empresas similares em outros países em desenvolvimento.

Na década de noventa, o Governo Federal propôs nova diretriz, que seria sancionada pela Lei Geral de Telecomunicações (LGT), de 1997, preconizando a privatização do Sistema Telebrás, a concepção de um regime de duopólio para todos os serviços durante um período de transição até 2002, e livre competição a partir de 2003. Para exercer a regulamentação e fiscalização, bem como implementar políticas do setor, foi criada a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel).

No contexto anterior à privatização, a formulação e execução da política tecnológica para o setor estava alicerçada no poder de compra do Sistema Telebrás e na capacidade de geração de tecnologias do CPqD em parceria com o setor privado nacional. As tecnologias geradas pelo CPqD foram amplamente apropriadas pela indústria local, nacional e estrangeira.

Em paralelo, houve o apoio por parte das agências governamentais (Finep, CNPq, Capes e o próprio Ministério das Telecomunicações, por intermédio do CPqD) à formação de recursos humanos e de pesquisa na área, em uma dezena de centros de excelência. Essa mão-de-obra altamente qualificada permitiu a rápida expansão do sistema e vem gerando empresas baseadas no conhecimento desenvolvido nesses centros que ocupam nichos de mercado em redes, equipamentos e sistemas de gerência de redes e serviços para telecomunicações. Com a abertura do setor de telecomunicações, acompanhada por uma

Quadro 12

Novos paradigmas em telecomunicações - a Agenda de P&D do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), no início do século XXI

Os programas de P&D que o CPqD propõe para os próximos anos têm como contexto um cenário de emergência dos novos paradigmas: amplo uso da tecnologia digital e surgimento de um ambiente de competição no setor. A consequência deste cenário é que a geração de tecnologia não é pautada apenas pela sua própria dinâmica, isto é, pelo processo interno de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, mas deve atender também às necessidades distintas dos vários atores envolvidos: usuários, provedores de rede e de serviços básicos, provedores de serviços de valor adicionado, provedores de conteúdo, fornecedores de equipamentos e de serviços e o governo, que desempenha muitos papéis, como os de regulador setorial, promotor de geração tecnológica e defensor dos interesses maiores da sociedade.

A proposta do CPqD leva em conta também a própria história de suas áreas de competência, o seu porte institucional e a diversidade de alternativas tecnológicas, característica do paradigma atual. Em tais circunstâncias, os grandes temas condutores da proposta de P&D são:

- **Convergência e Mobilidade** – Este tema sintetiza as grandes marcas do paradigma que têm origem no domínio clássico das telecomunicações, principalmente as redes capazes de suportar serviços de meios ou conteúdos variados e as tecnologias sem fio que liberam o usuário da necessidade de um terminal fixo. Incluem-se neste tema projetos ligados às tecnologias de meios fixos, móveis e à área de serviços e aplicações, esta última tipicamente interdisciplinar.
- **Interação Eletrônica** – Este tema abrange as áreas de P&D originadas da Informática ou TI e que hoje têm como maior desafio tornar mais cômoda e segura a interação mediada eletronicamente, entre pessoas, entre pessoas e sistemas ou entre sistemas. Compreende projetos envolvendo tanto as tecnologias de sistemas propriamente ditas, como a questão da segurança das transações e suas aplicações, outra área de natureza multidisciplinar.

pulverização das compras de equipamento, sistemas e *software* para gerência de redes e serviços pelas diversas operadoras, houve expressivo aumento nas importações e perda de competitividade das empresas de capital nacional, uma vez que várias operadoras passaram a comprar de seus fornecedores de equipamentos e sistemas no país de origem. Por conseguinte, várias empresas locais de capital nacional foram vendidas a empresas estrangeiras que entraram no mercado, outras se transferiram para novas áreas

ou simplesmente desapareceram.

O setor de equipamentos de comunicação é o mais dinâmico do segmento de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Entre as aplicações de telecomunicações mais promissoras nessa área, estão tecnologias e aplicativos para telecomunicações sem fio de terceira geração (3G), sistemas de comunicação baseados em fibras ópticas de alta capacidade – tais como comunicação óptica que deverá ampliar a capacidade atual de transmissão em 10 mil vezes –, sistemas geográficos de informação e navegação, que incluirão sistemas de apoio, localização, comunicação e informação de veículos e pessoas.

A convergência da telefonia celular com o comércio eletrônico, o chamado "comércio móvel", que deverá começar a se concretizar ao longo dessa década, é uma das importantes áreas de oportunidade para o desenvolvimento de P&D em telecomunicações. Estas incluem estudos das necessidades e preferências dos usuários, desenvolvimento de equipamentos que respondam a suas necessidades e gostos, além do desenvolvimento de soluções de conteúdo viáveis para distribuição em sistemas móveis sem fio. Em 2005, o Brasil deverá contar com 27 milhões de usuários acessando serviços de internet móvel.

• Uso da Tecnologia Digital em Telecomunicações

O paradigma atual do setor de telecomunicações consagra o uso amplo da tecnologia digital. Não se trata mais de introduzir uma nova base tecnológica, mas de fazer melhor uso dela. O conceito de convergência procura sintetizar este novo estágio em que as plataformas de rede podem suportar diferentes meios para veicular a informação. Telecomunicações, tecnologia da informação e também radiodifusão são todos seg-

Quadro 13 Cartão telefônico indutivo

Para substituir a obsoleta planta de telefones públicos a ficha, o CPqD desenvolveu um sistema de telefonia pública utilizando tecnologia totalmente nacional e pioneira no mundo: a tecnologia de leitoras e cartões indutivos. O sistema foi lançado oficialmente em 1992 e atualmente a rede de telefones públicos com a tecnologia indutiva continua em plena expansão pelo território nacional. Em 1999, após a privatização do Sistema Telebrás, a Anatel, agência reguladora dos serviços de telecomunicações no Brasil, considerou o uso da tecnologia indutiva obrigatório em todos os telefones públicos brasileiros.

Devido à sua versatilidade e baixo custo, cartões e leitoras indutivas podem ser utilizados em diversas aplicações. Cada cartão pode conter até 100 unidades de crédito, equivalentes a 100 ligações locais de dois minutos de duração. As características básicas do Cartão Indutivo desenvolvido pelo CPqD são:

- baixo custo de produção - viabilizando a produção de cartões com poucas unidades de crédito, essenciais para a população de baixa renda;
- alta imunidade a fraudes - processo de fabricação complexo, viável apenas em larga escala, dificultando fraudes domésticas. Cartões falsificados são reconhecidos pela leitora indutiva;
- fino e flexível - apenas 0,4mm de espessura;
- imune a fatores externos - O cartão não é afetado pela presença de campos eletromagnéticos dispersos, poeira, umidade, calor, maresia, raios ultravioleta e raios-X;
- descartável - não pode ser regravado. O material é reciclável;
- facilidade de uso - não exige posição específica para ser inserido na leitora;
- simplicidade - não necessita de contato mecânico entre a leitora e o cartão ou de movimentação interna para a operação de leitura;
- comodidade - estão disponíveis atualmente cartões com 90, 75, 50, 35 e 20 unidades de crédito.

mentos de atividade econômica que se valem dos mesmos fundamentos tecnológicos. A internet serve como símbolo deste ciclo. As transformações foram ainda mais longe e removeram não só as barreiras dos meios de expressão, mas também as restrições de posições fixas dos terminais. Como já mencionado, a telefonia e a comunicação móvel de dados são exemplos do uso amplo da digitalização.

Neste novo paradigma, a tecnologia é posta continuamente a serviço de novas formas de interação,

mediadas por sistemas eletrônicos. A introdução de inovações no setor de telecomunicações continua seguindo o seu curso, condicionada não apenas pelo processo endógeno de P&D e de engenharia, mas também por uma significativa transformação institucional, caracterizada pela quebra de monopólio e pela introdução da competição e da progressiva ampliação dos serviços de telecomunicações.

• A inovação em serviços

A questão da inovação em serviços, isto é, do uso adequado da tecnologia, capaz de transformar recursos técnicos de Telecomunicações e Tecnologia de Informação (T&TI) (*hardware* e *software*) em riqueza econômica e benefício social, deve ser estudada em maior profundidade. Hoje, o entendimento no setor é que o mero transporte de *bits* está se tornando uma *commodity*, exigindo dos atores na cadeia de valor da comunicação novos posicionamentos e composição de tecnologias já existentes e inovadoras para a agregação de valor aos serviços.

Neste contexto, é importante ressaltar que, em uma sociedade da informação, a importância econômica do conhecimento não se traduz apenas no desenvolvimento de produtos ou de tecnologia *per se*, sejam eles de *hardware* ou de *software*. Um ponto fundamental para alavancar o progresso na direção de uma sociedade baseada em oportunidades equitativas de acesso à informação e à construção de redes de conhecimento reside na inovação em serviços. Apesar de sua nítida importância, esta área costumava ser subestimada, e, mesmo hoje, a dinâmica deste processo não é suficientemente compreendida. O provimento de serviços baseados em T&TI necessita de um tripé formado pela infraestrutura de redes e plataformas, pelos procedimentos e rotinas característicos do serviço propriamente dito

e pela dimensão relacional intrínseca que existe entre o usuário e o serviço. Percebida dessa forma, as atividades de pesquisa e desenvolvimento deverão transcender as divisões tradicionais em especialidades acadêmicas, tornando-se, cada vez mais, interdisciplinares e incorporando, desde o início, abordagens sociotécnicas. O uso adequado da tecnologia adequada talvez represente o maior desafio para que as políticas públicas em Ciência e Tecnologia proporcionem um benefício claro a todos os setores da sociedade.

Biotechnologia

O termo biotecnologia refere-se a um conjunto amplo de tecnologias habilitadoras e potencializadoras, envolvendo a utilização, a alteração controlada e a otimização de organismos vivos ou suas partes, células e moléculas para a geração de produtos, processos e serviços. A biotecnologia e suas novas ferramentas de manipulação e transferência gênica abrem novas perspectivas de potencialização dos métodos tradicionais de melhoramento genético e exploração da biodiversidade e variabilidade genética. Isto permite o rápido e preciso desenvolvimento de plantas e animais melhorados, de medicamentos e outros aplicativos, com grande diversidade de atributos, com rapidez e escala nunca imaginadas. Os resultados de seu desenvolvimento são utilizados por diversos setores, como saúde, agroindústria e meio ambiente, e envolvem áreas do conhecimento como biologia molecular, genética, fisiologia, microbiologia, química, engenharia de alimentos, entre outras. Considerando sua abrangência, a biotecnologia permeia inúmeros segmentos industriais, utilizando técnicas inovadoras e promovendo revoluções no tratamento de doenças, no uso de novos medicamentos para aplicação humana e animal, na multiplicação e

reprodução de espécies vegetais e animais, no desenvolvimento e melhoria de alimentos, na utilização sustentável da biodiversidade, na recuperação e tratamento de resíduos, entre outras áreas com potencial crescente de aplicação.

Um grande número de nações considera que, no século XXI, o domínio da biotecnologia terá papel relevante na determinação da competitividade, desenvolvimento econômico e qualidade de vida, levando-as a apoiar, com alta prioridade, investimentos estratégicos nessa área. Exemplo mais marcante é o da rede americana de pesquisa biotecnológica, que vem priorizando diversos ramos estratégicos da biologia avançada, como o conjunto de programas do Projeto Genoma Humano – o mais extenso e o que recebe o maior volume de verbas públicas –, sendo fortemente centrado no setor de pesquisas em ciências biomédicas. No grupo das pesquisas microbiológicas, há esforços para determinar as bases genéticas dos efeitos patogênicos de microorganismos e as formas de interação ambiental destes seres. Outro grupo compõe as pesquisas na agricultura, que visam produzir novos cultivares e raças de animais, entender e bloquear ações adversas originárias do ambiente ou de parasitas sobre processos de produção agropecuária e florestal.

O Brasil está acompanhando esta evolução, com o seqüenciamento de genes aplicado à saúde e agricultura, a exemplo do estudo da *Xylella fastidiosa*, coordenado pela Fapesp; do projeto Genoma Brasileiro, destinado a seqüenciar a bactéria *Chromobacterium violaceum*; e da implantação de redes regionais de pesquisa em genômica, com o apoio do MCT e das Fundações Estaduais de Amparo a Pesquisa. O Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos do MCT busca elevar o nível de competitividade científica e tec-

nológica do País a patamares equiparáveis aos de países desenvolvidos. Ele busca acelerar os mecanismos de transferência ao setor produtor de bens e serviços dos conhecimentos e tecnologias gerados com vistas à inovação e à melhoria de produtos, processos e serviços biotecnológicos de interesse social e econômico.

O cenário para a biotecnologia no Brasil é promissor, e o progresso nesta área pode ser acelerado, se houver esforços conjugados entre o governo, a comunidade científica e a empresarial no desenvolvimento de projetos conjuntos, na formação de parcerias produtivas, na criação de ambiente favorável a novos investimentos e no desenvolvimento ou adaptação de tecnologias com o objetivo de ampliar a competitividade e dinamizar o mercado de produtos biotecnológicos.

O mercado brasileiro de biotecnologia, abrangendo os vários setores econômicos e todas as categorias de produtos biotecnológicos, movimentou no ano de 2000 cifras da ordem de US\$500 milhões, e conta com a participação de cerca de 120 empresas de base biotecnológica, a maioria ligada às universidades.

Diversos condicionantes podem limitar a aplicação da biotecnologia nos países em desenvolvimento, especialmente a escassez de recursos financeiros, a falta de informação, a infra-estrutura de pesquisa e de serviços tecnológicos deficientes, o acesso limitado à tecnologia, seus possíveis efeitos na biodiversidade e no meio ambiente, suas implicações na segurança alimentar e em fatores socioeconômicos. No entanto, é em países em desenvolvimento que esta tecnologia pode ter maior impacto, especialmente do ponto de vista de segurança alimentar e nutricional e da qualidade ambiental.

O documento do MCT sobre a definição de diretrizes para biotecnologia e recursos genéticos, preparado pela equipe do Ministério e discutido com diversos especialistas, aponta sete ações estratégicas para o País nos próximos dez anos. São elas:

• **Formação e capacitação de Recursos Humanos para Biotecnologia**

Há hoje no Brasil cerca de 1.700 grupos de pesquisa atuando nas diversas áreas do conhecimento relacionadas à biotecnologia, localizados, principalmente, nas universidades e instituições públicas (Diretório de Grupos de Pesquisa IV – CNPq). Estes grupos integram mais de 6.700 pesquisadores, além de mais de 16 mil estudantes e estagiários, distribuídos por cerca de 3.800 linhas de pesquisas e concentrados, em sua maioria, na região Sudeste do País.

Com relação às empresas de base biotecnológica, não existem dados estatísticos exatos, mas sabe-se que é pequeno o número de pesquisadores e de técnicos especializados, nelas exercendo atividades de P&D. Estima-se que cerca de 30% das empresas de base biotecnológica existentes no País apresentem os requisitos fundamentais para desenvolver atividades de P&D.

Considerando o caráter multidisciplinar da biotecnologia, esta ação deverá estruturar-se para atender a demandas diversificadas, induzindo a formação de recursos humanos em diversas áreas do conhecimento nas diferentes modalidades, incluindo o apoio à pós-graduação, os estágios de curta e média duração para o aprendizado de técnicas biotecnológicas e o intercâmbio nacional e internacional de pesquisadores.

• **Expansão da base do conhecimento**

Na área de ciências da vida, que engloba a maioria das subáreas do conhecimento relacionadas à biotec-

Quadro 14

Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio

A Lei de Biossegurança foi promulgada no ano de 1995 e estabeleceu as diretrizes para o controle das atividades e produtos originados pela moderna biotecnologia, conhecida como tecnologia do DNA recombinante. A CTNBio, vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, é composta por trinta e seis membros entre titulares e suplentes: oito especialistas de notório saber científico e técnico, em exercício no segmento de biotecnologia; um representante de cada um dos seguintes ministérios – Ciência e Tecnologia, Saúde, Meio Ambiente, Educação, Relações Exteriores –, dois representantes do Ministério da Agricultura; um representante de órgão legalmente constituído da defesa do consumidor; um representante de associações legalmente constituídas, representativas do setor empresarial de biotecnologia e um representante de órgão legalmente constituído de proteção à saúde do trabalhador.

Entre as competências da CTNBio está emitir parecer técnico sobre qualquer liberação de Organismo Geneticamente Modificado (OGM) no meio ambiente e acompanhar o desenvolvimento e o progresso técnico e científico na biossegurança e áreas afins, objetivando a segurança dos consumidores e da população em geral, com permanente cuidado à proteção do meio ambiente. Desta forma a CTNBio se pronuncia sobre qualquer atividade com OGMs no país, previamente a sua realização.

A Lei de Biossegurança estabelece ainda que compete aos órgãos apropriados do Ministério da Saúde, do Ministério da Agricultura e

do Ministério do Meio Ambiente a fiscalização e monitorização das atividades com OGMs, no âmbito de suas competências, bem como a emissão de registro de produtos contendo OGMs ou derivados, a serem comercializados ou a serem liberados no meio ambiente.

Desta forma, além do controle habitual que sofrem os produtos produzidos por outras tecnologias, os produtos geneticamente modificados ("transgênicos") estarão sujeitos a um controle adicional feito pela CTNBio, sob o aspecto biossegurança. Esses procedimentos garantirão que, ao serem colocados no mercado esses produtos, tenham as mesmas características de segurança, inocuidade e eficácia exigidas também para os produtos convencionais.

Atualmente o Brasil se destaca no cenário internacional pelo extremo rigor com que tem conduzido as pesquisas neste setor. Entre as linhas de pesquisa desenvolvidas no País estão o estudo experimental de variedades de vegetais geneticamente modificadas, avaliação de risco de organismos geneticamente modificados nos setores ambiental e saúde humana, participando em diversos programas internacionais, relacionados à questão de biossegurança.

O Brasil estará propondo brevemente uma política nacional de biossegurança e o estabelecimento de um código de ética em manipulações genéticas, o que envolverá ampla discussão com os diversos segmentos da sociedades interessados na matéria.

nologia, o volume de publicações brasileiras em revistas indexadas, de 1981 a 1996, corresponde a mais de 41 mil artigos, sendo maior que o total das publicações feitas pelos demais países do continente sul-americano no mesmo período. Entretanto, mesmo considerando este número expressivo, ainda é necessário expandir a base do conhecimento da biotecnologia para responder às necessidades do País e melhorar o desempenho do segmento em questão.

Outras áreas científicas têm contribuído para avanços significativos na biotecnologia, entre eles novos métodos de estudo da nanociência e nanotecnologia, além da engenharia tecidual e biomimética. Na área de terapêutica, por exemplo, são relevantes as tecnologias de microencapsulação de drogas para obter carreadores de fármacos, que, controlando a libera-

ção da substância ativa em dose e tempo otimizados, aumentam a eficácia do medicamento e reduzem seus efeitos colaterais.

• Suporte ao desenvolvimento da biotecnologia

Para assegurar o desenvolvimento do setor biotecnológico nacional, é imprescindível a implementação de uma ação específica para dar o suporte funcional aos vários setores da biotecnologia de diferentes níveis de complexidade e para disponibilizar os recursos primários e os instrumentos necessários ao desenvolvimento da pesquisa e da indústria de base biotecnológica.

Neste sentido, deve-se fortalecer a infra-estrutura nacional de pesquisas e serviços por meio da criação de centros de referência em bioinformática e de um la-

boratório nacional de biologia molecular, do fortalecimento e ampliação das coleções de cultura de microrganismos e de células e tecidos humanos e animais, do apoio aos bancos de germoplasma e de todas as complexas atividades relacionadas a biossegurança.

O desenvolvimento de organismos modificados geneticamente está impondo à sociedade e às instituições que os desenvolvem a necessidade de contar com um processo de avaliação da segurança desses produtos. Em 1995, a Lei de Biossegurança estabeleceu diretrizes para o uso de técnicas de engenharia genética e a liberação no meio ambiente de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs). Foi criada também a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), vinculada à Secretaria Executiva do MCT e responsável por estabelecer normas e regulamentos relativos aos projetos e atividades que envolvam OGMs.

É necessário continuar as pesquisas destinadas a fundamentar os processos de avaliação de riscos e todos os aspectos relativos a biossegurança, bem como desenvolver capacitação técnica nacional para realizar todos os testes que respondam às exigências de segurança dos consumidores.

• **Estímulo à formação de empresas de base biotecnológica e à transferência de tecnologias para empresas consolidadas**

O objetivo primordial desta ação é acelerar a expansão da base biotecnológica do País por meio do fortalecimento das pesquisas em tecnologias avançadas e da criação de novas empresas de pequeno e médio porte, propiciando-lhes apoio técnico-científico, recursos e ambiente favorável às fases iniciais de organização, produção e habilitação para o mercado.

• **Biotecnologia para o uso sustentável da biodiversidade**

Os impactos provocados pelo desenvolvimento tecnológico e industrial e pela expansão das fronteiras agrícolas, o uso irrestrito de pesticidas, a devastação das florestas, o aumento do número das espécies em extinção, as denúncias de biopirataria e os riscos inerentes à transgênese, entre outros, passam a compor os temas de debate entre países e organizações não-governamentais, influenciando o processo decisório na busca de dispositivos e mecanismos para evitar o desequilíbrio ecológico.

Quadro 15
Vitória da biotecnologia

Vitória é o primeiro animal brasileiro resultante da tecnologia da transferência nuclear, ou clonagem. É uma bezerra da raça Simental que nasceu no dia 17 de março de 2001, no campo experimental Sucupira "Assis Roberto de Bem", pertencente à Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Vitória é, literalmente, uma vitória das pesquisas em reprodução animal do Brasil e da Embrapa, que tiveram início em 1984, com o objetivo de viabilizar o Banco Brasileiro de Germoplasma Animal. Foi utilizada a técnica de Transferência de Embriões (TE), que permite a uma só doadora, geneticamente superior, gerar até doze bezerros por ano. Os benefícios econômicos do domínio desta técnica são imensos, pois permitirão a aceleração do processo de melhoria genética do rebanho bovino brasileiro.



- **Cooperação internacional**

Na área de biotecnologia, exemplos expressivos de cooperação podem ser citados, como o Centro Brasileiro-Argentino de Biotecnologia, em funcionamento há mais de treze anos, promovendo inúmeros cursos de curta duração além de projetos conjuntos; a cooperação com a Alemanha, por meio de programas específicos como o *Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF-biotecnologia)*; com a França, por meio da cooperação como o *Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM)* e CYRAD; e ainda o Labex/Embrapa que vem funcionando em estreita cooperação com o ARS/USDA.

- **Prospecção, monitoramento e estudos em biotecnologia**

O avanço tecnológico e a dinâmica do processo de globalização têm acarretado uma série de mudanças nas relações entre países, envolvendo novos interesses comerciais e disputas por novas tecnologias. Diante deste cenário, os estudos prospectivos constituem mecanismos eficazes para a análise das tendências, permitindo indicar possíveis desenvolvimentos de novas tecnologias de pesquisa e de produção, bem como de seus desdobramentos em termos de impactos mercadológicos e dos riscos que lhes são inerentes.

Tecnologia espacial

As atividades espaciais no Brasil justificam-se por três razões: sua importância estratégica, seu elevado conteúdo tecnológico e seu caráter multidisciplinar, envolvendo alguns dos segmentos mais avançados da engenharia, assim como e pelo potencial das aplicações de tecnologias espaciais na solução de problemas associados às características geográficas e econômicas brasileiras. Estas incluem as dimensões continentais do País, suas extensas fronteiras e zona costeira, as amplas

regiões de floresta tropical e as grandes áreas de difícil acesso e de baixa densidade populacional, além de vastos recursos naturais insuficientemente mapeados e monitorados.

O Brasil possui extensa infra-estrutura espacial que, além de centros de lançamento, inclui instalações de integração e testes de foguetes e satélites, centros de missão e de controle de satélites, estações de solo, observatórios e laboratórios de pesquisa. Essa infra-estrutura deverá ser mantida, modernizada e ampliada, para atender às necessidades de um programa nacional.

Os setores aeronáutico e espacial brasileiros são um dos melhores exemplos no País de uma política de longo prazo: criação de uma escola (Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA) e logo de institutos de P&D dentro de um mesmo centro (Centro Tecnológico Aeronáutico, hoje Aeroespacial - CTA) ou na mesma região (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE), de laboratórios em seqüência ao desenvolvimento de competências locais e, finalmente, a criação de empresas, das quais a Embraer é a maior.

O Programa Espacial Brasileiro, cujos primórdios datam do início dos anos sessenta, depende quase que exclusivamente de verbas do orçamento público federal, característica comum aos programas espaciais em todo o mundo. Os recursos públicos federais sofreram reduções sucessivas a partir de meados da década de oitenta, impondo ao Programa atrasos e alterações de rota.

A criação em 1994 de uma agência federal de caráter civil, a Agência Espacial Brasileira (AEB), a aprovação no mesmo ano da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e a promulgação de um Plano Nacional de Atividades

Quadro 16

O Plano Nacional de Atividades Espaciais - PNAE e seus atores principais: AEB, INPE E DEPED

PNAE E SEUS ATORES PRINCIPAIS: AEB, INPE E DEPED

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), multissetorial e de longo prazo, objetiva capacitar o País para desenvolver e utilizar tecnologias espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira.

Em sua concepção atual, o PNAE é definido para um horizonte decenal em documento aprovado em 1996 e atualizado periodicamente pela Agência Espacial Brasileira (AEB). Contudo, muitas das atividades centrais do Programa iniciaram-se efetivamente em 1980, com a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Projeto desafiador e de longo prazo, a MECB, reconhecendo como necessário dotar o Brasil de meios próprios de acesso ao espaço, fixou como objetivos desenvolver quatro pequenos satélites de aplicações, um veículo lançador de satélites e uma base de lançamentos, promovendo, no processo, a capacitação da indústria brasileira no setor e a qualificação de equipes técnicas especializadas.

As ações do PNAE balizam-se por objetivos e diretrizes estabelecidas na Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), documento aprovado por decreto de 1994. Sua execução dá-se no âmbito do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (Sindae), no qual a AEB atua como elemento de coordenação central e onde o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (Deped) do Comando da Aeronáutica atuam como órgãos setoriais.

Cabe à AEB, autarquia vinculada ao MCT, como órgão central do

Sindae, dentre outras atribuições: i) coordenar a formulação de propostas de revisão da PNDAE e de atualização do PNAE, bem como executar e fazer executar as ações do programa; ii) promover a cooperação internacional no âmbito das atividades espaciais, em articulação com o Ministério das Relações Exteriores e a estrutura central do MCT; iii) promover a regulamentação do setor, estabelecendo normas, expedindo licenças e autorizações, bem como aplicando padrões de qualidade aos produtos espaciais.

A AEB inclui em sua estrutura um Conselho Superior, de caráter deliberativo, do qual participam representantes de ministérios setoriais com interesses nas atividades espaciais, além dos ministérios da área econômica, bem como representantes da comunidade científica e do setor industrial, todos nomeados diretamente pelo presidente da República

O INPE, órgão do MCT, é responsável por projetos de desenvolvimento de satélites e tecnologias associadas, bem como por pesquisa e desenvolvimento no campo das ciências e das aplicações espaciais - onde se destacam as áreas de observação da terra, coleta de dados ambientais e meteorologia por satélites.

O Deped, vinculado ao Comando de Aeronáutica do Ministério da Defesa, incumbem-se do desenvolvimento de lançadores de satélites e de foguetes de sondagem, por meio do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), órgão do Centro Técnico Aeroespacial (CTA). O Deped é também responsável pela implantação e operação do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e pela operação do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI).

Espaciais (PNAE), de alcance decenal, geraram a expectativa de que as atividades do Programa retomariam níveis de execução adequados. O orçamento para o PNAE praticamente dobrou de 2000 para 2001, e o Fundo Espacial, recentemente aprovado por iniciativa do Ministério, já consegue atrair os primeiros recursos adicionais, provenientes da privatização de posições orbitais destinadas a satélites de comunicações.

As aplicações espaciais priorizadas no PNAE estão diretamente relacionadas à solução de problemas nacionais nos campos de observação da terra (agricul-

tura, meio ambiente, recursos naturais e organização territorial), meteorologia, oceanografia, comunicações, geodésia e navegação. A Amazônia tem tido e continuará a merecer tratamento prioritário, devendo-se destacar iniciativas visando estimar as taxas de desmatamento da região, detectar queimadas via satélite e contribuir para o projeto de Zoneamento Econômico Ecológico por meio de sensoriamento remoto. O desenvolvimento de ferramentas de processamento de imagens e de sistemas de informações geo-referenciadas constitui também importante linha de atuação deste subprograma. Outro projeto interessante de aplicação espacial é a im-

2 O SSR é um satélite de sensoriamento remoto nacional de características inovadoras, concebido especialmente para o monitoramento de florestas tropicais, e deverá operar em órbita equatorial.

plantação e operação da rede de plataformas de coleta de dados ambientais, que já inclui cerca de 400 unidades, distribuídas por todo o território nacional e alguns países vizinhos, contribuindo diretamente para a melhoria das operações do sistema hidrelétrico e dos sistemas de previsão do tempo e do clima.

Os esforços nacionais de capacitação em projeto, desenvolvimento e fabricação de satélites iniciaram-se em 1980, tendo por resultado, dois pequenos satélites de coleta de dados, o SCD-1 e SCD-2, lançados com grande êxito em 1993 e 1998, respectivamente. Ambos permanecem operacionais – um feito notável, considerando-se que o SCD-1 foi projetado para uma vida útil de um ano. Em continuidade a esses projetos, encontram-se em fase inicial de desenvolvimento um pequeno satélite de sensoriamento remoto, SSR², e um terceiro satélite de coleta de dados, SCD-3, con-

cebido também para executar outras aplicações específicas de comunicações em órbita baixa. Em 1988, o Brasil e a China iniciaram o desenvolvimento conjunto de dois satélites de sensoriamento remoto (*China-Brazil Earth Resources Satellite – CBERS*).

Desde o início dos anos setenta, o Brasil vem realizando um esforço de longo prazo para capacitação em veículos lançadores de satélites (VLS), tendo como resultado o desenvolvimento de uma bem sucedida família de foguetes de sondagem, denominada Sonda.

A tecnologia desenvolvida para os foguetes de sondagem serviu de base para o subprograma de lançadores de satélites. O VLS-1, primeiro veículo lançador de satélites brasileiro, encontra-se em fase de qualificação. Utilizando apenas combustível sólido, destina-se à colocação de satélites de até 300kg em

Quadro 17

Programa China-Brasil de Desenvolvimento de Satélites (CBERS)

O CBERS (*Chinese-Brazilian Earth Resources Satellite*) é uma associação do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), pelo lado brasileiro, com a CAST (*Chinese Academy of Space Technology*), pelo lado chinês, que objetiva o desenvolvimento de um sistema completo de sensoriamento remoto competitivo e compatível com os padrões mundiais. Incluem-se, em seus objetivos, a concepção, produção e operação de dois satélites de observação da Terra, seus respectivos lançadores e uma estação de controle de solo em cada país participante.

O programa de cooperação teve início em 1988, com a assinatura de um acordo de cooperação tecnológica entre os dois países, e deve concluir-se em 2002 com a colocação em órbita do segundo satélite a partir do lançador chinês "Longa Marcha". O primeiro grande marco do programa foi alcançado com o lançamento do CBERS 1 pelo foguete chinês Longa Marcha, em outubro de 1999. O satélite funciona hoje em regime operacional. O segundo satélite, CBERS-2, encontra-se em fase final de integração e testes no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE.

Esses satélites têm como principais funções inventariar e monitorar os recursos terrestres da China e do Brasil nas áreas de agricultura, cartografia, controle de desmatamento, geologia, hidrografia, meio

ambiente e meteorologia, contribuindo para o gerenciamento e preservação efetivos dos mesmos. Trata-se, assim, de um programa civil que visa dotar o Brasil de autonomia tecnológica para o gerenciamento de seus recursos terrestres. Na consecução deste objetivo, o programa fomentou a produção industrial nacional da área espacial e capacitou o INPE para a concepção, montagem, lançamento e operação de satélites de sensoriamento remoto de grande porte.

O custo total da parte brasileira do programa é estimado em aproximadamente US\$ 100 milhões, distribuídos em 27% para despesas no âmbito do Instituto, 39% para contratos com a indústria nacional, 1% para contratos de P&D com instituições de ensino e pesquisa nacionais e 33% em aquisições e contratos no exterior. O CBERS teve papel decisivo para capacitar tecnologicamente os fornecedores nacionais. Participaram da parte brasileira do programa 24 fornecedores, dos quais 21 nacionais.

Em função do êxito obtido com a construção dos dois primeiros satélites, os governos da China e do Brasil decidiram dar continuidade ao programa de cooperação entre os dois países. Para a nova fase, programa-se a construção de mais dois satélites, os CBERS 3 e 4, estando previsto o aumento da participação brasileira para 50% do custo do projeto.

órbita baixa. Testado em vôo em duas oportunidades em que se verificaram falhas, tem mais dois lançamentos de qualificação programados até 2003, estando prevista a participação mais intensa da indústria nacional nesta fase final do projeto.

O desenvolvimento de lançadores terá continuidade com o projeto de veículo capaz de colocar, em órbita baixa, satélites com massa em torno de 600kg, ocupando nicho com reais possibilidades de mercado. Este veículo utilizará, provavelmente, um motor a combustível líquido, devendo ser objeto de cooperação internacional.

O Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) está sendo implantado desde 1984 e encontra-se atualmente preparado para lançar foguetes de sondagem e veículos lançadores de satélites de pequeno porte. A posição geográfica do CLA – localizado muito próximo à linha do equador, em uma península na costa do Maranhão – aumenta as condições de segurança e permite economia de combustível, tornando-o atraente para o lançamento de satélites estrangeiros em bases comerciais, um mercado novo e bastante promissor.

Em que pesem os resultados positivos, deve-se notar que na década de noventa o INPE e os programas de veículos lançadores sofreram um processo de perda de recursos humanos qualificados e de desatualiza-

ção dos laboratórios e parques tecnológicos. Isto aconteceu em parte pelas condições de financiamento já mencionadas. A reversão deste processo já foi iniciada pelas várias iniciativas aqui citadas, que deveriam constituir-se em prioridades para o futuro próximo.

• Ações em CT&I na área espacial

É possível identificar um conjunto de ações em CT&I para o fortalecer o desenvolvimento tecnológico e a capacidade de aprendizagem para inovação no setor aeroespacial: i) concentração dos esforços governamentais em programas de longo prazo de desenvolvimento tecnológico nacional; ii) expansão, manutenção e adequação da infra-estrutura necessária para o setor; iii) apoio e fomento das atividades tecnológicas que privilegiem ou produzam condições de isonomia competitiva às fornecedoras nacionais frente aos seus concorrentes estrangeiros, inclusive em programas de normalização e certificação; iv) incentivo à participação empresarial no financiamento de sistemas espaciais destinados à prestação de serviços em bases comerciais; v) utilização da política de compra governamental por meio de programas cooperativos e transitórios, estimulando a formalização das interações de aprendizado e eficiência coletiva entre os agentes; vi) promoção do adensamento da rede local através do fortalecimento das relações de cooperação tecnológica, extraindo vanta-

Tabela 2: Participação Econômica do Setor Aeroespacial

	1996	1997	2000	2002
PIB Industrial (US\$ bilhões)	317	277,7	321,4	362
Faturamento Setor Aeroespacial (US\$ bilhões)	0,6	1,2	3,2	4,2
Participação do Setor no PIB Ind. (%)	0,22	0,44	1,00	1,16
Exportação (US\$ bilhões)	0,2	0,7	2,8	3,1
Nível de Emprego	6.500	8.000	14.000	20.000

Nota: Projeções simuladas com base nas informações fornecidas pelo IBGE, IPEA, AIAB e Embraer.

gens logísticas do efeito de aglomeração espacial; vii) estímulo às atividades de pesquisa e desenvolvimento mediante a constituição de laboratórios em empresas que disponham de capacidade inovadora bem como do incentivo à utilização compartilhada, por tais empresas, das infra-estruturas laboratoriais das instituições governamentais; viii) fomento de centros, instituições e escolas técnicas de formação profissional, especialização técnica e de nível superior; ix) promoção da modernização do arcabouço institucional e revitalização das instituições governamentais do setor, particularmente o INPE, o CTA, o CLA e o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno – CLBI; x) promoção de projetos de cooperação no âmbito da ciência, das aplicações e da engenharia, bem como da tecnologia de sistemas espaciais, privilegiando parcerias com países em estágio de desenvolvimento semelhante ao do Brasil, nas quais as relações de troca possam ser equilibradas e mutuamente benéficas; xi) promoção da constituição e consolidação de núcleos universitários atuantes no desenvolvimento e na utilização da ciência e das tecnologias espaciais.

Tecnologia aeronáutica

O desenvolvimento da indústria aeronáutica no Brasil, de forma articulada, como já referido, começa na década de quarenta, com a criação do Centro de Tecnologia Aeronáutica (1945) e do seu primeiro instituto, o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), que contou na sua origem com a cooperação de professores do *Massachusetts Institute of Technology (MIT - EUA)*. Em 1971, foi criado o INPE, e dois anos após deu-se a fundação da Embraer. Talvez este seja um caso exemplar e pioneiro de política de desenvolvimento de um Sistema Local de Inovação ou até mesmo de um "cluster construído" por políticas públicas articuladas.

Este Pólo de Desenvolvimento de Pesquisa e Tecnologia gerou resultados extremamente positivos. Em 1994, quando a Embraer foi privatizada, já havia produzido mais de 2.500 aeronaves e faturado mais de US\$10 bilhões. Ela é hoje a quarta maior empresa do mundo no setor aeronáutico e o maior exportador individual do País.

Em 2000, o Setor Aeroespacial Brasileiro foi responsável pelo faturamento de US\$3,2 bilhões, sendo 74% desse total gerados no mercado externo, e pelo emprego de cerca de 20 mil trabalhadores, dos quais 14 mil em empregos diretos. Os gastos médios anuais em P&D do setor nos últimos cinco anos giram em torno de 8% do faturamento das empresas, bastante superior à média nacional da indústria de transformação.

Em 1999, foram investidos pela Embraer US\$83 milhões em P&D. Neste mesmo período, cerca de 1.000 pessoas se dedicavam a atividades de P&D. A empresa é o principal exemplo do potencial econômico da tecnologia aeronáutica. As vendas de 480 unidades de cada tipo de aeronave ERJ-145 e ERJ-135 gerará um valor de aproximadamente US\$13 bilhões e milhares de postos de trabalho.

A vinda de fornecedores da empresa para o Brasil, o aumento da produção nacional de componentes importantes dos aviões produzidos pela empresa, inclusive no setor de aviônica, e a continuação do esforço de P&D em redes cooperativas com universidades e centros de pesquisa completam o quadro positivo da evolução da indústria aeronáutica brasileira.

Tecnologia nuclear

A manutenção de uma capacidade científica e tecnológica própria na área nuclear é crítica para o desen-

volvimento de competências na fronteira da utilização da energia nuclear para geração de eletricidade, assim como para a identificação de novas oportunidades tecnológicas e novas demandas de aplicação nuclear na medicina, agricultura, recursos hídricos, monitoração do meio ambiente, processos industriais e em novos materiais. Assim, diretrizes para os diferentes campos devem ser estabelecidas, incluindo aquelas referentes à formação, capacitação e aperfeiçoamento dos recursos humanos necessários ao completo desenvolvimento do setor, o que obrigatoriamente inclui a segurança das atividades, a proteção da população, dos trabalhadores e do meio ambiente, e têm como premissas básicas a transparência e garantia do uso pacífico da energia nuclear.

Quadro 18 **Aplicações de larga escala de técnicas nucleares no Brasil**

Dentre as aplicações de larga escala de técnicas nucleares no Brasil, a mais visível é a medicina nuclear para diagnóstico e terapia de diversas doenças, cujo número de procedimentos médicos realizados em 2.000 foi da ordem de 1,7 milhões e que cresce anualmente a uma taxa de 12 a 15%. No segmento industrial de irradiação, há no País 6 irradiadores gama comerciais de grande porte e vários outros de pequeno porte que são utilizados para a esterilização de produtos médico-cirúrgicos e tecidos humanos e também para a melhoria de qualidade sanitária de produtos fitoterápicos, especiarias, frutas e alguns ingredientes alimentícios. Os aceleradores industriais de elétrons são usados, principalmente, para melhorar as propriedades de materiais poliméricos particularmente os isolantes de fios e cabos e componentes de pneus. Outra aplicação bastante difundida é a gamagrafia, aplicada por mais de 20 empresas prestadoras de serviços utilizando-a nos ensaios não destrutivos, principalmente, na indústria petrolífera e química. No campo dos recursos hídricos, estas técnicas avaliam o movimento das águas subterrâneas e o potencial dos aquíferos para o abastecimento da população. Na produção do petróleo são empregadas para otimizar a exploração dos campos petrolíferos. Os reatores nucleares de pesquisa e aceleradores de partículas possibilitam a produção de radioisótopos e a irradiação de amostras que viabilizam inúmeras técnicas nucleares. A técnica de análise por ativação possui grande seletividade, sensibilidade e exatidão, tornando-a muitas vezes única em aplicações nas áreas da saúde, meio ambiente e estudos de materiais.

• **Energia nuclear**

O desafio energético será responsável por mudanças consideráveis no desenvolvimento global no futuro próximo e por novas fontes de energia ou pela utilização otimizada, segura e ambientalmente aceitável das atuais, o que demandará esforços da Ciência e Tecnologia para satisfazer os requisitos da sociedade. Os combustíveis fósseis (óleo, carvão e gás) continuarão sendo utilizados de forma intensiva, e as energias renováveis, tais como a hidroeletricidade e a biomassa, prevalecerão como fontes de energia elétrica não-fóssil. A energia nuclear, via fissão térmica, ocupa um espaço considerável na matriz energética mundial (17%). Atualmente, existem 438 reatores nucleares em operação e 31 em construção. Em países como a França, Bélgica, Ucrânia e Lituânia, a geração núcleo elétrica é a predominante (acima de 70%), e países como o Japão, China, Coreia e Índia possuem programas nucleares de grande porte para o curto, médio e longo prazos. Os EUA, que possuem o maior parque nuclear mundial (104 reatores, 97.411 MWe), onde não se instalavam novos reatores desde fins da década de setenta, estão revertendo sua posição e manifestaram internacionalmente a decisão da retomada da construção de novas centrais nucleares, bem como dos programas de P&D visando à geração futura de reatores nucleares (*Nuclear Energy Research Initiative - NERI, Generation IV* etc). A maior ou menor participação de cada uma dessas fontes de energia estará condicionada ao seu desempenho ambiental, principalmente à emissão de gases causadores do efeito estufa, notadamente CO₂, à aceitação pública e à competitividade e aos riscos financeiros. Além da geração de eletricidade, a tecnologia nuclear apresenta um diversificado e importante papel nas áreas da saúde, indústria, engenharia e meio ambiente.

O Brasil possui duas usinas nucleares em operação: Angra I e Angra II, responsáveis pelo fornecimento de aproximadamente 1960MWe de eletricidade ao sistema interligado da região Sudeste. Estas usinas são operadas pela Eletronuclear, que atualmente investe na melhoria do desempenho operacional de Angra I (626MWe) através de um programa de gestão de envelhecimento. Aguarda autorização a construção de uma terceira, Angra III, para a qual já foram adquiridos 70% dos equipamentos, realizado 95% do projeto e também parte dos trabalhos de infra-estrutura. A viabilização da construção de Angra III consolidará a implantação da indústria nuclear no Brasil. Para atender à demanda de combustível a longo prazo, o País já é detentor da sexta reserva mundial de urânio, embora a maior parte de seu território não tenha sido prospectada. Atualmente o País continua contratando, no exterior, os serviços de conversão, por conveniência econômica, e os de enriquecimento de urânio, até que fiquem prontas as instalações industriais de ultracentrifugação, ora em construção em Resende. Em um horizonte de médio e longo prazos, o Brasil tem especial interesse nos temas relacionados aos reatores e ciclos de combustível de quarta geração, com instalações de concepção intrinsecamente segura, que minimizam a produção de rejeitos, aumentam a eficiência do combustível e permitem a utilização do tório.

Além de fonte de eletricidade, a energia nuclear tem diferentes aplicações na agricultura, medicina e indústria. A exigência de esterilização de certos produtos comercializados no mercado mundial tende a crescer e tornar-se obrigatória. Da mesma forma, a aceitação de produtos de uso hospitalar esterilizados por irradiação já é amplamente difundida e aceita pela sociedade, o que ainda não ocorre com a aplicação desta mesma metodologia de esterilização para produtos alimentícios. Novos desenvolvimentos

ocorridos na área médica são baseados em aplicações de tecnologia e energia nuclear, ampliando o campo e possibilidades de utilização.

• Ciclo do combustível nuclear no Brasil

Graças, em grande parte, a um intenso esforço de desenvolvimento tecnológico próprio, coordenado pela Marinha do Brasil (Copesp – Coordenadoria de Projetos Especiais), o País domina hoje etapas sofisticadas do ciclo de combustível nuclear, em particular, o processo de enriquecimento isotópico de urânio por ultracentrifugação. Isto torna o Brasil potencialmente independente da tecnologia de outras nações em todo o ciclo do combustível, sendo um exemplo notável da capacidade nacional de dominar tecnologias estratégicas para o futuro do País.

As Indústrias Nucleares Brasileiras (INB) detêm a tecnologia e completaram as instalações para todas as etapas industriais economicamente significativas e necessárias para a produção do combustível para as centrais nucleares, desde a reconversão do hexafluoreto de urânio, a fabricação de pastilhas de combustível, a fabricação dos componentes e a montagem do elemento combustível. O enriquecimento isotópico de urânio, empregando a tecnologia brasileira de ultracentrifugação, teve implantação em escala industrial iniciada em 2001, e seu primeiro módulo deverá começar a operar nos próximos anos. Considerando-se o preço por tonelada de urânio contido, o valor comercial do combustível, na sua forma final, é cerca de trinta vezes maior que o do minério. Hoje a maior parte desta agregação de valor é feita na INB, pois a parcela nacional responde por, aproximadamente, 60% do valor final do produto. Com a implantação da unidade industrial de enriquecimento isotópico, cuja capacidade prevista alcança 50% das necessidades atuais, a parcela nacional

passará a ser de 78% no combustível de Angra I e Angra II. Em termos de produção, as instalações atuais têm capacidade para suprir o dobro das necessidades requeridas pelas usinas atuais.

• **Pesquisa em energia nuclear**

A pesquisa e desenvolvimento da tecnologia e aplicações nucleares é realizada, principalmente, nos institutos da CNEN, que foram recentemente incorporados ao MCT, complementando assim a base de infra-estrutura de pesquisa avançada e estratégica para o País. Existem, ainda, alguns programas específicos que são realizados no Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTM-SP). Igualmente, o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), da USP, localizado em Piracicaba, dedica-se à pesquisa de aplicações nucleares na agricultura. Uma expansão da competência nuclear no País, entretanto, exigirá o maior envolvimento de universidades e centros de pesquisa, nos programas de interesse estratégico que venham a ser formulados.

Uma discussão das diretrizes estratégicas para o setor deveria contemplar, entre outras questões, a geração núcleo-elétrica; conservação e expansão do parque gerador no País e disposição dos rejeitos radioativos; a revisão da legislação referente aos minérios radioativos; domínio do Ciclo do Combustível, tendo como prioridade de curto prazo a concretização da usina de enriquecimento de urânio (Marinha – INB).

No campo das aplicações das técnicas nucleares, dever-se-ia: i) assegurar a disseminação e ampliação do uso de todas as técnicas já dominadas pelo País; ii) manter o contínuo aperfeiçoamento dos segmentos em que já se alcançou o patamar dos países mais avançados; iii) acelerar o desenvolvimento daquelas aplicações já identificadas como de alto valor agregado e que ainda

não são dominadas; iv) manter um processo contínuo de prospecção e contato com os centros mais avançados, visando identificar a direção de novos rumos das pesquisas de maior potencial para aplicação no Brasil.

The background features a complex, abstract design. On the left side, there is a grid of small squares that appears to be curving and receding into the distance, creating a sense of depth. Interspersed within this grid are several bright, glowing points of light. On the right side, there are several parallel, slightly curved lines that resemble light rays or a perspective view of a surface, extending from the top towards the bottom. The overall color palette is monochromatic, consisting of various shades of gray and white.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
DESAFIOS INSTITUCIONAIS

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

DESAFIOS INSTITUCIONAIS

Um dos maiores desafios para a incorporação de Ciência, Tecnologia e Inovação à agenda da sociedade brasileira é de ordem institucional. Modernamente, conceituam-se instituições não apenas como organizações formais, firmas, órgãos governamentais e associações de fins diversos, mas também regras, normas, rotinas e procedimentos, formais ou não. A rigor – e em um sentido mais abrangente, mas nem por isso menos preciso e relevante – até mesmo atitudes, hábitos e elementos de natureza cultural formam a concepção mais ampla de instituições.

Diretrizes estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação terão de ser forçosamente ousadas, em face da magnitude do que está em jogo – as opções do futuro da sociedade brasileira. Mais ambiciosas e criativas ainda terão de ser as formas de enfrentar os desafios institucio-

nais, se quisermos atingir boa parcela dos objetivos a serem fixados para a próxima década.

Como assinalam os especialistas, a inércia é uma característica básica das instituições. E é exatamente por isso que os anseios de mudança de uma sociedade só se poderão realizar se forem engendradas transformações institucionais. Neste sentido, os desafios institucionais são aqueles que remetem ao processo de transformação que se quer implementar, lidando assim com variáveis mais ou menos controláveis.

O Brasil passa por uma transição em seu marco institucional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Como vimos no início deste Livro, essa transição requer a incorporação de novos atores e arranjos institucionais que vêm juntar-se às estruturas típicas de Ciência e Tecnologia. Falar em construir sistemas de inovação e em construir uma sociedade para o aprendizado é, ao mesmo tempo, falar na necessidade de uma nova institucionalidade no campo de CT&I.

Em linhas gerais, o País possui um aparato de instituições de pesquisa científica e tecnológica complexo e sedimentado sobre bases razoavelmente sólidas. Computadas as organizações públicas (federais e estaduais, estatais e não estatais) e privadas (com e sem fins lucrativos) de pesquisa, desenvolvimento e serviços em ciência e tecnologia, registram-se mais de duas centenas de instituições em plena atividade e produzindo conhecimento com extraordinário potencial de repercussão no aparato produtivo e nas condições de vida da população. E, embora com distribuição geográfica desigual, estão presentes em todas as regiões do País.

Nenhuma outra nação do continente latino-americano apresenta números próximos a estes, mesmo tendo-se em conta as diferenças de tamanho e po-

“A continuidade e efetividade das pesquisas em C&T exigem novo arcabouço legal. Há que atualizá-lo, inclusive porque a lógica do trabalho em C&T tende sempre a se diferenciar da lógica com a qual opera a maioria da burocracia estatal. Em C&T há necessidade crescente de se trabalhar de forma mais flexível. Há também que aperfeiçoar a gestão: é necessário que em C&T se passe a operar mais por resultados, com maior transparência e seguindo de perto a evolução das próprias prioridades.”

*Alberto Duque Portugal,
Embrapa*

“Há pouca probabilidade de se atrair potencial externo de pesquisas; o capital externo ingressa mais atraído pelo mercado doméstico brasileiro. Cabe gerar novos vínculos entre Universidades, Institutos de Pesquisa e empresas nacionais para desenvolverem trabalhos de fato em conjunto (e não mais “em sequência”, como se pensava fazer no passado).”

*Guilherme Emrich,
Biobras*

pulação. Mais do que isto, o Brasil caminha na direção de incrementar consideravelmente seu aparato de CT&I, por vários motivos, mas, principalmente pela recente entrada em cena dos recursos para pesquisa provenientes dos fundos setoriais (ver discussão sobre os fundos adiante).

A trajetória das instituições de CT&I, embora virtuosa para formação de quadros e para geração e adaptação de conhecimento, esteve pouco articulada a duas funções vitais para integrar, efetivamente, a Ciência e a Tecnologia no desenvolvimento social e econômico do País: a articulação com o setor produtivo e a participação, na medida necessária, na solução dos problemas sociais do País.

Esta é uma apreciação geral, um tanto sumária, da situação da Ciência e da Tecnologia no Brasil. É sumária porque separa elementos que estão de uma forma ou de outra associados. Por exemplo, as contribuições feitas pelas organizações de pesquisas agrícola no País (Instituto Agronômico de Campinas, Embrapa, Instituto Agronômico do Paraná, Instituto de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco, entre outras), além de terem-se pautado por forte integração com a produção agropecuária nacional, serviram para legitimar, frente à sociedade, o papel de CT&I para o desenvolvimento da agricultura. Outro exemplo clássico está no setor saúde, no qual organizações seculares de pesquisa, como o Instituto Butantã e a Fiocruz, desenvolveram vacinas, soros e outros produtos absolutamente essenciais para o desenvolvimento econômico e social. Vários outros setores, onde houve esforço de desenvolvimento nacional próprio – telecomunicações, energia elétrica, ciclo do combustível nuclear, pequenos satélites – também foram bem sucedidos. Infelizmente, alguns desses esforços não tiveram a continuidade institucional de

longo prazo necessária para ultrapassar os patamares iniciais de êxito. Finalmente, somente para lembrar o papel das instituições de ensino e pesquisa na formação de recursos humanos altamente especializados, pode-se indicar que, sem o Instituto Tecnológico da Aeronáutica e várias outras faculdades de engenharia, a Embraer e a Petrobras não ocupariam, hoje, posição de relevo na produção de aviões e na exploração de petróleo.

Não é correto, portanto, afirmar que inexistiu articulação entre ensino e pesquisa, de um lado, e inovação e empresas, de outro; tampouco se pode asseverar de forma tão categórica que sempre houve distanciamento das trajetórias do aparato de pesquisa em relação às necessidades de desenvolvimento socioeconômico da sociedade brasileira. Entretanto, houve um distanciamento progressivo de muitas dessas organizações em relação ao papel que hoje Ciência e Tecnologia devem cumprir.

Assim, no que concerne aos desafios institucionais, há quatro conjuntos de questões principais a enfrentar:

- i) entendimento do que significa a construção de sistemas de inovação e seus diversos componentes – arranjos locais, regionais, setoriais, cadeias etc.;
- ii) identificação do que vem a ser uma integração dos vários atores que compõem os sistemas de inovação, visando a sua articulação progressiva;
- iii) revisão das funções públicas do Estado no que diz respeito às ações e políticas voltadas a CT&I;
- iv) proposição do que vem a ser a nova agenda para Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil na próxima década. Esta última questão deverá ser o objeto dos debates decorrentes do Projeto de Diretrizes Estratégicas ora em curso, no qual se insere, entre outras etapas, a Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

A ORGANIZAÇÃO PARA CT&I E O MARCO INSTITUCIONAL

A questão fundamental é a de definir quais os aparatos institucionais que devem ser desenvolvidos para que Ciência e Tecnologia se integrem, de maneira mais eficiente, eficaz e efetiva, nos sistemas produtivos e no cotidiano das sociedades de maneira geral. Articulação e coordenação de atores, criação de instrumentos de incentivos os mais variados, enquadramento do aparato de pesquisa em uma perspectiva e em um contexto mais amplos, entre outros elementos, são pontos a serem discutidos. A preocupação central é a identificação de formas organizacionais mais apropriadas para o surgimento e a difusão de novas tecnologias. O fosso tecnológico entre países não se deve apenas à escala das atividades de P&D, ao nível das atividades de invenção e inovação, ou mesmo à presença eventual de *clusters* de inovação¹; são fundamentais as mudanças institucionais no sistema de inovação, as novas formas de organização da produção, dos investimentos e do *marketing*, assim como as novas combinações entre invenção e empreendimento.

O que se percebe hoje é a possibilidade de uma nova referência institucional, com maior integração dos interesses políticos, acadêmicos e industriais na condução, gestão e regulação da pesquisa. A noção de sistemas de inovação – em seus variados arranjos – pro-



¹ *Clusters* de inovação são aglomerados de empresas, em geral industriais, que interagem intensamente em parcerias, subcontratação e contratos de co-desenvolvimento, gerando assim forte capacidade de inovação em produtos e processos.

cura justamente colocar em pauta essas dimensões, mostrando a necessidade de articulação entre condições institucionais direta e indiretamente ligadas à CT&I.

Não são apenas novas tecnologias e disciplinas que revolucionam os conceitos tradicionais de conhecimento; de forma mais intensa, o que se vê são novas formas de produzir, aplicar e valorizar o conhecimento. Ciência e Tecnologia são crescentemente avaliadas desde as suas prioridades até suas consequências sobre a economia e a sociedade em geral.

Ao mesmo tempo em que surge uma gama mais ampla de agentes que criam e se utilizam de conhecimento como sua atividade-fim (além dos tradicionais, como as universidades, institutos públicos e laboratórios industriais), são estabelecidas redes entre estes agentes, que buscam a diferenciação simultânea, dentro dos campos e áreas de estudos, tornando-se cada vez mais especializados em determinado tipo de saber. Assim, o novo padrão técnico-científico tem como marca a crescente manifestação da criatividade como fenômeno coletivo, no qual as contribuições individuais são reunidas e submetidas como parte de um processo comum de geração de conhecimento. Novos agentes de pesquisa são dotados de maior flexibilidade visando novos arranjos contratuais.

Exatamente por se tratar de um fenômeno coletivo, é importante atentar para um ponto fundamental: a diversidade institucional, de interesses e cultural dos atores envolvidos. Falar em sistemas de inovação, em redes ou mesmo em programas tecnológicos integrados, é lidar com atores os mais variados, desde aqueles diretamente envolvidos com atividades de P&D até agentes econômicos produtivos, financeiros e comerciais, instituições de fomento, formuladores de políticas etc. A diversidade aparece, portanto,

entre esses atores, assim como intracategorias. Universidades, institutos de pesquisa, agentes econômicos, órgãos formuladores de políticas, agências de fomento, agências reguladoras e seus membros são instituições igualmente heterogêneas entre si.

Coloca-se, assim, a necessidade de mecanismos participativos e de coordenação que não são triviais no sistema nacional de CT&I, que esteve até hoje muito centrado nas instituições de P&D e de ensino. Entre os desafios institucionais está, portanto, a adequação dos instrumentos de planejamento e gestão para contemplar essa diversidade, desde a definição de prioridades, até os mecanismos de avaliação e legitimação das ações voltadas à organização de sistemas de Ciência, Tecnologia e Inovação e de seus componentes.

É crescente a preocupação com os impactos que os avanços em Ciência e Tecnologia têm sobre a sociedade e sobre a economia, e isso é espelhado no aumento do interesse público sobre o apoio aos programas de pesquisa e das discussões quanto a seus resultados. Agentes até agora não contemplados nos sistemas de Ciência e Tecnologia começam a influenciar, de forma crescente, a definição dos problemas, a priorização de atividades e os rumos da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico.

Dada a amplitude do problema, não cabe – pelo menos para o caso brasileiro – querer desenhar todas as características do aparato e instituições vinculadas a CT&I em um sistema nacional. Do ponto de vista das políticas e do planejamento, um sistema nacional ergue-se a partir da capacidade de criar e organizar vários tipos de arranjos, considerando oferta, demanda e um quadro tendencial. Esta composição pode e deve ser consubstanciada em um quadro normativo e gerencial de longo prazo.

Por este motivo é que os desafios são tanto de natureza micro como macroinstitucional. No plano macroinstitucional, não se pode perder de vista o papel do Estado e as funções públicas que suas instituições e organizações devem exercer.

Um Estado menos empreendedor (no sentido de produzir diretamente bens e serviços) e mais regulador é a tônica da maioria das políticas. Todavia, a experiência de países líderes em CT&I mostra que o Estado regulador não é, na prática, um Estado que se retira do financiamento de Ciência, Tecnologia e Inovação. Muito menos, que abre mão de seu papel de planejador, indutor e coordenador de políticas de incentivo a CT&I e ao desenvolvimento econômico e social.

A reforma institucional, com a privatização ou a abertura para exploração privada de determinados setores e redefinição do papel do Estado, mudou o eixo de sua atuação e está redefinindo seus espaços. Deve-se entender que houve mudança na estrutura do Estado e, mais ainda, na lógica e condicionantes do funcionamento dos mercados. Está completamente superada a questão de o Estado dever ou não interferir no funcionamento da economia. Atualmente a questão relevante diz respeito à forma e aos mecanismos de intervenção e regulação, a como articular esforços e produzir sinergias entre os setores público e privado, orientando-os para os macroobjetivos do desenvolvimento sustentável.

Documento recente da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) aponta o papel central das políticas públicas em aumentar a quantidade, a qualidade e o acesso a elementos fundamentais para o desenvolvimento econômico e social sustentável, por meio de investimentos em P&D, ampliação e qualificação de mão-

de-obra qualificada, aumento do capital social e recursos financeiros. Para tanto, as políticas públicas usam mecanismos diretos e indiretos, tais como promoção do capital de risco, juros baixos, redução de impostos, além de investimentos públicos na formação de ativos intangíveis (qualificação e conhecimento). Outro elemento de política destacado é o apoio a setores econômicos específicos, por meio de políticas direcionadas a pequenas e médias empresas e a regiões ou setores, facilitando o acesso à informação, tecnologia e crédito, *marketing*, canais de exportação e compras governamentais.

Todos esses elementos são, de forma mais ou menos enfática, complementados pelo estabelecimento de novos arranjos jurídicos para as organizações públicas. Este talvez seja um dos pontos mais importantes para os desafios institucionais, precisamente porque traz para discussão a questão crítica da competitividade das organizações públicas de pesquisa. Este tema voltará a ser tratado no item sobre competitividade institucional.



POLÍTICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO: UMA REVISÃO DE INSTRUMENTOS

As mudanças nas políticas de CT&I envolvem movimentos de múltiplas direções: universidades, institutos de pesquisa e agências atuando no espaço do mercado de pesquisa; empresas articulando-se com as organizações públicas; novos requisitos de capacitação e aprendizagem gerencial; criação de instrumentos voltados à articulação de atores e ao aprendizado coletivo (redes, arranjos produtivos, consórcios, plataformas).

Alguns aspectos emergem com maior força neste novo contexto e configuram um conjunto de temas e áreas críticas para as políticas de CT&I, que podem ser resumidos em quatro dimensões: (i) diversificação e ampliação de mecanismos de financiamento; (ii) definição de prioridades e oportunidades; (iii) promoção da articulação entre diferentes atores, substanciados arranjos institucionais coletivos; (iv) aprimoramento de serviços de apoio à inovação.

Diversificação e Ampliação de Mecanismos de Financiamento

Os mecanismos institucionais de financiamento revestem-se de grande importância para a revisão e o desenho de novos instrumentos de política de CT&I. Não se trata apenas do volume de recursos, aspecto em geral acentuado nos debates sobre a atuação do setor público, mas também da adequação dos instrumentos às necessidades dos componentes dos



“Se a Empresa é, por excelência, agente introdutor de inovações, a Universidade é a grande fonte geradora de novos conhecimentos. O Estado tem a responsabilidade de melhorar o processo seletivo e o de criar instituições facilitadoras da geração e difusão de novas tecnologias. Hoje se transita a um novo sistema produtivo e um grande desafio para o Estado é prover mudanças institucionais acordes com esta transição e que, ao mesmo tempo, atendam requisitos de toda a sociedade nacional.”

*João Carlos Ferraz,
UFRJ*

sistemas de inovação. Em um contexto marcado pela restrição de recursos e pela necessidade de responder de forma eficaz às demandas da sociedade, a concepção e operação dos instrumentos de financiamento têm tanta importância quanto o volume de recursos disponível para atividades de CT&I.

Fortalecer o mercado de capitais, prover condições de estímulo ao capital de risco, incentivos fiscais, recursos públicos acessíveis ao setor privado (como anunciados pelos fundos setoriais), além de outros mecanismos discutidos no capítulo de CT&I e Desenvolvimento Econômico, constituem desafios institucionais em várias dimensões. Recursos competitivos, fundos casados, linhas de apoio a centros de excelência, linhas de financiamento de redes e demais arranjos coletivos, financiamento de novas empresas, apoio a pequenas e médias empresas de base tecnológica, apoio à transferência de tecnologia, financiamento de infra-estrutura de pesquisa são instrumentos que vêm tendo ênfase em todo o mundo. Articular os recursos públicos para a promoção da P&D empresarial e para a aproximação dos agentes envolvidos na geração de conhecimento são diretrizes de curto prazo para induzir a organização dos componentes dos sistemas de inovação. A participação do Estado continua a ser fundamental na construção de sistemas de inovação, quer para o financiamento da Ciência e Tecnologia (que tem crescido nos últimos anos) e para a viabilização de empreendimentos de inovação em suas primeiras etapas, quer no fortalecimento de grandes empresas.

No caso brasileiro, há quatro iniciativas públicas que merecem destaque: o Projeto Inovar da Finep (ver capítulo 4); o projeto Pesquisa Inovadora em Pequenas Empresas (PIPE) da Fapesp; os fundos setoriais; o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

PIPE

O PIPE da Fapesp traz duas contribuições importantes em termos de soluções institucionais para o cenário nacional. A primeira é o financiamento direto à empresa por intermédio do pesquisador ligado à empresa. A segunda decorre da primeira, pois o pleito empresarial por recursos públicos dentro do programa passa pela necessidade de a empresa ter em seus quadros pessoal qualificado para pesquisa, estimulando, desta forma, a formação de funcionários-pesquisadores de alto nível (Quadro 1).

Fundos Setoriais

A criação dos fundos setoriais é uma iniciativa que transforma de maneira substantiva o cenário do financiamento e da gestão da pesquisa. Trata-se de uma nova forma de gestão, da pesquisa, que está fundamentada na participação de diferentes atores sociais e no foco em resultados. O volume de recursos previstos para os próximos anos é significativo. O mais importante porém, é que esses recursos representam, de um lado, a possibilidade ímpar de estabilidade para o financiamento de CT&I no País e, de outro, o tratamento orgânico entre pesquisa e empresa, assim como entre pesquisa e demandas da sociedade em geral. A questão central neste momento é justamente a de criar mecanismos institucionais que viabilizem seu uso para a criação de sistemas de inovação e de seus diversos componentes.

Os fundos setoriais constituem uma nova proposta de financiamento sustentado por receitas fiscais adicionais ao orçamento fiscal, derivada da exploração ou concessão de um determinado setor de atividades. Com exceção do Funttel (Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações), os

Quadro 1 Pesquisa Inovadora em Pequenas Empresas - PIPE/Fapesp

O programa foi criado em 1997 e apresenta os seguintes objetivos centrais:

- oferecer incentivo e oportunidades para que pequenas empresas de base tecnológica desenvolvam pesquisa em ciências, engenharias, ou em educação científica e tecnológica de impacto comercial ou social;
- possibilitar que pequenas empresas se associem a pesquisadores do ambiente acadêmico em projetos de inovação tecnológica;
- estimular o desenvolvimento de inovações tecnológicas e ao mesmo tempo viabilizar uma maior aplicação prática de pesquisas realizadas com apoio da Fapesp;
- contribuir para a criação de uma cultura que valorize as atividades de pesquisas em ambientes empresariais, propiciando aumento no espaço de atuação profissional para pesquisadores das diversas áreas do conhecimento.

Organiza-se em três fases:

Fase I, com duração de seis meses, visa à realização de pesquisas sobre a viabilidade técnica das idéias propostas cujos resultados serão o principal critério de qualificação para a fase seguinte (Fase II). O valor máximo financiável nesta fase é de R\$ 75 mil para cada

projeto aprovado.

Fase II, com duração de vinte e quatro meses, caracteriza-se pelo desenvolvimento da pesquisa. Nesta etapa, o valor máximo financiável corresponde a R\$300 mil para cada projeto, sendo as concessões feitas àqueles projetos de maior sucesso na Fase I. Para que os projetos nesta fase sejam financiados, é necessário, além de terem sido bem-sucedidos na fase anterior, que apresentem um “plano de negócios” para a comercialização da inovação resultante, podendo receber orientação do Sebrae-SP.

Fase III, realizada pela própria empresa, ou sob sua coordenação, e tem como objetivo desenvolver novos produtos comerciais baseados nos resultados obtidos nas duas fases anteriores. A Fapesp não dá qualquer tipo de apoio financeiro às empresas nesta fase, mas pode colaborar na obtenção de apoio de outras fontes.

O investimento acumulado na Fase I gira em torno de R\$4,7 milhões. Desse total, 62,7% correspondem aos investimentos nas engenharias, 13,5% correspondem aos investimentos nas ciências agrárias e 6,0% aos investimentos na física. Na segunda fase pode-se constatar que as proporções se mantiveram as mesmas. De um total de R\$7,2 milhões em investimentos, 72,4% foram destinados às engenharias, enquanto 7,6% foram destinados às ciências agrárias e 7,3% do total para a física.

recursos captados são alocados no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), que passou a operar recentemente com mecanismos adequados ao cumprimento dessa finalidade. Antiga reivindicação da comunidade científica foi atendida e, desde março de 2000, os recursos do FNDCT não mais são recolhidos ao Tesouro Nacional ao final de cada exercício fiscal, mantendo seu saldo financeiro disponível para aplicação no próximo exercício. As receitas que alimentam os fundos setoriais têm diversas origens, tais como *royalties*, parcela da receita das empresas beneficiárias de incentivos fiscais, compensação financeira, licenças e autorizações.

Além dos fundos apresentados, a seguir, na Tabela 1, mais quatro estão em negociação e ou

regulamentação: Agronegócio, Saúde, Aeronáutico e Biotecnologia. No total, o aporte dos fundos setoriais deverá representar receita adicional da ordem de mais de R\$1 bilhão ao ano.

Se é desejável que os recursos dos fundos setoriais contribuam para a formação e consolidação de arranjos institucionais para a inovação, então não se pode pensar em operá-los da mesma forma como estão sendo aplicados os recursos públicos para CT&I. As restrições de ordem legal para que os órgãos públicos e seus pesquisadores participem da criação de empresas, de investimentos em tecnologias genéricas, ou mesmo de projetos integrados precisam ser superadas por meio de legislação mais adequada à ampliação da competitividade, do alcance e da flexibilidade do sistema de CT&I.

Ademais, os fundos setoriais colocam uma oportunidade (ou mesmo uma necessidade) de se adotar uma perspectiva de políticas integradas de longo prazo. Dada a natureza eminentemente setorial desses fundos, é plausível que seu uso se dê em estreita ligação com as demandas setoriais das áreas de petróleo, energia, recursos hídricos, telecomunicações, transportes e mineração. Não obstante, a atual necessidade de articulação intersetorial marca um quadro institucional inédito, no qual se destacam grandes empresas nacionais privatizadas, empresas multinacionais, agências reguladoras, centros de pesquisa privados, além de toda a cadeia de fornecedores e usuários.

Juntem-se a este quadro os fundos de natureza não-setorial, como o Verde-Amarelo e Infra-estrutura, e se tem-se um panorama de diversidade institucional, ainda não totalmente definido, que representa um desafio de articulação que exige uma estrutura e uma cultura de gestão adequadas ao funcionamento de um novo modelo de organização das ações de planejamento e fomento em CT&I.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

A iniciativa do MCT de criar o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) vem justamente nessa direção. Encarregado da gestão dos fundos setoriais e de programas do MCT no que diz respeito à prospecção e identificação de prioridades, à promoção da articulação entre os atores e entre políticas, e ao acompanhamento e avaliação de políticos e programas, o CGEE deverá operar de forma integrada com as agências e secretarias do MCT e com os Comitês Gestores dos fundos, além de buscar articulações com órgãos estaduais e municipais, comunidade acadêmica, empresas e demais atores públicos e privados relacionados a CT&I.

Duas ações são particularmente importantes para que os fundos setoriais sejam um ponto de inflexão na política de CT&I do País: criar uma cultura de definição articulada de prioridades de investimento (multissetorial, multiinstitucional e multiatores), e promover a revisão dos instrumentos tradicionais de contratação, com vistas à flexibilidade e agilidade desses instrumentos. São, portanto, diretrizes estratégicas da organização dos fundos setoriais a promoção de mecanismos sistemáticos de planejamento coletivo, a eleição de prioridades, a introdução de novos instrumentos de gestão dos gastos, além do acompanhamento e avaliação dos resultados.

Finalmente, cabe realçar a importância da capacitação para lidar com uma nova realidade de financiamento. Em paralelo à criação de novas fontes, é preciso promover o aprendizado dos diversos atores sobre como usar essas fontes (Quadro 2).

Definição de Prioridades e Oportunidades

As ações de prospecção e de planejamento vêm, crescentemente, retomando a prática da identificação de prioridades e do acompanhamento e avaliação de resultados. Também tem havido o estabelecimento de critérios condicionais para o financiamento, privilegiando aqueles programas que tenham o potencial de atração de recursos privados e garantia de avaliação *ex post*, como forma de assegurar os resultados e justificar o investimento público.

Neste contexto ressurge, com vigor, a prática de levantamento de prioridades e oportunidades de investimento como instrumento fundamental da gestão dos sistemas de inovação. Dentre os diversos modelos implementados em vários países, destacam-se o enfoque metodológico das tecnologias-chave e a

Quadro 2 Encomendas Tecnológicas pelo Setor Público

As encomendas tecnológicas feitas pelo setor público são um mecanismo largamente utilizado em vários países desenvolvidos. Trata-se de uma ação de política que induz o desenvolvimento de produtos ou processos que ainda não estão disponíveis e para os quais há clara demanda (definida segundo diferentes perspectivas, de maneira ampla). Não se trata de uma compra pública tradicional, mesmo porque há risco envolvido, requerendo, portanto, uma decisão política e um arranjo legal específico (que varia entre os países – e os governos de turno).

O exemplo mais comum é justamente o das encomendas militares feitas pelos EUA durante o Pós-Segunda Guerra para firmas, universidades e instituições de pesquisa. Dois elementos caracterizam este modelo: (i) contratos celebrados tanto com grandes firmas, quanto com pequenas e médias empresas; (ii) participação ativa de agências e organizações públicas de pesquisa e um esforço

de difusão dos resultados junto ao setor produtivo. Já na União Européia (UE) os contratos foram principalmente dirigidos a grandes empresas, e o esforço de difusão dos resultados teria sido menos intenso que nos EUA.

Há quatro situações típicas de uso deste instrumento na UE: governo e agências como usuários finais; governo e agências como agentes catalisadores; contratos orientados ao desenvolvimento de conhecimento; contratos para adaptação de tecnologia. Estas formas contratuais seguem sendo utilizadas, com maior ênfase na função catalisadora do Estado, seja para o desenvolvimento de conhecimento novo, seja para a adaptação de tecnologia. Trata-se de um instrumento essencial não apenas para desenvolver produtos e processos, mas principalmente para alavancar o investimento privado articulado com o setor público em áreas de maior densidade tecnológica.

prospecção tecnológica (*Technology Foresight*). Ambos constituem-se de princípios e métodos práticos de levantamento de prioridades que partem da concepção de organização de sistemas de inovação, e sua utilização vem se consolidando como instrumento de planejamento em vários países do mundo (como Japão, Austrália, Inglaterra, França, Bélgica, Hungria, Irlanda, México, Nova Zelândia e Suécia).

O projeto ProspeCTar, de iniciativa do MCT, representa uma experiência singular nesta temática. O objetivo é fazer um amplo, mas dirigido, esforço de identificação de prioridades (Quadro 3).

As questões cruciais da prospecção são as seguintes: transformar as prioridades levantadas em ações efetivas de CT&I; consolidar a prática da priorização como elemento de planejamento, internalizando-a nas instituições de planejamento, fomento e execução de CT&I; criar uma competência no País para a melhoria contínua de métodos de levantamento de prioridades e oportunidades.

Também no campo da avaliação são cada vez mais

freqüentes os contratos temporários com cláusulas de risco, dependentes dos resultados de projetos, programas ou mesmo de instituições. Ou seja, valoriza-se mais o acompanhamento e avaliação dos resultados alcançados que dos procedimentos de gasto. Os contratos de gestão – e outras formas similares – estabelecem um compromisso de desempenho que se coaduna com a implementação de novas formas de financiamento, justamente porque estimulam a busca de maior efetividade e a profissionalização da gestão de projetos, programas e instituições.

Quadro 3 ProspeCTar

O Programa ProspeCTar reúne ações do Ministério da Ciência e Tecnologia que apóiam atividades e projetos de estímulo ao desenvolvimento da prospecção tecnológica no Brasil.

A principal ação do programa é o Estudo ProspeCTar. De abrangência nacional e baseado na metodologia Delphi, o Estudo visa à: (i) construção de uma lista básica de tópicos tecnológicos, sobre a qual decisões e outros estudos nacionais e setoriais poderão ser fundamentados; (ii) adaptação da metodologia para estudos nacionais de prospecção tecnológica, de maneira a que a primeira rodada de consulta seja, ao mesmo tempo, conclusiva e a etapa inicial de um conjunto de outras rodadas; (iii) identificação de uma base de dados para atender às atividades brasileiras de prospecção tecnológica.

A primeira fase do Estudo iniciou a construção da lista de tópicos, testou a metodologia, o conteúdo e a eficiência do programa eletrô-

nico e, mais importante, gerou ampla discussão nacional sobre a prospecção tecnológica, em cima de uma experiência real.

A decisão metodológica de ouvir o maior número possível de pessoas nesta primeira rodada decorreu do fato de ser esta uma fase experimental e justificou-se pela multidisciplinaridade de alguns tópicos, cuja avaliação exigia diferentes tipos de *expertise*, e pela vontade de expor o projeto a sugestões e críticas, para que se consolide como instrumento auxiliar de reflexão e formulação de política de CT&I do Brasil.

Na prática, a participação de 10.938 pessoas que responderam aos questionários agregou uma contribuição crítica de grande valor, à qual somam-se outras opiniões enviadas à coordenação do Estudo. Este material está sendo processado e estudado para compor a base das rodadas adicionais.

Promoção da Articulação entre Diferentes Atores: Arranjos Institucionais Coletivos

Os arranjos institucionais coletivos dizem respeito às políticas que procuram estabelecer quadros favoráveis aos investimentos privados em CT&I, às medidas que estimulem a cooperação entre agentes, à facilitação do trânsito de conhecimentos e recursos entre os agentes, à criação de empresas baseadas em recursos tecnológicos e à participação de agentes privados no estabelecimento de prioridades de investimento. Inclui-se, ainda, a promoção de centros de excelência, medida estimulada em vários países, e que, no Brasil, consubstancia-se em algumas iniciativas governamentais de âmbito estadual e federal (como, por exemplo, os projetos temáticos da Fapesp, o Pronex e os Institutos do Milênio do MCT). Um desafio ao Brasil é também constituir novos centros de excelência que conjuguem recursos públicos e privados.

Outras iniciativas são os centros cooperativos, constituídos com perspectiva mais aplicada que os centros

de excelência. Alguns exemplos marcantes têm sido os Acordos de Pesquisa e Desenvolvimento Cooperativo (Crada) nos EUA e os Centros de Pesquisa Cooperativa (CRC) na Austrália (Quadros 4 e 5).

Cabe também estimular medidas de incentivo para a interação ciência e indústria envolvendo a concessão de subsídios em projetos de pesquisa feitos em conjunto entre universidades ou institutos públicos e indústria, ou ainda para custos de contratação de pesquisadores para unidades industriais, como no Programa de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (RHAE) do CNPq. Outras medidas importantes são aquelas destinadas à colocação de jovens pesquisadores em indústrias, como a criação de cursos de pós-graduação vinculados às atividades industriais com participação e supervisão de universidades.

Outro arranjo coletivo de grande impacto é o de plataformas tecnológicas, que requerem o envolvimento de vários agentes pertencentes a um dado segmento produtivo - por exemplo, uma cadeia produtiva. Esse tipo de arranjo coletivo leva em conta uma complexa

Quadro 4 Acordos de Pesquisa e Desenvolvimento Cooperativos (Crada)

Crada é um acordo de cooperação para a pesquisa e desenvolvimento, seguindo os desdobramentos do *Technology Transfer Act* de 1986. Estes acordos são feitos entre empresas privadas e agências do governo para se trabalhar em projetos conjuntos. As partes colaboradoras concordam em prover fundos, pessoal, serviços, infraestrutura, equipamentos ou outros recursos necessários para a condução de P&D.

O Crada também provê incentivos que facilitam a comercialização de tecnologias desenvolvidas, sendo, assim, importante ferramenta de transferência de tecnologia.

Objetivos: expandir as capacidades tecnológicas dos laboratórios nacionais e assistir a indústria em aplicações comerciais de novas tecnologias criadas em laboratórios nacionais.

Quadro 5 Centros de Pesquisa Cooperativa (CRC)

Os Centros de Pesquisa Cooperativa têm por objetivo maximizar os benefícios da pesquisa por meio do desenvolvimento da articulação entre pesquisadores e usuários de pesquisa nos setores público e privado. O programa dá ênfase ao desenvolvimento de competitividade internacional do setor industrial, bem como a saúde e bem-estar da população. Estimula ainda a educação e o treinamento através do envolvimento de pessoas de fora do sistema universitário com programas educativos bem como oferece cursos e treina-

mentos focados na indústria e em outras áreas estratégicas.

Atualmente, existem sessenta e três projetos CRCs, com um aporte individual de cerca de 2,2 milhões de dólares australianos. Para cada dólar aportado pelo programa, devem ser alocados no mínimo 25 cents por parte dos parceiros. Atualmente, a iniciativa privada contribui com mais de 1 bilhão de dólares australianos aos centros já existentes.

relação usuário-produtor, muitas vezes com diferentes perspectivas setoriais (além das organizações de pesquisa, fornecedores de equipamentos e insumos, produtores, importadores, exportadores etc.). Recentemente, o MCT e a Finep vêm desenvolvendo um programa em associação com várias instituições para promover arranjos produtivos locais a partir da proposição e implementação de plataformas tecnológicas de abrangência regional (Quadro 6).

Ainda na categoria dos arranjos coletivos, é importante assinalar a organização de redes. Há vários formatos possíveis de redes, desde aqueles dedicados ao desenvolvimento de um conhecimento específico, até outros voltados à implantação de uma certa tecnologia – mais acadêmicos ou mais aplicados. Em qualquer caso, as redes permitem algo absolutamente central para o êxito das políticas de CT&I: estimulam fortemente o processo de aprendizado.

Importante exemplo de rede é a Rede Nacional do Projeto Genoma Brasileiro, que tem por objetivo ampliar a competência nacional nas atividades de pesquisa e manipulação de genoma, mediante apoio para infraestrutura laboratorial, formação de recursos humanos e trabalhos multiinstitucionais. A iniciativa anunciada pelo MCT em dezembro de 2000 já envolveu investimentos diretos da ordem de R\$ 8 milhões. A rede é composta por vinte e cinco laboratórios representativos de todas as regiões do País, que deverão realizar, no período de até doze meses, o seqüenciamento do conteúdo genômico da *Chromobacterium violaceum*. Trata-se de uma bactéria encontrada, principalmente, no rio Negro, na região Amazônica, que possui entre 2,8 e 3,2 milhões de pares de base em seu genoma, e que pode ser eficaz no tratamento de algumas endemias, como a doença de Chagas e a leishmaniose. Além disso, apresenta potencial para produção de polímeros plásticos bio-

Quadro 6 Plataforma Tecnológica

“Plataforma Tecnológica” deve ser entendida mais como uma metodologia, um processo de comunicação e negociação entre todos os atores envolvidos no desenvolvimento tecnológico e no processo de inovação, do que como um programa de governo. Trata-se de um instrumento útil para alcançar múltiplos objetivos, entre os quais: (i) identificar problemas tecnológicos dos diversos setores (definir pautas de CT&I); (ii) gerar demandas por projetos cooperativos para resolver problemas identificados pelos atores que integram uma cadeia ou *cluster* produtivo, para os quais a ação “espontânea” do mercado é pouco eficaz e cuja solução exige coordenação entre os agentes. Portanto, o processo de “plataforma” envolve, pelo menos, os seguintes momentos:

- (i) criação de contexto (problematização) ou construção de cenários sobre o setor escolhido;
- (ii) conhecimento e identificação de problemas tecnológicos específicos;
- (iii) motivação (persuasão) dos atores para resolver problemas e aproveitar oportunidades identificadas;
- (iv) geração de demanda por projetos cooperativos;
- (v) negociação entre todos os atores envolvidos para resolução dos problemas identificados.

degradáveis. O Centro de Bioinformática que centralizará e processará as informações produzidas pela Rede será o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).

Outro exemplo recente de arranjo coletivo é a constituição da rede ONSA para seqüenciamento genômico, cuja concepção inédita permitiu estabelecer um processo de aprendizado coletivo eficaz no Brasil (Quadro 7).

Os Institutos do Milênio, ora em implementação pelo MCT, também caminham na direção da criação de arranjos coletivos que organizam redes de pesquisa e inovação, abrangente e diversificada em termos dos atores participantes (Quadro 8).

Serviços de Apoio à Inovação

A construção de sistemas de inovação completa-se pela implementação de um conjunto de serviços que dão a necessária coesão às ações de inovação propriamente ditas. Dentre esses serviços, destacam-se a informação para CT&I e a capacitação no uso de propriedade intelectual, ambos dependentes da existência de infra-estrutura de comunicação e de clara política de acesso.

Informação para CT&I

Abrange serviços, que compreendem desde a informação bibliográfica até a informação sobre patentes, fontes de financiamento, entre outras. O Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica (Ibict), fundado na década de cinquenta, com missão de coletar, produzir e disponibilizar informação, além de empreender ações de pesquisa e ensino em ciência da informação, é um dos principais marcos institucionais desta temática no País.

Dois conjuntos complementares de informação devem ser mencionados no apoio às ações de inovação: o primeiro diz respeito ao empreendedorismo; o segundo à formulação e implantação de políticas. Quanto ao primeiro, diversos países têm implementado arranjos institucionais voltados à preparação e disponibilização de informação para a inovação, incluindo elementos de inteligência competitiva, tais como fontes de financiamento, identificação e localização de competências e oportunidades (elementos essenciais para a organização de redes e demais formas coletivas de organização da inovação), localização e acesso à informação sobre mercados, localização e assessoramento para proteção da propriedade intelectual, transferência de tecnologia, banco de consultorias técnicas, entre outros.

Esse conjunto de informações pode ser produzido e divulgado por vários tipos de arranjos institucionais, públicos ou privados. Pode-se propor tanto instituições especializadas (como é o caso do Ibict), como arranjos complementares ligados a instituições de pesquisa, agências governamentais, fundações, associações de empresas e outras. Dada a diversidade de temas e a especificidade que muitos deles apresentam, é preciso que a construção desses arranjos insti-

tucionais seja feita de forma coordenada, com vistas à divisão de tarefas que contemple todos os assuntos e facilidades necessários.

O segundo conjunto de informações diz respeito à formulação de políticas. Embora este também seja um tema amplo, vale concentrar esforços sobre o levantamento de indicadores macro sobre CT&I.

Quadro 7 Rede ONSA

ONSA: O consórcio que colocou o Brasil no cenário internacional da genômica

No início de 1997, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) deu início a um programa de pesquisa em genômica, com o objetivo de impulsionar a biotecnologia no estado, sobretudo na área agrícola.

Entre maio e agosto de 1997, após ouvir pesquisadores em biologia molecular e bioinformática, e, ainda com base em programas em implementação no CNPq, a Fapesp estruturou a rede ONSA (*Organization for Nucleotide Sequence and Analysis*) com a missão de seqüenciar o genoma completo da bactéria fitopatogênica *Xyllela fastidiosa*, agente causal da clorose variegada do citrus, que infecta 30% dos laranjais paulistas, causando danos estimados em US\$ 50 milhões/ano. A rede ONSA iniciou com vinte e três laboratórios de seqüenciamento localizados em três universidades estaduais paulistas (USP, Unicamp e Unesp), no Instituto Agronômico de Campinas, no Instituto Biológico e em três universidades privadas: Univap, Unaerp e Universidade de Mogi das Cruzes. Um laboratório de bioinformática foi instalado na Unicamp.

Cerca de 180 pesquisadores, estudantes e técnicos participaram do esforço de seqüenciamento da *Xyllela*. A rede ONSA passou a ser compreendida como um Instituto Virtual, cujos pesquisadores, espalhados pelas diversas instituições do estado, participavam do projeto produzindo as seqüências e discutindo os resultados através da internet. Uma estrutura robusta e inédita foi estabelecida pelo laboratório de bioinformática, permitindo um ambiente de trabalho e aprendizado sem precedentes na história da ciência brasileira.

Graças a uma logística estabelecida pela Fapesp para aquisição de equipamentos e reagentes, em janeiro de 1998 os seqüenciadores de DNA começaram a ser instalados e, em março do mesmo ano, as seqüências começaram a ser depositadas no banco de dados. Em novembro de 1999 o genoma da *Xyllela* já estava virtualmente fechado e em fevereiro de 2000 a seqüência estava completa com o mais alto grau de qualidade até então conseguido em um projeto genoma. Em março de 2000 completava-se a identificação e anota-

ção de todos os genes da *Xyllela* e em julho a publicação estava estampada na capa da revista Nature como primeiro microorganismo fitopatogênico a ser seqüenciado. Em agosto de 1998, devido ao bom caminhar do projeto *Xyllela*, a rede ONSA lançou mais três projetos: o genoma da cana-de-açúcar, o genoma humano do câncer, destinados a seqüenciar genes expressos (ESTs - *expressed sequence tags*), e o genoma da *Xanthomonas citri* - bactéria causadora do cancro cítrico. Novos grupos foram integrados à rede ONSA e, no caso do projeto genoma da cana, grupos de Pernambuco, Alagoas, Rio Grande do Norte, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná foram incorporados para participar das análises dos genes seqüenciados.

A rede ONSA está conduzindo oito projetos de seqüenciamento e análise funcional de genomas de plantas e microorganismos de interesse para a agricultura nacional. Um desses projetos foi contratado pelo Departamento de Agricultura Americano (USDA) para seqüenciar o genoma da *Xyllela fastidiosa* causadora da doença de Pierce, que tem trazido enormes danos aos vinhedos da Califórnia. Além disso, o USDA contratou a Rede ONSA no final de maio de 2001 para fechar e anotar o genoma de outras duas *Xyllelas* parcialmente seqüenciadas pelo *Joint Genome Initiative* do Departamento de Energia Americano e realizar um estudo comparativo dos genomas das *Xyllelas*. Esse projeto confirmou a liderança mundial da rede ONSA na genômica de patógenos vegetais.

Até o momento a Rede completou o seqüenciamento das bactérias *Xyllela fastidiosa*, causadora da CVC; *Xyllela fastidiosa*, causadora da doença de Pierce; *Xanthomonas citri*, causadora do cancro cítrico; *Xanthomonas campestris*, causadora de doenças em várias espécies de plantas; e *Leifsonia xyli*, causadora do raquitismo em cana-de-açúcar.

Atualmente a rede ONSA envolve cerca de quinhentos pesquisadores, estudantes e técnicos e firma a posição de um dos maiores Institutos Virtuais na pesquisa genômica mundial.

Quadro 8 **Programa Institutos do Milênio**

O Programa Institutos do Milênio é um programa do MCT no âmbito do PADCT III.

Em sua formulação, os Institutos do Milênio devem representar propostas que sejam inovadoras em uma multiplicidade de aspectos: quer em sua abordagem temática, que se supõe seja o de caráter multi e interdisciplinar; quer em sua concepção organizacional, que deve prever novos arranjos institucionais capazes de superar as tradicionais divisões acadêmicas entre disciplinas ou áreas do conhecimento, de formar parcerias entre o setor público e o privado, e de articular redes de competências de âmbito nacional e internacional. A inovação deve ser a marca dos Institutos do Milênio, seja no estabelecimento de novas técnicas nas atividades de pesquisa básica, na previsão de efetivos mecanismos de transferência para a sociedade do conhecimento adquirido, ou na incorporação de práticas de treinamento de recém-doutores.

Por meio deste programa deverão ser criados e fortalecidos dois grandes grupos (redes) estratégicos para o País: Grupo I – aberto a todas as áreas da Ciência e Tecnologia, que contará com cerca de dois terços dos recursos totais do Programa (aproximadamente R\$ 60 milhões) para o período de três anos. Prevê-se o apoio a vinte projetos a serem implementados a partir de 2001. Grupo II – restrito a áreas da Ciência e Tecnologia consideradas estratégicas pelo MCT, que contará com cerca de um terço dos recursos totais do Programa (R\$ 30 milhões) para o período de três anos.

Deverão ser apoiados três projetos em 2001 e dois projetos em 2002. Os três primeiros projetos dos Institutos do Milênio no Grupo II estão previstos nos temas de Amazônia, Semi-Árido e Oceanografia.

Indicadores de CT&I

Um dos principais gargalos em termos de informação e que tem limitado seriamente o próprio planejamento de CT&I no País é o da produção de indicadores. A produção sistemática de indicadores de CT&I é elemento imprescindível para o planejamento, monitoramento e avaliação de programas e projetos da área, sejam públicos ou privados. Além disso, é fundamental para orientar a atuação dos diversos agentes do sistema de inovação.

O conhecimento da realidade de CT&I exige a produção primária de certo tipo de informação específi-

ca, como aquelas referentes aos diversos custos envolvidos na atividade de inovação das empresas. O Brasil ressent-se, há anos, da inexistência da elaboração sistemática, contínua e persistente de informações e indicadores de CT&I. Algumas iniciativas recentes são exemplos importantes no sentido de cobrir esta lacuna, como o volume bienal de indicadores de CT&I no estado de São Paulo, elaborado pela Fapesp, com sua segunda edição lançada este ano. No plano federal, o MCT deu início a uma ampla revisão na elaboração de indicadores, atividade que por sua importância estratégica para o planejamento e a avaliação do setor de CT&I, deveria merecer atenção especial na formulação de diretrizes para a próxima década.

Propriedade Intelectual

A questão da propriedade intelectual também é, por várias razões, crítica para o novo marco institucional da CT&I. Mecanismos de apropriabilidade legal são parte constitutiva da formação de arranjos coletivos para o aprendizado e inovação porque: i) regulam a divisão dos direitos, contribuindo para a redução dos riscos de oportunismo, da incerteza inerente ao processo de inovação e, assim, dos custos de P&D e da exploração comercial; ii) provêem estímulos para a atividade inventiva e mesmo inovativa, na medida em que acenam com a possibilidade de ganhos para os atores envolvidos, institucionais ou individuais; iii) criam efeitos cumulativos e prospectivos, uma vez que asseguram aos envolvidos a continuidade no desenvolvimento futuro de uma inovação, melhorando-a e desdobrando-a em outras inovações; iv) finalmente, criam competências para elaborar contratos e negociar elementos cada vez mais importantes na promoção dos arranjos coletivos para ino-

vação e aprendizado. A questão central, do ponto de vista de diretrizes de longo prazo, é promover estímulos ao uso dos mecanismos de propriedade intelectual, criando competências nessa área no País, visto que o número de patentes concedidas ou depositadas é mais indicador de excelência das instituições que realizam pesquisas, bem como dos níveis nacionais de inovação. No curto prazo, há outras questões práticas que devem ser enfrentadas.

Embora a legislação brasileira tenha-se diversificado nos últimos anos (leis de propriedade industrial, 1996, de proteção de programas de computador, 1998, de direitos autorais, 1998, de proteção de cultivares, 1998, além de diversos decretos e atos normativos), há vários aspectos que precisam ser aprimorados, visando à maior agilidade e adequação à realidade local. Um deles reveste-se de especial importância: o debate e a política de licenciamento compulsório e de fabricação local de produtos e processos objetos de patenteamento.

A possibilidade de que a Lei de Propriedade Industrial contribua efetivamente para a formulação e a execução de políticas e para indução de investimentos e empregos diz respeito ao tratamento dispensado a três matérias: exploração local do objeto da patente (fabricação local *versus* importação irrestrita); importação paralela (importação direta pelo titular ou licenciado *versus* importação por terceiros); licença compulsória contra o titular da patente que não estiver explorando seu objeto no território nacional.

No Brasil, a Lei de Propriedade Industrial associa de forma inédita, os três mecanismos – fabricação local, licença compulsória e importação paralela – com o fim de privilegiar, sempre que economicamente viável, sua produção em território nacional, facul-

tando alternativamente a importação – não exclusiva do titular. Essa condição, prevista no artigo 68, tem o mérito de evitar a criação de reserva de mercado ou monopólio de importação.

O caráter estratégico do artigo 68 não tem passado sem contestação. Recentemente, sua manutenção tem sido questionada pelos EUA, especialmente após medidas do governo federal relativas ao licenciamento compulsório para medicamentos em casos de emergência nacional, especialmente os que compõem o tratamento gratuito contra a Aids.

A manutenção desses instrumentos é fundamental não apenas do ponto de vista socioeconômico, mas também para o desenvolvimento científico e tecnológico, na medida em que força a produção local, abrindo a perspectiva de maior acesso à informação. Como se sabe, mesmo com a produção local, não há garantias de que haja efetiva transferência de tecnologia. Entretanto, o licenciamento compulsório pode levar à capacitação tecnológica de empresas e instituições locais (como é o caso dos esforços recentes de Far-Manguinhos na produção de certos fármacos). Esta é uma decisão de natureza essencialmente política, legítima do ponto de vista do desenvolvimento nacional e em acordo com as regras internacionais de propriedade industrial.

Outro ponto que merece destaque refere-se ao uso de instrumentos de propriedade intelectual por parte de universidades e organizações públicas de pesquisa. Sua aplicação no Brasil é, entretanto, ainda pouco difundida, sendo necessário criar uma cultura para tanto. Segundo o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), embora nos anos noventa tenha havido um crescimento do número de pedidos de patentes ligados a universidades brasileiras, eles permanecem

em patamares muito aquém do potencial (foram cerca de quatrocentos pedidos na última década).

Em 1997, as universidades norte-americanas fizeram mais de 2000 depósitos para patentes, foram obtidos direitos em 2100 pedidos de patentes, 248 novas empresas surgiram de ações de invenção e patenteamento e foram registradas cerca de 2700 licenças e opções. Metade das patentes das universidades americanas desenvolvidas com recursos federais são licenciadas, provendo um aporte de recursos de mais de US\$20 bilhões e gerando cerca de 180 mil empregos diretos e indiretos. Obviamente, não é o instrumento em si que possibilita números como esses, mas ele é vital para o próprio crescimento do sistema de CT&I.

Hoje, o País dispõe de um quadro jurídico de proteção da propriedade intelectual abrangente e atualizado do ponto de vista do direito e do comércio internacional. O próximo passo é colocar em vigor mecanismos que promovam a interação entre as instituições de pesquisa e o setor industrial, mais qualificado para levar essas invenções ao mercado. É chegado o momento de identificar os elementos adequados ao aparelhamento de universidades e institutos de pesquisa, para fazer face à adequada regulação – legal e administrativa – da inovação.

Embora a invenção decorrente de contrato de trabalho que tenha por objeto a pesquisa ou a atividade inventiva pertença exclusivamente ao empregador, os artigos 88 e 89 da Lei de Propriedade Industrial determinam que poderá ser concedida ao empregado, autor de invento ou aperfeiçoamento, participação nos ganhos econômicos resultantes da exploração da patente. Nos termos do artigo 93, tal possibilidade estende-se também à administração pública direta, indireta e fundacional, federal, estadual ou municipal,

podendo conceder ao empregado, autor de invento ou aperfeiçoamento, participação nos ganhos econômicos resultantes da exploração da patente.

A COMPETITIVIDADE INSTITUCIONAL DA PESQUISA: A NECESSIDADE DE UM NOVO ARRANJO LEGAL

Nos últimos quinze anos, as organizações públicas de pesquisa, tanto em nível nacional quanto internacional, vêm enfrentando diversos desafios: redução de recursos financeiros, surgimento de novos campos do conhecimento, alterações nas políticas que definem o papel do Estado, riscos e oportunidades decorrentes de maior abertura para o ambiente externo, entre outros.

A questão da competitividade institucional é crucial para essas organizações, particularmente porque a organização da pesquisa e da inovação requer atualmente capacidade de inserção em redes multiatores, nas quais o ritmo das ações é normalmente empreendido pelo agente mais ágil. A dificuldade de uma organização para responder ao ritmo de atuação da rede pode fazer com que ela seja substituída por outra, mais ágil e flexível.

A maioria das organizações de CT&I no Brasil não dispõe de mecanismos institucionais que permita sua rápida adaptação às demandas a elas impostas. Falta-lhes autonomia e flexibilidade para executar, com a necessária agilidade, atividades tão básicas quanto comprar e vender produtos e serviços, adequar o quadro funcional, captar recursos no mercado, elaborar e implementar contratos, entre outras coisas. Isto significa que essas organizações apresentam, de partida, desvantagens competitivas em relação a outras que gozam de maior autonomia e flexibilidade.



Apesar desse quadro, há exemplos notáveis de busca de eficiência gerencial por parte de instituições de pesquisa. Se o setor de CT&I necessita de um arcabouço legal que garanta agilidade e flexibilidade, ele também tem a responsabilidade de buscar melhorar sua gestão interna, profissionalizando-a.

Há um ponto central que, por mais bem equacionado do ponto de vista interno de uma instituição, exige revisão. As organizações públicas são rigorosamente cobradas quanto aos procedimentos, mas não são avaliadas em relação aos resultados alcançados. É importante que haja controle dos procedimentos, mas isto não pode preceder e dificultar a execução da função pública e social destas organizações. Garantir o bom uso dos recursos públicos é garantir que seus resultados tenham retorno como bens públicos.

Novas bases contratuais devem regular as relações institucionais, particularmente no que diz respeito aos seguintes aspectos: (i) avaliação dos resultados mais que dos procedimentos; (ii) revisão da gestão de recursos orçamentários e financeiros; (iii) revisão da gestão de recursos humanos. Nesse contexto, está em curso um processo de revisão do papel e da forma de organização das dezoito instituições ligadas ao MCT. Foi criada uma comissão em 2000 que tem por objetivo avaliar o papel desses institutos. Inicialmente, pretende-se que essas instituições sejam divididas em duas grandes categorias: laboratórios nacionais e institutos nacionais.

O principal instrumento legal hoje existente que permite minimizar substantivamente as limitações das entidades de pesquisa é a figura das Organizações Sociais (OS), instituídas na Reforma do Estado pela Lei 9.637 de 15/05/98. As OS são entidades de direito privado, reconhecidas pelo Estado como de

interesse social e utilidade pública, podendo assim receber recursos públicos para cumprir atividades de interesse do Estado. Elas têm ampla autonomia de gestão financeira, patrimonial e de recursos humanos. Por outro lado, a dotação de recursos, que em tese depende do cumprimento de contratos de gestão, é também dependente de exaustivas negociações, uma vez que os governos não são obrigados, se assim o quiserem, a renovar os contratos. Em outras palavras, são formatos jurídicos relativamente instáveis do ponto de vista político, sujeitos que estão às mudanças de orientação de governo para governo, o que pode comprometer a continuidade e sustentabilidade das atividades de pesquisa científica e tecnológica. Atualmente existem três entidades públicas de pesquisa que já adotaram o formato de Organizações Sociais (Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Instituto de Matemática Pura e Aplicada e Instituto Mamirauá), assinando contratos de gestão com o MCT, e outras estão em negociação.

A criação da figura jurídica “Instituto de Pesquisa” é outra alternativa que mereceu atenção nos últimos anos. A essência da proposta é a alteração do artigo 16 do Código Civil (Lei nº 3.071, de 1º de janeiro de 1916), para incluir os “Institutos de Pesquisa” entre as pessoas jurídicas de direito privado.

Segundo o Projeto de Lei que propõe a criação da figura do “Instituto de Pesquisa”, “o Estado promoverá, em qualquer área do conhecimento, o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação tecnológica, por intermédio do Instituto de Pesquisa, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, regida pelas normas de direito civil e pela presente Lei”, de acordo com uma das propostas em tramitação no Congresso Nacional. Dois Projetos de Lei para criação da figura jurídica “Institutos de Pes-

quisa” (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Embrapa) foram submetidos ao Congresso Nacional em 1993 e 1997, respectivamente.

Outra iniciativa é a da criação de centros de pesquisa por associações de produtores. Na América Latina, a área de pesquisa agropecuária fornece exemplos dessa natureza, podendo-se encontrar centros privados de pesquisa em todos os países, voltados tanto a produtos agropecuários específicos, como ao desenvolvimento de cadeias produtivas integradas.

Exemplos para arroz, café e flores na Colômbia; cevada e cerveja no Uruguai; cana-de-açúcar, soja, laranja e suco de laranja no Brasil; frutas no Chile, entre outros, mostram a importância da criação de organizações de pesquisa diretamente ligadas a problemas tecnológicos bem delimitados. (Quadro 9)

Por trabalharem com parcerias com centros públicos de pesquisa, a própria efetividade dessas organizações privadas acaba dependendo da capacidade das organizações públicas em realizar contratos para

Quadro 9 **Organizações Privadas de Pesquisa**

A Fundação Mato Grosso é uma empresa privada, sem fins lucrativos, voltada ao desenvolvimento de atividades tecnológicas. Surgiu em 1993 devido à necessidade de combater doenças e pragas nas culturas de soja e algodão. Hoje, conta com 100 funcionários, 105 produtores de soja e de algodão instituidores, 40 empresas associadas de insumos agrícolas, 191 produtores associados, 11 prefeituras conveniadas e 25 instituições parceiras que formam o quadro associativo da empresa. Utiliza-se de mais de setenta áreas de associados para a realização de pesquisas, junto com as parcerias de empresas públicas, privadas e multinacionais, somando o capital humano e tecnológico na realização de pesquisas que visem resolver os problemas da agricultura do cerrado brasileiro.

O Fundecitrus é uma instituição privada, sem fins lucrativos, mantida por produtores citrícolas e pelas indústrias de suco, estando voltado fundamentalmente para a defesa sanitária vegetal. Além de atuar no monitoramento dos pomares, realiza e principalmente financia pesquisas para a descoberta de formas de combate ou de convivência com doenças e pragas que afetam essa lavoura. Produtores e empresários investem em pesquisa e estabelecem relações de parceria e cooperação com universidades e institutos públicos de pesquisa. Em 1994, foi criado o Departamento Científico, com a finalidade de realizar pesquisas de interesse da citricultura. O Centro de Pesquisas Citrícolas, localizado em Araraquara (São Paulo), é considerado um dos mais modernos laboratórios da América Latina, possuindo equipamentos de última geração para diagnóstico de doenças. O orçamento do Fundo é da ordem de R\$ 30 milhões/ano, sendo a maior parte dos recursos captados junto ao próprio setor, pelo recolhimento, em caráter não obrigatório, de R\$ 0,08 por caixa processada, sendo R\$ 0,03 do produtor e R\$ 0,05 da indústria (esses valores podem mudar em função da oscilação dos preços do suco e da caixa de laranja). Para atividades especificamente de pesquisa, o Fundecitrus declara um investimento médio anual da ordem de R\$ 3 milhões (cerca de 10% de seu orçamento), os quais são alocados em dezenas de projetos, tanto próprios como realiza-

dos em parceria com órgãos governamentais, universidades e instituições privadas.

A Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico Ltda (Coodetec) foi criada em 1995 a partir de experiência do Departamento de Pesquisa da Organização das Cooperativas do Paraná (Ocepar). Congrega hoje 32 cooperativas associadas, sendo 28 do Paraná, uma de Santa Catarina, um de Goiás, um do Mato Grosso do Sul e um do Rio Grande do Sul. Apesar de ter sua base no estado do Paraná, recebe associados de qualquer estado da Federação. Além de uma estrutura própria, a Coodetec conta com uma ampla rede de experimentação de campo junto às suas associadas e parceiros. Desenvolve pesquisas na área de melhoramento genético, visando à obtenção de novas cultivares que atendam às demandas dos produtores. Até recentemente, a Coodetec vinha aplicando métodos tradicionais de melhoramento, mas, a partir do recebimento do Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB), em agosto/97, passou a utilizar também os recursos da biologia molecular no seu programa de pesquisa.

Trabalha principalmente com desenvolvimento e indicação de variedades de trigo, soja e híbridos de milho, além de promover sistemas de cultivo mínimo e tecnologia de controle biológico de pragas.

O Centro Tecnológico do Couro, Calçados e Afins (CTCCA) foi criado há vinte e cinco anos para apoiar o desenvolvimento do setor calçadista nacional. Além do apoio técnico em áreas de controle de qualidade e em treinamento, o Centro desenvolve atividades nas seguintes áreas: padronização de produtos/matérias-primas; pesquisa ambiental através da reutilização de resíduos; sistemas de gestão; técnicas de produção; estabelecimento de convênios e parcerias com empresas e institutos; pesquisa em insumos e componentes; projetos técnicos específicos para a necessidade de cada empresa; serviços de consultoria.

participar de arranjos coletivos de pesquisa.

Assim, a criação e fortalecimento de arranjos de pesquisa, desenvolvimento e inovação dependem de ajustes legais estabelecendo e regulando modelos jurídicos organizacionais que gozem de autonomia e flexibilidade e que sejam cobrados pelo cumprimento de objetivos e metas de interesse público. Tal desafio encontra respaldo na própria Carta Magna, que, em seu artigo 218, parágrafo 3º, explicita que “O Estado apoiará a formação de recursos humanos nas áreas de ciência, pesquisa e tecnologia, e concederá aos que delas se ocuparem meios e condições especiais de trabalho.”

Experiência legislativa recente da França (Quadro 10) aponta na direção da criação de condições de maior competitividade para Organizações Públicas de Pesquisa (OPPs) e universidades e maior articulação entre essas e o setor produtivo. A lei francesa apresenta quatro pontos principais todos voltados a

promover incentivos a OPPs, universidades e empresas inovadoras.

Registre-se, neste sentido, o Projeto de Lei nº 257/2000, de autoria do senador Roberto Freire, em tramitação no Senado Federal, cujos principais pontos foram explicitamente inspirados na lei francesa. O Projeto de Lei nº 257/2000 caminha na direção de algo que já está sendo praticado em países desenvolvidos como EUA, Alemanha, França e Inglaterra há algum tempo (Quadro 11).

Flexibilidade, autonomia e busca de maior competitividade de organizações públicas de pesquisa, incentivos à emergência de empresas de base tecnológica, à constituição de redes de pesquisa; à implementação de programas de demanda pública por tecnologia, entre outros elementos, são questões que

Quadro 10 **Lei Francesa de Incentivo à Inovação**

Objetivo maior: fomentar a participação de pessoal ligado à pesquisa pública na criação e desenvolvimento de empresas.

A Lei compreende quatro eixos:

(i) facilitar a mobilidade de pessoal de pesquisa para as empresas e comercialização de seus produtos e serviços;

(ii) facilitar a colaboração entre pesquisa pública e empresas;

(iii) oferecer um quadro fiscal adequado para empresas inovadoras;

(iv) modificar o quadro jurídico para as empresas inovadoras.

A Lei prevê ainda a criação de meios financeiros de suporte, tanto em nível nacional, como regional, com o objetivo de promover a:

- criação de empresas por pesquisadores e docentes-pesquisadores;
- autorização para participação temporária de pesquisadores para colaborar com empresas;
- participação de capital (até 15%) em firmas tipo *start-up*;
- ampliação da interlocução de pesquisadores com empresas e aceitação de complementação de remuneração;
- valorização do empreendedorismo dentro das organizações públicas de pesquisa e ensino;
- criação de incubadoras: financiamento e aporte de capital para organizações públicas de pesquisa e ensino que queiram constituir fundos para a criação de empresas.

Quadro 11 Projeto de Lei do Senado nº. 257

Autoria: senador Roberto Freire

Objetivos:

Dispõe sobre diretrizes gerais de incentivo à pesquisa e à inovação tecnológica. Seu objetivo é o de permitir que servidores ou empregados da administração direta e indireta, de caráter científico ou tecnológico, bem como ocupante de cargo de magistério superior, possam participar de atividades ou projetos de pesquisa ligados com área científica ou tecnológica nos seguintes termos:

Servidores, empregados ou cargo de magistério superior poderão:

- receber participação sobre ganhos econômicos resultantes da exploração de resultado de criação intelectual ou produção técnico-científica inovadora, para a qual tenha contribuído individualmente ou enquanto membro de uma equipe de pesquisadores;
- prestar colaboração, por prazo não superior a cinco anos, a empresa privada ou órgão ou entidade da administração pública direta ou indireta para o desenvolvimento de atividade ou projeto de pesquisa científica ou tecnológica de alta relevância para o interesse nacional, mediante autorização do presidente da República;
- licenciar-se, mediante autorização do Ministro de Estado ao qual seu órgão de origem está lotado, com remuneração reduzida, por prazo certo, para desenvolver atividade empresarial relativa à produção de bens diretamente decorrentes de sua criação ou invenção.

Ressalvas:

- servidor ou empregado lotado em entidade de administração pública direta ou indireta só poderá desenvolver projetos de pesquisa ou atividades empresariais em áreas compatíveis ao seu cargo atual;

- a remuneração durante este período é decrescente do primeiro ao último ano do afastamento;
- durante o período de afastamento, o servidor, empregado ou magistrado deverá abdicar de todas as atividades vinculadas ao cargo e função exercidos anteriormente, com exceção dos magistrados que exercerem docência no estrito âmbito de sua instituição pública de origem.

Órgãos e entidades

Os órgãos e entidades da administração pública direta ou indireta, de caráter científico ou tecnológico, especialmente as universidades públicas, poderão celebrar convênios de prestação de serviços ou contratos de pesquisa, explorar patentes e licenças, bem como criar serviços voltados para a industrialização ou comercialização de produtos e serviços diretamente decorrentes de atividades técnico-científicas inovadoras por eles desenvolvidas.

Poderão também ser contratados, em caso de manifesta necessidade, técnicos ou especialistas não integrantes do quadro efetivo de servidores, empregados ou pesquisadores daquelas instituições, mediante contratos de trabalho de duração determinada. Os órgãos e entidades da administração pública direta e indireta, de caráter científico ou tecnológico, poderão ceder laboratórios, equipamentos, instrumentos, materiais e demais instalações, por prazo limitado e mediante remuneração adequada. Firms que tenham por objetivo a pesquisa e a inovação tecnológica, com receita bruta anual de até cinco vezes a receita bruta anual estipulada para as micro e pequenas empresas, gozarão de facilidades fiscais pelo prazo de cinco anos contados. Dispõe ainda sobre recursos para a atualização e manutenção de bibliotecas.

podem ser consolidadas em uma base legal comum, ou mesmo em medidas infralegais.

Universidade e Empresa

A discussão sobre as relações universidade-empresa tem sido, há muitos anos, intensa no Brasil. É um tema recorrente, que em geral gravita em torno de um mesmo ponto: a busca dos motivos que dificultam a interação entre as instituições públicas de ensino e pesquisa e as empresas. Sem desconsiderar os avanços conquistados pela vasta produção técnico-científica nesta temática, é preciso requalificar alguns pontos do debate, particularmente no que diz respeito à forma de focar a questão.

A concepção de que a universidade teria a função de sanar deficiências tecnológicas da empresa e de que a empresa viria a ser uma importante fonte de financiamento da universidade ainda está presente em grande parte das análises sobre o tema. Essa formulação tem dificultado a elaboração de políticas mais efetivas, pois constitui uma visão equivocada do tema. Prova desse equívoco é a constatação que dos US\$21 bilhões contratados para pesquisa em todas as universidades americanas em 1994, somente US\$1,4 bilhão (ou seja, menos que 7%) foi proveniente de contratos com empresas. Mesmo considerando as instituições de pesquisa com elevado número de contratos com empresas, como é o caso do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, verifica-se que

Quadro 12 Lei da Inovação

No contexto do processo de fortalecimento da ciência e tecnologia nacional, é urgente e necessário empreender uma iniciativa de caráter legal e institucional que ofereça, às universidades, centros de pesquisas, empresas e governos, os instrumentos necessários ao estímulo à inovação. Em especial, os projetos científicos e tecnológicos decorrentes da associação das instituições públicas de P&D com o setor produtivo apresentam novos desafios em diferentes esferas, desde o regime trabalhista, até a proteção e a gestão da propriedade intelectual e da transferência de tecnologia.

Um dos instrumentos desse conjunto de medidas é a elaboração de uma Lei da Inovação, como prevê a Agenda do Governo para o biênio 2001-2002, que deverá tratar de temas como:

- estímulos à mobilidade de pesquisadores do setor público para o privado e vice-versa;
- reexame do regime jurídico das instituições de pesquisa e das empresas, permitindo maior autonomia administrativa e financeira, novas práticas de gestão e desburocratização;
- estímulo a parcerias público-privadas através de novos arranjos institucionais e novas formas de contratação ou encomendas de desenvolvimento tecnológico junto ao setor privado;
- estímulo à constituição de capital de risco e à mobilização da poupança para atividades intensivas em P&D;
- estímulo ao surgimento de empresas inovadoras;
- estímulo ao empreendedorismo por parte de pesquisadores das organizações públicas de pesquisa;
- proteção à propriedade intelectual e à transferência de tecnologia;
- estímulo ao empreendedorismo e à proteção da propriedade intelectual por parte de pesquisadores de instituições públicas;

É fundamental, nesse contexto, que no âmbito da Conferência Nacional de C&T&I sejam discutidas essas questões, no sentido de aprimorar o quadro legal, com vistas a desobstruir entraves à prática de ações inovadoras.

este percentual não passa de 15% do orçamento de pesquisa.

A missão da empresa é produzir e gerar riqueza, ao passo que cabe primordialmente à universidade formar pessoal qualificado, particularmente por meio de uma intensa prática em atividades de pesquisa. Contudo, isto não quer dizer que se deva negligenciar o potencial das instituições de pesquisa e ensino como fonte de conhecimento para a inovação tecnológica. Tampouco, que a empresa não deva exercer qualquer papel no financiamento dessas instituições.

Mostra, apenas, qual a necessária ênfase que se deve dar às políticas de interação entre os dois tipos de instituição.

O papel fundamental da universidade de formação de pessoal qualificado deve, cada vez mais, ser desempenhado no contexto dos sistemas de inovação. Este é o ponto fundamental das relações universidade-empresa: a efetividade do processo de capacitação requer que os diferentes papéis dos diferentes atores presentes nos sistemas de inovação estejam em boa parte referidos uns aos outros.

A organização em redes da pesquisa para a inovação coloca essa questão em termos adequados. Redes se estruturam a partir de problemas específicos, que podem ou não ter aplicação no curto prazo. Do ponto de vista da geração de conhecimento, a participação de instituições de ensino e pesquisa junto com empresas, organizações comunitárias, órgãos de governo e outros atores relevantes abre caminho para a efetividade dos sistemas de inovação.

Como vimos em capítulos precedentes, o sistema de ensino e pesquisa universitário no Brasil vem sofrendo transformações substantivas nos últimos dez anos. De um sistema predominantemente público e gratuito, passa-se a um sistema misto, no qual prevalece, em termos quantitativos, o ensino superior privado. Além do crescimento do ensino privado, observa-se que o ensino público está sendo progressivamente questionado em suas funções e em sua inserção no sistema de CT&I.

Não obstante, as universidades públicas brasileiras ainda constituem o principal *locus* de produção e atualização do conhecimento científico no Brasil. Como explicitado no capítulo Avanço do Conhecimento, o

sistema de ensino superior expandiu-se significativamente na última década, atendendo parcialmente às necessidades crescentes de profissionais qualificados. No entanto, esse sistema passa por um momento crítico que exige reflexão para orientar a definição de estratégias para alcançar dois objetivos. De um lado, a ampliação da oferta de oportunidades de formação em sintonia com as exigências da sociedade do conhecimento. Isto requer uma reposição do quadro funcional e a recuperação da atratividade de jovens talentos para as carreiras acadêmicas. Por outro lado, dever-se-ia também considerar a necessidade de maior atenção às demandas sociais e aos requisitos de inovação, cada vez mais relevantes para a competitividade das empresas.

A universidade pública padece, atualmente, de uma certa ambigüidade: a ampliação da formação de quadros profissionais para o mercado e a contínua produção de pesquisa de qualidade. Na realidade, essas duas funções poderiam ser complementares, não fossem as transformações institucionais das últimas duas décadas, a produzir dificuldades com relação ao corpo docente universitário a manutenção do financiamento público em níveis que limitam o crescimento do ensino público de qualidade e pressionam a formação universitária no sentido do mercado. Essa disjuntiva acentua justamente a necessidade de revisão de papéis e constitui importante objeto de debate no momento.

A maioria das instituições públicas de ensino superior tem se preocupado em gerenciar o curto prazo, deixando de explorar sua própria inteligência em proveito desse reposicionamento. É sintomático que questões vitais, como a busca de alternativas para a recomposição de quadros e a profissionalização da gestão da inovação, fiquem em segundo plano diante das questões administrativas do cotidiano universi-

tário. Até o momento, o debate sobre o destino da universidade tem se restringido às esferas acadêmicas e de governo, deixando a população em geral à margem de compreensão do papel estratégico das universidades como agente de produção de conhecimento e de formação de recursos humanos, considerados como insumos básicos para a geração de riqueza e promoção de desenvolvimento. É preciso, portanto, ampliar o diálogo para incorporar as prioridades de CT&I na agenda destas instituições.

Construir um sistema de CT&I exige que o aparato universitário brasileiro passe por profunda revisão. De um lado, as instituições públicas de ensino superior devem se preparar para contribuir na construção desse sistema, definindo inclusive uma nova relação com o Estado. De outro, as instituições privadas não devem seguir se reproduzindo sem aquela mesma referência, ou seja, não devem ser um fim em si mesmas, mas buscar excelência na formação e, tanto quanto possível, ter participação no desenvolvimento científico e tecnológico e na geração de inovações.

Para que as universidades possam participar desse tipo de organização, é fundamental contar com elementos de autonomia e flexibilidade. A otimização das relações universidade-empresa passa pela capacidade das organizações públicas de ensino e pesquisa de responder com agilidade às necessidades de estruturação em redes. O potencial da interação universidade-empresa só terá condição de ser mais bem explorado, se o arcabouço legal viabilizar condições de autonomia para a mobilidade dos recursos essenciais, particularmente recursos intangíveis, daquelas instituições.



AS AGÊNCIAS DE FOMENTO NA ORGANIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO

O papel das agências e órgãos de governo voltados ao planejamento e ao fomento de CT&I também tem se alterado no panorama internacional. Da função predominante de organização de sistemas de ciência, as agências tendem a adotar uma política que integre a promoção de projetos acadêmicos com o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Neste sentido, ampliam-se e tornam-se mais complexas suas funções de planejamento e de promoção da inovação por meio de novos instrumentos de fomento.

No Japão e Coreia, a organização dos sistemas de inovação partiu de uma concepção oposta a de países como França e Brasil. Naqueles, o fomento esteve primariamente voltado à criação de competência para inovar e competir em mercados externos, deixando em segundo plano o estímulo às instituições científicas. Desde o final dos anos oitenta, o Japão e a Coreia têm se preocupado em formar uma base científica para completar e prover seus sistemas de inovação com instituições dedicadas à geração de conhecimento científico.

Enquanto os países desenvolvidos buscam a organização do planejamento e do fomento voltado a programas de promoção da inovação e ao estímulo à interação entre os diversos atores públicos e privados (ver Quadros 9 e 10, neste capítulo), nos países menos desenvolvidos essas iniciativas são menos sistemáticas e efetivas.



A implementação dos fundos setoriais é, neste sentido, um dos principais desafios para os órgãos de planejamento e fomento do País. O uso dos recursos dos fundos setoriais não pode seguir a mesma lógica que orientou as experiências anteriores, tampouco pode se basear na execução orçamentária burocratizada que vem se cristalizando a mais de três décadas. Há aí um risco institucional evidente: é preciso criar condições ágeis de implementação dos recursos que atendam aos objetivos finalísticos.

Isto se verifica em diversos planos: na forma de definição de prioridades; na incorporação efetiva dos diversos atores envolvidos (particularmente o meio acadêmico e o setor privado) na avaliação do mérito, que deve ir além da excelência acadêmica e incorporar diversos “pares” e suas diferentes visões; na contratação e participação dos parceiros (rever os mecanismos de propriedade intelectual, contornar ou eliminar as dificuldades contratuais típicas das organizações públicas de pesquisa); na proposição de projetos, facilitando o encaminhamento de propostas e sua avaliação de mérito e relevância; na implementação dos contratos, pela criação de mecanismos ágeis de contratação e de liberação e uso de recursos, fortalecimento de sistemas de informação acessíveis e amigáveis sobre processos em andamento; no acompanhamento e avaliação de resultados (por meio da valorização de mecanismos que privilegiem resultados sobre os procedimentos e que premiem e punam adequadamente).

Todos esses requisitos demandam mudanças culturais nas instituições de pesquisa e particularmente nas de fomento. Nestas, é preciso iniciar uma nova fase de configuração institucional, voltada para o processo de inovação, que por suas próprias características requer a aproximação de práticas gerenciais

entre os diversos atores.

O Brasil conta com instituições consolidadas de planejamento e fomento de atividades de CT&I. CNPq e Capes, por exemplo, completam cinquenta anos de serviços prestados à formação de uma substantiva comunidade científica e de extenso conjunto de organizações de pesquisa no País. A crescente complexidade do papel dessas agências aponta para a necessidade de focar as seguintes questões: delimitação da finalidade e da abrangência de atuação; articulação dos papéis e dos mecanismos de planejamento e fomento; capacitação do quadro técnico; avaliação sistemática; revisão dos procedimentos burocráticos.

Vale ressaltar a questão da necessidade de ampliação e qualificação do quadro técnico dessas agências. Este é, sem dúvida, um ponto crucial para a mudança cultural que se exige dessas agências, para que venham a cumprir um papel ativo na construção de sistemas de inovação.

É preciso atentar, ainda, para o papel das Fundações de Amparo à Pesquisa estaduais (FAPs), pois a correção dos desequilíbrios regionais e a criação de sistema descentralizado de Ciência, Tecnologia e Inovação passam, naturalmente, pela atuação mais vigorosa dos estados da Federação no fomento à pesquisa e ao desenvolvimento.

Finalmente, cabe assinalar o pequeno papel desempenhado pelo mecenato privado nacional no apoio às instituições de ensino e pesquisa do País. Enquanto nos Estados Unidos detentores de grandes fortunas, individuais e institucionais, notabilizam-se por doações a universidades e centros de pesquisa, no Brasil esses casos são praticamente desconhecidos.

The background features a complex, abstract design. On the left side, there is a grid of small squares that appears to be receding into the distance, creating a sense of depth. This grid is overlaid with a series of light, curved lines that sweep across the frame. On the right side, there are several bright, diagonal streaks of light that resemble rays of light or a lens flare effect, adding a dynamic and futuristic feel to the overall composition.

**TRAVESSIA: COOPERAÇÃO, DIVERSIDADE
& SUSTENTABILIDADE**

TRAVESSIA: COOPERAÇÃO, DIVERSIDADE E SUSTENTABILIDADE

“Existe é homem humano. Travessia.”
Essas são as duas últimas frases de *Grande Sertão: Veredas*, de João Guimarães Rosa, uma das maiores obras da literatura brasileira. Lembra-se assim que não apenas Ciência, Tecnologia e Inovação são importantes no processo de desenvolvimento, mas, sobretudo, reafirma-se a centralidade do ser humano e de sua travessia, individual e coletiva, por este mundo.

O sistema de Ciência e Tecnologia brasileiro é jovem. O fomento regular às atividades de pesquisa e desenvolvimento no Brasil iniciou-se há apenas cinquenta anos. Neste prazo, curto na história de uma Nação, o País conheceu avanços importantes, alguns dos quais relatados neste documento. O sistema é jovem, também, em termos da idade média de seus pesquisadores. Esta juventude é uma das grandes forças do Brasil. Ciência, Tecnologia e Inovação se fazem com entusiasmo, curiosidade, ambição e a coragem que nasce da vontade de desafiar o sistema existente de cultura e conhecimento recebidos. “Eles fizeram, porque não sabiam que era impossível” já foi dito mais de uma vez de grandes progressos em Ciência, Tecnologia e Inovação. Só os jovens não sabem das coisas que são impossíveis e, por isso mesmo, conseguem fazê-las.

As tarefas imprescindíveis e de longo prazo que se delineiam são a sustentação e o fortalecimento do esforço nacional em CT&I, como condições de desenvolvimento, bem-estar e soberania. Elas demandam conscientização e mobilização política, embasadas em uma visão de futuro do País e de sua posição no mundo, e pertinácia na execução de medidas transformadoras. O que se busca é construir a capacitação em Ciência, Tecnologia e Inovação para responder e se antecipar às necessidades do País.

Muitos dos pontos fortes do sistema de Ciência e Tecnologia do País são indicados neste documento. O mais importante deles pode ser resumido em uma expressão: sua capacidade de dar respostas quando desafiado. Respostas sob a forma de instituições que se construíram ao longo do tempo, como o CNPq, o principal órgão de fomento à pesquisa científica do governo federal; a Finep, secretaria-executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; a Capes, do Ministério da Educação e Cultura, orientadora e fomentadora da pós-graduação na universidade, essencialmente a universidade pública, que hoje forma mais de cinco mil doutores por ano e possui avançado sistema de avaliação que garante sua qualidade; a Fapesp, a agência pioneira de fomento estadual; ou respostas sob a forma de descobertas científicas e inventos que contribuíram para o crescimento do País em áreas tão diversas quanto agricultura e telecomunicações. Esse sistema, construído com paciência, perseverança e enfrentando muitos obstáculos, já atingiu um patamar elevado de competência e qualificação, deu e continua dando contribuições relevantes para a sociedade brasileira. Está, portanto, pronto para o próximo salto de expansão e de qualificação, que resultará de sua mobilização para aproveitar as oportunidades oferecidas pelos desafios do processo de inclusão defini-

tiva da Ciência, Tecnologia e Inovação na agenda nacional, objetivo maior do processo de elaboração das Diretrizes Estratégicas para o setor.

Há ainda deficiências, algumas das quais decorrem das desigualdades da sociedade brasileira. Uma população de escolaridade média inferior a seis anos, produto da exclusão social e de uma educação básica e de nível médio que precisa ser aprimorada e que já começa a mudar de rumo de forma positiva. Fortes desigualdades regionais, problema grave, que emerge em mais de uma das questões tocadas neste documento, oferecem uma oportunidade excepcional de expansão para um sistema de CT&I que precisa crescer rapidamente. Além disso, infra-estruturas de ensino e pesquisa, ultrapassadas pela falta de investimentos, atrasam a solução de problemas para os quais a universidade e centros de pesquisa têm contribuições a dar. A superação desse gargalo ganha, agora, novas perspectivas com a criação dos fundos setoriais e a nova institucionalidade que se desenha para CT&I no Brasil. Portanto, há desafios do tamanho do País a enfrentar e que já estão sendo enfrentados com êxito.

A pequena participação do setor privado nas atividades de pesquisa e desenvolvimento é uma questão central da discussão das Diretrizes Estratégicas. O arcabouço institucional para uma sociedade do conhecimento – não apenas aquele específico do setor de Ciência e Tecnologia, mas também o que trata das relações do Estado com o setor privado na área de pesquisa e desenvolvimento – precisa ser revisto com urgência. Novos instrumentos legais em análise estabelecerão canais de cooperação público/privado e acelerarão a transferência de conhecimento dos centros geradores para a sociedade e para o mercado. Os programas Inovar da Finep, a Lei de

Inovação, bem como a criação das plataformas regionais de inovação já apontam para o incremento significativo da participação do setor privado na execução da pesquisa e desenvolvimento, segundo uma trajetória que atende, em primeiro lugar, aos interesses da sociedade brasileira. Um dos desafios das novas iniciativas é o de alcançar escala e escopo comensuráveis com as necessidades de nossa economia.

Da leitura deste documento, traços comuns emergem para a formulação de programas para a Ciência, Tecnologia e Inovação. A idéia de projetos integradores e cooperativos é recorrente, qualquer que seja o tema tratado. Na solução de problemas sociais urgentes ou na pesquisa fundamental – e, em muitos casos, como o documento exemplifica, há coincidência entre essas duas atividades –, a necessidade da união de esforços, de especialistas das mais diversas disciplinas e da comunidade interessada, se repete em todas as áreas.

Projetos integradores têm a vantagem de explorar a unicidade fundamental do conhecimento para acelerar seu avanço, mediante mecanismos de reforço mútuo de progressos em disciplinas vizinhas ou pela fertilização de idéias através das barreiras convencionais das disciplinas. Não há uma natureza física, outra química, outra biológica e, mais além, uma social ou outra econômica que trafeguem em vias estanques. A natureza é uma só, e tão mais rapidamente entrega seus segredos, quanto mais poderosa for a combinação das interrogações que sobre ela se fazem. Tais projetos têm ainda a vantagem de agregar conhecimentos de diferentes especialidades na busca de soluções para problemas de todo tipo, dos mais simples aos mais complexos – da provisão de emprego e renda ou saneamento básico para uma população carente, à cura de doenças, como a malária,

que afetam milhões de pessoas. Mas, e isto não é desprezível, eles têm também o atrativo pragmático do ganho rápido, da junção de esforços na busca da inovação e da redução de tempo do ciclo de geração de um novo produto que conquista mercados. Cooperação, redes, comunicação e intercâmbio de informações, movidos pela curiosidade, pelo altruísmo ou pela atração do ganho, são todos necessários para o rápido avanço do conhecimento.

A preservação da diversidade, seja biológica, seja institucional, seja ainda de campos de pesquisa ou de atividades econômicas, é outro tema que transpõe de quase todas as discussões deste documento. A biodiversidade, mais do que uma riqueza natural a ser preservada ou explorada sustentavelmente, é uma forma de a Natureza garantir sua estabilidade de longo prazo. A vida é sujeita a toda espécie de “choques” externos – mudanças lentas ou rápidas do meio ambiente, introdução de novas espécies, catástrofes naturais de maior ou menor amplitude – e, apesar disso, sob uma forma ou sob outra, ela continua a existir, porque sua diversidade lhe garante, coletivamente, ainda que não individualmente, a necessária capacidade de adaptação e sobrevivência. Do mesmo modo, a diversidade de um sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação é a garantia de sua estabilidade no longo prazo – ninguém pode prever com segurança de onde surgirá a próxima descoberta que mudará o curso da economia mundial, como ninguém sabe onde surgirá a próxima ameaça devastadora à saúde pública ou ao meio ambiente. A diversidade do sistema garante sua capacidade de dar resposta a desafios e ao aproveitamento das oportunidades que se sucedem, cada vez com maior rapidez. Isto impõe a necessidade de incrementarmos e qualificarmos o esforço nacional em CT&I.

Cooperação e diversidade resumem, assim, dois dos principais temas de fundo deste documento e, certamente, merecem figurar com realce na discussão das Diretrizes Estratégicas.

Como assinalado, a telemática e a biotecnologia formam a base da mais recente revolução mundial do conhecimento e da produção. O que, além delas, aguarda a humanidade no século que se inicia é impossível saber. Nanotecnologias, materiais especiais, neurociências, novas técnicas de manufatura, a exploração de grandes fronteiras ainda em aberto, como os oceanos e o espaço, reservam surpresas, se a história é um indicador. Contudo, nem os grandes avanços científicos e tecnológicos do século XX, nem as transformações sociais que deles decorreram anteviam-se no horizonte um século atrás. Só por extraordinária ingenuidade se poderia supor que o conhecimento disponível no alvorecer deste novo século será mais importante dentro de cinquenta anos do que tudo quanto ignoramos neste momento. Nessas circunstâncias, construir o futuro significa fortalecer e expandir um sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação capaz de enfrentar, de forma sustentável, os “choques de conhecimento” que estão por vir.

A situação atual do Brasil não o condena a uma perpetuidade de atraso. Bem ao contrário, o que este documento procurou mostrar foi o extraordinário caminho percorrido nos últimos cinquenta anos, as iniciativas transformadoras atualmente em curso e as fantásticas oportunidades para o futuro. Procurou mostrar, igualmente, que, para a próxima década, há uma consciência clara das demandas mais prementes e das dificuldades a vencer. No curto prazo, muito do que precisa ser feito já se encontra bem encaminhado e estão delineadas as linhas mestras de atuação. A chave do caminho do futuro encontra-se no

exemplo da ação pertinaz e conseqüente, orientada por uma visão de longo prazo da construção do País, que caracterizou o crescimento da Ciência e Tecnologia no Brasil nas últimas cinco décadas.

Dois fatos contribuem para a possibilidade do País queimar ou abreviar etapas de seu desenvolvimento científico e tecnológico e, em poucas gerações, situar-se entre as nações líderes da humanidade. Em primeiro lugar, Ciência, Tecnologia e Inovação tendem a ser o produto do trabalho de jovens, uma “matéria-prima” de que o País dispõe em abundância e que não pode desperdiçar. Dadas condições institucionais adequadas, CT&I são bastante fáceis de serem aprendidas e desenvolvidas pelos jovens, como o demonstra a agilidade com que qualquer criança manuseia as últimas novidades tecnológicas, enquanto seus pais se atrapalham à vista de um simples controle remoto. Daí a preocupação com a absorção de recém-doutores e sua fixação no mercado de trabalho. Essas condições institucionais incluem cooperação, diversidade e sustentabilidade e vale, ainda, adicionar a essas a flexibilidade indispensável para fazer frente às constantes mudanças de um sistema extremamente dinâmico. Em segundo lugar, precisamente os “choques de conhecimento”, que alteram a configuração das disciplinas, tornando algumas ultrapassadas e criando novas, fazem com que recém-chegados não tenham uma desvantagem insuperável em relação aos velhos sistemas estabelecidos. Onde, de repente, tudo está por descobrir e por fazer, as posições do jogo voltam praticamente à estaca zero, as barreiras de entrada se reduzem e os jogadores se igualam. Foi isto que permitiu, por exemplo, que o Brasil, em tão pouco tempo, se projetasse internacionalmente no cenário da genômica ou conquistasse uma posição única na exploração submarina de petróleo. Quando, dentro de alguns anos, o sistema

nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação ganhar ainda mais em dimensão e em sustentabilidade, o que hoje são eventos excepcionais passarão a ser a regra, pois esta é a lógica do processo de desenvolvimento científico e tecnológico.

Novas organizações de pesquisa e desenvolvimento serão necessárias para abarcar a crescente diversidade de áreas do conhecimento, mas serão, igualmente, importantes para reduzir desigualdades regionais. Novas modalidades de organização cooperativa da pesquisa e desenvolvimento, concomitantemente, terão de ser exploradas, visando aproveitar as tecnologias da comunicação e da informação na aceleração do avanço do conhecimento e da superação das barreiras da distância e do isolamento geográfico e cultural de novos centros que venham a surgir.

Novos organismos de gestão, como o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, em implantação; novas fontes de recursos, como os fundos setoriais; novos instrumentos de fomento que terão de ser definidos; e a crescente participação do setor privado contribuirão para a manutenção e expansão do sistema.

A necessidade de inclusão definitiva do tema inovação na agenda econômica brasileira é uma conclusão também marcante das discussões apresentadas nesse Livro. Isto passa pela necessidade de internalizar mais conhecimento nas empresas e, em especial, difundir tecnologia junto às pequenas e médias empresas para torná-las competitivas e aptas a explorar oportunidades de negócios em um mundo globalizado. A nova economia, a economia da informação, do aprendizado ou do conhecimento, como quer se defina essa nova dinâmica, será marcada pelo papel estratégico da Ciência, da Tecnologia e da Inovação. Um ambiente favorável à inovação, que estimule das

mais diversas maneiras o esforço privado em P&D, é um requisito do futuro. É um requisito da geração de mais e melhores empregos, da melhoria da inserção internacional da economia brasileira. É, enfim, um requisito de qualquer trajetória de desenvolvimento para o País.

A articulação entre o MCT e outros órgãos do Governo Federal, com estados, municípios e com o setor privado são apenas aspectos, desta feita de caráter institucional, do trinômio cooperação, diversidade e sustentabilidade, já mencionado. A crescente demanda pela ação regional e local em CT&I é um fato muito positivo. Cabe ao MCT o papel de articulador das múltiplas oportunidades de interlocução e de parceria entre os mais variados agentes do sistema, para alcançar os objetivos do esforço nacional em CT&I. As dimensões do País e o tamanho de sua população dão, a qualquer problema de relevância nacional, uma escala que poucas nações possuem. Nada no Brasil é pequeno – desafios ou soluções. Unir competências e respeitar a diversidade de demandas é o caminho da sustentabilidade do sistema.

Inserir o Brasil nos novos padrões internacionais de CT&I significa aproveitar a experiência de outros países e contribuir com sua própria experiência para o benefício de outros povos, mediante uma cooperação internacional pautada por uma agenda política de interesse nacional. É preciso definir novos enfoques, mais abrangentes, que espelhem a dinâmica do setor no País e no exterior, possibilitem manter o País em sintonia com o que se passa no mundo e na região em CT&I.

O processo que ora se inicia de definição das Diretrizes Estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação, na próxima década, deve ser visto como algo

que precisa ter continuidade, que não se encerra com a realização da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, ou com a posterior publicação de um documento, o Livro Branco, que sintetizará as conclusões das etapas percorridas neste ano e as opções do Ministério da Ciência e Tecnologia. Quaisquer que sejam essas opções, pela própria dinâmica do processo criativo da Ciência, Tecnologia e Inovação, elas certamente serão revistas em menos de uma década. Dez anos é prazo longo demais para imaginar que as diretrizes manterão, em sua totalidade, relevância e pertinência. O que mais importa é perenizar o debate e, sobretudo, o enfoque estratégico das políticas de CT&I. Uma das Diretrizes que já se desenha e que, justamente, espera-se seja mantida é a que diz respeito à necessidade desse debate permanente, que será estimulado pela criação do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos e que poderá ensejar, no futuro, a convocação de novas Conferências Nacionais. É inevitável, contudo, que o debate evolua na sua forma, nos seus mecanismos e no seu conteúdo, à medida que o sistema de CT&I se expanda e incorpore novos agentes.

O momento é mais do que oportuno para se impulsionar definitivamente este debate nacional. Bem aproveitá-lo é o desafio maior para a Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil hoje.

The background features a complex, abstract pattern of a grid of squares that recedes into the distance, creating a strong sense of depth and perspective. The grid lines are slightly curved, giving it a tunnel-like appearance. The squares are rendered in various shades of gray, with some appearing brighter and more prominent than others, suggesting a light source or a specific focal point. The overall effect is one of a vast, digital or architectural space.

**PERSPECTIVAS DA COOPERAÇÃO
INTERNACIONAL EM CT&I**

PERSPECTIVAS DA COOPERAÇÃO INTERNACIONAL EM CT&I

É direto e legítimo o interesse dos países em desenvolvimento – cuja população corresponde a mais de quatro quintos da humanidade – na definição do novo paradigma de desenvolvimento global, que se funda no conhecimento e na inovação; em sua difusão e também no modo pelo qual deverá condicionar o futuro do planeta. Têm eles contra si próprios, no entanto, a desvantagem das tradicionais assimetrias políticas, econômicas e tecnológicas, que qualificam sua posição no mundo e os diferenciam dos principais centros do sistema internacional.

Parece existir hoje uma rara oportunidade para que se redefinam, de maneira mais favorável, a inserção e a equitativa integração desses países na ordem mundial. Se esse processo avançar, as nações em desenvolvimento passarão a ter melhor acesso ao conhecimento, mais facilmente modernizarão seus meios e procedimentos, desenvolverão ou adaptarão, individual ou coletivamente, novas tecnologias.

No Brasil, a política de CT&I se operacionaliza no contexto das realidades políticas. Ao governo, cabe criar um ambiente favorável – interno e externo –, um espaço de reflexão e de crítica, mas, acima de tudo um espaço, no qual, com a participação ativa

da comunidade acadêmica, a sociedade e os meios políticos trabalhem com vistas a dar viabilidade aos avanços científicos e tecnológicos, que são imprescindíveis para garantir o futuro do País.

Nas últimas décadas, a cooperação pontual e individual ensejou marcante presença dos pesquisadores e cientistas brasileiros no cenário mundial. Proporcionou, aqui e ali, avanços no conhecimento, mas um progresso relativamente menor no desenvolvimento tecnológico. Demonstrou mesmo as sérias limitações do processo que se convencionou chamar de transferência de tecnologia e, por outro lado, evidenciou a necessidade de promover-se a internalização do conhecimento sobre o País, que se acumulou em importantes centros de pesquisa no exterior, em função de ações de cooperação internacional.

É visível, na fase atual, a necessidade de mudança na política de cooperação internacional em CT&I do País. As transformações em curso no plano mundial e as carências nacionais em CT&I demandam iniciativas transformadoras. Nesse panorama, estão defasadas as premissas, práticas e metodologias de trabalho dominantes na cooperação internacional em CT&I com o Brasil, assim como tornaram-se antiquados os

objetivos que as vêm orientando há décadas.

Novos enfoques fazem-se necessários. Na perspectiva desta década, a cooperação internacional em CT&I demanda atualização e ampliação de conceitos, reprogramação de atividades e criação de instrumentos, assim como a adoção de aperfeiçoamentos institucionais.

Nesta etapa, inexistente – por ineficaz e, mesmo, contraproducente –, a opção da simples manutenção do *status quo* em cooperação internacional. Parece necessário, pelo contrário, identificar e realizar as potencialidades existentes no sistema internacional, mobilizar recursos, imprimir nova dinâmica e acrescentar novos conteúdos ao esforço de cooperação internacional.

Para além de ampliar a mobilidade, a atualização e a presença dos pesquisadores brasileiros junto aos principais centros da ciência mundial, será preciso reforçar a prioridade conferida aos temas mais relevantes da agenda nacional do conhecimento e da inovação. Do mesmo modo, não bastaria estimular e facilitar o acesso individual ou coletivo ao conhecimento gerado no exterior, mas seria igualmente fundamental reforçar a capacidade de absorvê-lo e de gerar tecnologias por parte das próprias instituições brasileiras de pesquisa e desenvolvimento.

O quadro externo não é inteiramente favorável ou “amigável”. Se, por um lado, comprova-se a aceleração do avanço científico e tecnológico mundial, por outro, acentua-se, a despeito de toda a retórica da globalização, o risco de concentração do conhecimento e inovação nas mãos de alguns poucos países desenvolvidos. O acesso internacional ao conhecimento é, na verdade, complexo e, em certos casos, inexistente.

Além disso, é altamente provável que o ritmo da revolução científica e tecnológica mundial ainda se acelere, de modo significativo, nesta década, tendo em vista os previsíveis avanços, de caráter tanto sistêmico – com a generalização da aplicação das tecnologias da informação – quanto pontual. As pressões geradas pela competição global e regional estimulam a clareza quanto às perspectivas da cooperação internacional e a concentrar a atenção no papel a ser desempenhado, no Brasil, pelo esforço nacional em CT&I, na vigência de uma era marcada por deslocamentos sociais e pelo alargamento da marginalização tecnológica em escala mundial.

É preocupante que se esteja instalando – no bojo da globalização – a tendência ao aprofundamento do hiato científico e tecnológico, com severos impactos de toda ordem. As tecnologias da informação vêm acompanhadas de perto pelo espectro da exclusão digital, pelo estabelecimento de uma divisória sofisticada a separar, ainda mais que no passado, os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento, em termos de sua sobrevivência no competitivo contexto do mercado internacional. O domínio da gama crescente de altas tecnologias não se tem difundido no mundo em desenvolvimento na velocidade e amplitude desejáveis.

O grupo seletivo dos países avançados vê melhorarem suas perspectivas. Já os demais, aqueles que não integram tal grupo, mesmo os que mais condições reúnem, encontrarão crescentes dificuldades para participar do avanço científico e tecnológico mundial, nas décadas vindouras. Estão, em consequência, desde já compelidos, individualmente ou em parceria, à realização de esforços de grande porte que sejam simultaneamente adicionais, deliberados e de cunho estratégico.

No mundo contemporâneo, é inescapável a dimensão internacional da Ciência e da Tecnologia, tendo em vista as condições em que são conduzidas. Bom exemplo desse fenômeno está nos padrões de recrutamento acelerado, em países em desenvolvimento, de pessoal qualificado, por parte das principais nações desenvolvidas, com o fim de suprir suas necessidades. Essa nova política, que altera o mercado mundial de trabalho especializado, exigirá que o Brasil e outros países se empenhem no sentido de se situarem nesse mercado. Propõe-se que esse complexo tema seja objeto de amplo debate, com a participação interessada de círculos acadêmicos, empresariais e governamentais.

É evidente e necessária a relação entre modernização do perfil da cooperação internacional e participação crescente do setor privado. A cooperação internacional em CT&I poderá facilitar o acesso do setor empresarial brasileiro aos circuitos internacionais de P&D, os quais, para a boa execução de suas atividades, fortalecerão sua demanda por recursos humanos altamente qualificados e pela produção interna de conhecimento.

Por outro lado, ainda no concernente ao âmbito internacional, estão sendo estabelecidas condições que levem as empresas a realizar ou incrementar investimentos em P&D no Brasil, de modo que se reproduza no País a sinergia entre empresas, universidades, centros de pesquisa e governo existente nos países desenvolvidos.

Na economia globalizada, parece afirmar-se o desenvolvimento conjunto, compartilhado, de novas tecnologias, como uma trajetória eficiente e prioritária – a exemplo do que já ocorre tradicionalmente nos projetos de cooperação em ciências fundamentais

e nas “*hard sciences*”. Com o crescimento da participação das empresas nos investimentos nacionais em P&D e com a adequada condução de nossas ações na área internacional, maior será a autonomia na geração de tecnologia, contrariamente ao que, com as poucas exceções, tem acontecido ao longo do processo de industrialização no Brasil, marcado mais pela aquisição de tecnologias ultrapassadas, que pela autonomia tecnológica. Nestas condições, o processo integral de produção, operação e comercialização da tecnologia poderá efetivar-se de maneira mais ágil e plena, evitando-se a inserção subalterna do Brasil no mercado internacional da inovação, de novos produtos e serviços.

É nesse vasto contexto que o Brasil deve buscar a otimização da cooperação internacional em CT&I, ajustando-a aos atuais desafios de nossa sociedade e economia.

Coloca-se, com clareza, a necessidade de resolver, em definitivo, nesta década, problemas tipicamente brasileiros em matéria de CT&I. Muitos deles são “tradicionalistas”, como, por exemplo, carência e instabilidade de recursos; desatualização da gestão; déficit de desenvolvimento tecnológico, desatendimento de necessidades específicas de pesquisa com relação à Amazônia e Semi-árido, levantamento da biota brasileira, ciências do mar etc. Uma das questões fundamentais é, sem dúvida, a concentração excessiva do esforço nacional de C&T nas regiões Sudeste e Sul e a conseqüente necessidade de promover uma regionalização maior dos esforços nacionais. Todos esses problemas têm sido objeto de ativo tratamento, em tempos recentes.

Em outro corte, é preciso enfrentar o chamado desafio da relevância e deixar perfeitamente explícita a dedicação da CT&I à solução dos problemas sociais

e econômicos do País, quer dizer ao atendimento dos reclamos da sociedade, por um lado, e das necessidades do setor produtivo, por outro. Em termos de geração de conhecimento e de inovação, tornou-se imprescindível, tanto manter a sintonia com o que de mais avançado se está produzindo no mundo, de modo a assegurar-se a competitividade internacional do País, quanto refinar a sensibilidade do sistema nacional de CT&I para as grandes questões da realidade nacional e internacional.

Em síntese, será necessário que esse sistema atue, a um só tempo, nas fronteiras do conhecimento, na promoção de pesquisas avançadas e na solução da questão tecnológica brasileira, assim como no plano da realização das vocações nacionais e regionais, em matéria de CT&I. Em todas essas áreas, a cooperação internacional em CT&I tem papel relevante e estratégico a desempenhar.

A cooperação internacional está sendo reforçada no âmbito do MCT, suas agências e institutos, com vistas, sobretudo, ao melhor acesso ao conhecimento e à competitividade internacional. A cooperação com os países desenvolvidos é certamente desejável e mesmo imprescindível, na medida em que proporciona acesso ao que de melhor se faz na ciência. Mas não deve ser uma rota exclusiva, nem deve obscurecer as oportunidades de ação conjunta com países em desenvolvimento, que muitas vezes enfrentam desafios semelhantes aos brasileiros, nem de qualquer forma fazer olvidar a necessidade de sustentar e ampliar o esforço nacional em CT&I.

No passado, de modo geral, os acordos de cooperação científica e tecnológica entre nações quase não passavam de declaração de boas intenções, de cooperação assistencialista e de intercâmbio de pesquisa-

dores – sem dúvida este último é ferramenta útil, mas de alcance limitado. Muitos dos instrumentos firmados no plano internacional encontraram dificuldades para sair do papel e serem executados.

A experiência indica que são eficazes os projetos bem focalizados, ou seja, concebidos em torno de um objetivo preciso. Por exemplo, a cooperação com a China na área espacial, para construção da série de satélites CBERS, tem proporcionado a execução de interessantes projetos de pesquisa científica, o desenvolvimento da tecnologia espacial e o envolvimento da indústria brasileira no desenvolvimento e fornecimento de componentes de satélites, além da possibilidade de acesso ao exclusivo mercado de produtos e serviços espaciais - como fornecedor, e não mais apenas como usuário.

Integram o atual arsenal de medidas inovadoras, *inter alia*, a generalização das redes de pesquisa, a atualização da política de mobilidade de pesquisadores, a revisão da política de bolsas no exterior e a criação de uma política específica de recrutamento e fixação de talentos, assim como o esforço de atração de investimentos no Brasil por parte de empresas de alta tecnologia.

Com relação a todos esses aspectos, coloca-se a necessidade da mobilização da cooperação internacional em CT&I, um dos veículos de acesso ao conhecimento internacionalmente disponível e, ao mesmo tempo, fonte potencial de recursos para ações cooperativas de interesse brasileiro. Essas ações devem estender-se também aos níveis locais, aproveitando o espaço aberto pelas ações do MCT com vista à desconcentração regional da pesquisa e da inovação brasileiras.

No quadro dos esforços de sintonia entre o que se passa no exterior e de ampliação e intensificação de

atividades nacionais, caracterizaria-se a premência da revisão completa da política de cooperação internacional, de acordo com os seguintes parâmetros:

- expansão dos campos de atividade, com vistas a dirigi-las para as áreas da fronteira do conhecimento e da inovação, bem como para a realização das vocações nacionais, regionais e estaduais, com a atualização dos presentes acordos e programas e a conclusão de novos instrumentos internacionais;
- Intensificação da execução das atividades, mediante a mobilização de novos instrumentos e recursos, com apoio à academia e ao empresariado. Articulação e orientação deliberada dos esforços nacionais de cooperação internacional em CT&I, preservado naturalmente o indispensável potencial de criatividade acadêmica;
- reconhecimento de que a pesquisa e o desenvolvimento têm caráter internacional, mas que, ao mesmo tempo e com intensidade crescente, impõe-se o avanço do esforço nacional de CT&I, como condição de desenvolvimento, bem-estar e soberania, na construção do futuro do País;
- avaliação das perspectivas de transferência internacional de tecnologia em termos de aquisição, licenciamento e venda, em termos favorecidos ou não;
- desenho de um programa para promoção da internalização da massa de conhecimentos sobre o Brasil existente em importantes centros de pesquisa no exterior;
- prioridade a pesquisas conjuntas ou coordenadas e pesquisas e desenvolvimento tecnológico cooperativo, no Brasil e no exterior, com o desenho de um programa nacional dirigido a tais atividades;

- percepção de que é necessário ao Brasil não só receber cooperação internacional em CT&I, mas também articular esforços de sua prestação a países em patamares de C&T semelhantes ou inferiores aos nossos, em especial em regiões com que mantenhamos vínculos imediatos. Exame da generalização de fundos brasileiros de cooperação internacional em CT&I, a partir das experiências do Fundo Coreano e do Fundo Sul-Americano, de modo a prover condições de financiamento estável das atividades de cooperação internacional;

- tipificação dos programas e projetos de cooperação internacional em: (a) de interesse primordial brasileiro e, portanto, prioritários e parte de nosso esforço nacional, que se conduzem com a cooperação estrangeira; ou (b) de interesse conjunto com outros países, a receberem tratamento diferenciado, em seus estatutos, objetivos, financiamento, gestão etc;

Tudo isso, tendo em vista os altos requisitos de desempenho que exigem as realidades mundiais e brasileira, criação de mecanismos avançados de informação, prospecção, coordenação, acompanhamento e avaliação da cooperação internacional, no âmbito do MCT, englobando suas agências e institutos.

Além disso, mecanismos abrangentes de articulação da cooperação internacional devem ser estabelecidos, sob liderança do MCT, com vistas à interação moderna, ágil e cooperativa, entre distintos atores em CT&I: órgãos do Executivo, secretarias estaduais, fundações de amparo, universidades, centros de pesquisa, sociedades científicas, grupos de pesquisa, pesquisadores, empresários etc. Em particular, recomenda-se a melhor integração entre MCT e Ministério das Relações Exteriores, o qual realiza uma va-

riedade de esforços de cooperação internacional.

Os programas, projetos e os mecanismos institucionais de CICT devem ser desenvolvidos de maneira diferenciada, tendo presentes os seguintes campos de atividade:

Cooperação bilateral

Os princípios gerais desse campo de trabalho dizem respeito às peculiaridades de cada país e às possibilidades objetivas de cooperação; o desenho de programas específicos; a criação de mecanismo institucionais (fundos, comitês de gestão compartilhada, grupos bilaterais, etc.), e a programação da utilização intensiva das Casas do Brasil e Centros de Estudos, em especial os apoiados pelo MCT.

Cada um dos instrumentos internacionais de CICT, recentemente firmados ou em vias de conclusão com a Alemanha, Coréia, Índia, França, Austrália, China, Espanha, Chile, incorpora elementos inovadores, substantivos ou de procedimento, que permitem a melhor coordenação de esforços, a expansão da cooperação em novos e avançados campos, melhores instrumentos, recursos adicionais e organização de programas abrangentes.

COOPERAÇÃO BILATERAL COM PAÍSES AVANÇADOS QUE SÃO TRADICIONAIS PARCEIROS DO BRASIL. É necessário desenhar programas diferenciados para cada um desses países, e muito especialmente com relação aos EUA, cujas metodologias de trabalho são muito diferentes das dos demais, e cuja participação no avanço da C&T mundiais é hoje preponderante.

Já tem sido sinalizada pelo MCT aos principais parceiros desenvolvidos do Brasil a disposição de mo-

dernizar a cooperação e adaptá-la à nova fase da Ciência e Tecnologia no País e aos novos rumos da ordem mundial. A agenda comum de CICT deve mudar para que possa melhor refletir as novas realidades.

COOPERAÇÃO BILATERAL COM OUTROS PAÍSES AVANÇADOS, que são nossos parceiros ocasionais e com os quais a cooperação não tem tido base e volume permanentes. Estamos dando novos passos, no sentido de incorporar parcerias não tradicionais, com países tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento, especialmente os mais dinâmicos. No ambiente mundial, as formas tradicionais de cooperação tendem a ceder lugar ao desenvolvimento conjunto e compartilhado da pesquisa e da inovação, do qual é emblemático o exemplo da cooperação sino-brasileira.

COOPERAÇÃO BILATERAL COM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO DA ÁSIA, DA AMÉRICA LATINA (EM PARTICULAR A AMÉRICA DO SUL) E COM PAÍSES AFRICANOS. A atitude brasileira em CICT deve ser medida por nossos interesses no campo do conhecimento e da tecnologia a longo prazo de cada Região, e pelos laços históricos, étnicos, culturais e econômicos que a elas nos ligam.

Entre os países asiáticos, o caso da China é especial, tendo em vista existir uma cooperação em andamento do maior interesse, no desenvolvimento dos satélites sino-brasileiros CBERS e que agora está tornando possível expandir a cooperação bilateral para outros campos de vanguarda. A Coréia é outro parceiro com o qual vêm-se desenvolvendo tratativas de especial alcance no último ano, com a criação do Fundo Brasil-Coréia e com o desenho, que está em processo, de um programa de cooperação. Com a Índia, a cooperação está-se acelerando e revela um potencial de grande interesse.

Com as nações africanas, procura-se desenvolver a CTCI no contexto da CPLP, ou em outros contextos bilaterais específicos. No caso de Moçambique, já estão abertas algumas possibilidades, que devem ser exploradas em curto prazo.

Serão também fortalecidas as possibilidades de cooperação com países da América do Sul e da América Latina. O Brasil está consciente da necessidade de apresentar um perfil de cooperação regional em C&T compatível com suas dimensões econômicas, presença política e necessidades ambientais. Nesse quadro, tem relevância a iniciativa do Presidente Fernando Henrique Cardoso da realização, em agosto de 2000, em Brasília, da Reunião de Cúpula Sul-Americana, na qual se começou a desenvolver novos instrumentos de cooperação no campo da Ciência e Tecnologia, com o anúncio do Fundo Sul-Americano. Dadas as perspectivas então abertas, Peru, Equador, Paraguai, Chile e a própria Argentina já sinalizaram interesse em encetar iniciativas conjuntas ao amparo do Fundo.

Cooperação Multilateral

Em especial com as Nações Unidas e sua família de Agências, Organismos e Programas; outras organizações de âmbito mundial como a Organização Mundial do Comércio (OMC) e a Organização Mundial da Propriedade Industrial (OMPI); a Organização dos Estados Americanos (OEA); os órgãos de cooperação ibero-americana; a Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP); União Européia, inclusive a Agência Espacial Européia (ESA) e a Agência Européia de Energia Atômica (Euratom); os órgãos de cooperação regional sul e latino-americana, como o Mercosul.

Negociação de Questões Globais

Em temas como mudanças climáticas; exclusão digital, ozônio, proibição de armas químicas, tecnologias de uso duplo, biodiversidade, biossegurança, propriedade intelectual etc.

Atração de investimentos (empresas) de alta tecnologia

Articulação entre políticas de atração de investimentos de alta tecnologia e políticas de desenvolvimento científico e tecnológico para o Brasil.

Captação de recursos

Junto ao Banco Mundial, Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), fontes bilaterais, *International Council of Scientific Unions (ICSU)*, e outras fontes.

Cooperação no plano da política científica e internacional

Com o apoio à presença brasileira nos principais fóruns científicos: ICSU, Painel Inter-Academias, interação da Academia Brasileira de Ciências com as demais academias nacionais e com a Academia de Ciências do Terceiro Mundo, Conferências Mundiais de Ciência e Tecnologia etc.

Possíveis Instituições ou Mecanismos

Com a criação de uma instância no MCT, que funcionaria como núcleo de inteligência, coordenação e execução em CICT e teria tarefas do seguinte tipo:

- **Prospecção** das necessidades nacionais, regionais e estaduais; prospecção setorial; das potencialidades

brasileiras para a prestação de CICT; das oportunidades de recebimento ou prestação de CICT.

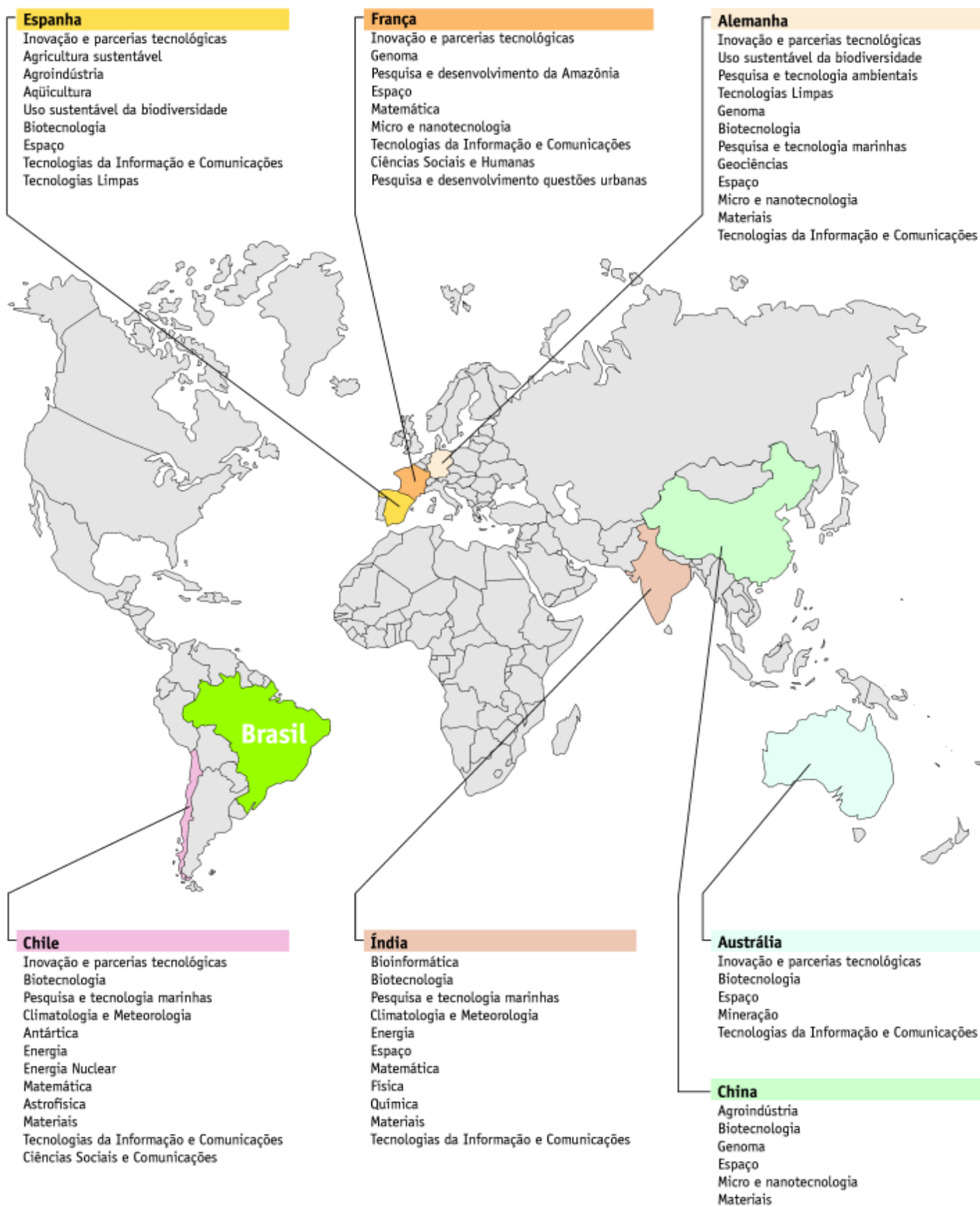
- **Informação, acompanhamento e avaliação.**
- **Atração de talentos e política de formação de recursos humanos no exterior.**
- **Planejamento estratégico:** caracterização dos diferentes tipos de esforço em CICT, levantamento de premissas, objetivos, metodologias etc.

Com a já mencionada evolução da ordem mundial e as mudanças em curso no País – inclusive o estabelecimento de novos patamares de financiamento da pesquisa e da inovação – abre-se uma nova fase na gestão da CICT. Seus principais elementos são a intensificação da cooperação científica, a busca da inovação tecnológica – essencial para a obtenção de ganhos de produtividade –, o entendimento das novas funções que o apoio externo pode desempenhar na aceleração do nosso esforço nacional em C&T, e o exercício de discernimento e critério não apenas com relação às parcerias que desejamos estabelecer, mas também relativamente às áreas-chave de cooperação com cada parceiro.

O novo cenário permite, portanto, projetarmos expectativas mais ambiciosas, na medida em que a pesquisa brasileira ganha maior autonomia financeira e pode exercer maior seletividade em seus temas de interesse, tornando-se, por outro lado, parceira mais atraente em termos de CICT. Está-se verificando, por conseguinte, ampla renovação do interesse de outros países em cooperar com o Brasil no campo da CT&I. Cria-se ambiente propício não apenas para o estabelecimento de novos programas cooperativos, mas também de revigoração de programas tradicio-

nais, em conformidade com uma avaliação estratégica por parte do Brasil. A temática de interesse da cooperação internacional amplia-se e atualiza-se consideravelmente, passando a requerer novo esforço indutivo para que as distintas ações, conduzidas com diferentes países, evitem lacunas, sejam complementares e não impliquem duplicidade desnecessária de esforços.

Iniciativas Recentes do Brasil em Cooperação Internacional em Ciência, Tecnologia e Inovação:
Memorandos de Entendimento Assinados pelo MCT a partir de julho de 1999 com parceiros tradicionais e novos.



SIGLAS, ACRÔNIMOS E SIMILARES

Abipti	Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARS/USDA	Centro de Pesquisa da USDA/ARS, Califórnia, EUA
ADCT II	Ato das Disposições Constitucionais Transitórias II
AEB	Agência Espacial Brasileira
Anamet	Agência Nacional de Meteorologia
Anatel	Agência Nacional de Telecomunicações
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
Anpei	Associação Nacional de Empresas de Pesquisa Industrial
Anprotec	Associação Nacional de Parque e Pólos Tecnológicos
Antac	Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Avibrás	Indústria Aeroespacial S.A
BASA	Banco da Amazônia S.A
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIN-BR	Rede Brasileira de Informação em Biodiversidade
Biota/Fapesp	Programa de Biodiversidade/Fapesp
BNB	Banco do Nordeste Brasileiro
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
C&T	Ciência e Tecnologia
Cirad	Centro de Cooperação Internacional de Pesquisas Agronômicas para o Desenvolvimento
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
Caged	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CAIS	Central de Atendimento a Incidentes de Segurança da RNP
CAST	<i>Chinese Academy of Space Technology</i>
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior
CBERS	<i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CCT	Componente de Pesquisa em Ciência e Tecnologia
CDC	<i>Center for Disease Control</i>
CDIN	Centro de Desenvolvimento Tecnológico Nuclear
CEE	Centro de Estudos Estratégicos
CEME	Central de Medicamentos
Cepem	Centro de Pesquisa de Medicina Tropical
CENA	Centro de Energia Nuclear na Agricultura
Centec	Centro de Ensino Tecnológico
Cepel	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica
Cepid	Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão
Cetec	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Cetem	Centro de Tecnologia Mineral/MCT
CGE	Centro de Gestão Estratégica/MCT
CG-I.BR	Comitê Gestor Internet Brasil
CGSI	Comitê Gestor de Segurança da Informação
CHRC	<i>Commission on Health Research for Development</i>
CIRM	Conselho Interministerial de Recursos do Mar
CLA	Centro de Lançamento de Alcântara
CLBI	Centro de Lançamento Barreira do Inferno
CMA	Comando Militar da Amazônia
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Colab	Laboratório de Poços de Caldas
Coodetec	Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico

CPLP	Comunidade dos Países de Língua Portuguesa
CPqD	Fundação Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
CPRM	Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais/MME
CPTEC/INPE	Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/INPE
Crada	<i>Cooperative Research Development Agreement</i> - EUA
CRC	<i>Cooperative Research Center</i> - AUS
CRIA	Centro de Referência em Informação Ambiental
CRV	Centro de Realidade Virtual
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CTA	Centro Tecnológico da Aeronáutica
CTCCA	Centro Tecnológico do Couro, Calçados e Afins
CTEnerg	Plano Nacional de Ciência e Tecnologia para o Setor de Energia
CTHidro	Fundo de Ciência e Tecnologia em Recursos Hídricos
CTM-SP	Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo
CVT	Centros Vocacionais Tecnológicos
Deped	Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento
Diang	Distrito de Angra dos Reis
Dieese	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
Difor	Distrito de Fortaleza
DLIS	Desenvolvimento Local Integrado e Sustentável
EBTU	Empresa Brasileira de Transporte Urbano
e-Gov	Governo Eletrônico
Eletronuclear	Eletronuclear S.A.
Embraer	Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.
ENC	Exame Nacional de Cursos
ENHR	<i>Essential National Health Research</i>
EOS	Programa da Nasa para melhor previsão de secas no Nordeste brasileiro
ETAs	Estações de Tratamento de Água
ETEs	Estações de Tratamento de Esgotos
Euratom	Agência Europeia de Energia Atômica
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FAP	Fundação de Amparo a Pesquisa
Faperj	Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro
Fapesp	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FDA	<i>Food and Drug Administration</i> (EUA)
Finep	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Fucapi	Fundação do Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica
Funttel	Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações
FUST	Fundo de Universalização de Telecomunicações
GBF	<i>Gesellschaft für Biotechnologische Forschung</i>
Geipot	Grupo de Estudos para a Integração da Política de Transportes
GM	Geneticamente Modificados
GPS	<i>Geographic Positioning System</i>
HSB	Sensor de Umidade Atmosférica
Labin	Rede Intra-Americana de Informação em Biodiversidade
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
Iapar	Instituto Agrônomo do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ibict	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
Icann	<i>The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers</i>
ICSU	<i>International Council of Scientific Unions</i>
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEN	Instituto de Energia Nuclear
IFPRI	<i>International Food Policy Research Institute</i>
IMPA	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
IMS	<i>Institute of Mathematical Statistics</i>
INB	Indústrias Nucleares do Brasil
Infohab	Centro Nacional de Referência em Habitação

Siglas, Acrônimos e Similares

Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
Inmet	Instituto Nacional de Meteorologia
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
Inserm	<i>Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale</i>
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IPA	Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPEN	Instituto de Pesquisa Energética e Nuclear
IRD	Instituto de Radioproteção e Dosimetria
ISI	<i>Institute of Scientific Information</i>
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
ITEP	Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco
ITI	Instituto Nacional de Tecnologia da Informação
ITU	<i>International Telecommunications Union</i>
Labex/Embrapa	Laboratório Virtual da Embrapa no Exterior
LIT	Laboratório de Integração e Testes/INPE
LNA	Laboratório Nacional de Astrofísica
LNCC	Laboratório Nacional de Computação Científica
LNLS	Laboratório Nacional de Luz Síncrotron
MAA	Ministério da Agricultura e Abastecimento
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MD	Ministério da Defesa - Comandos do Exército, da Marinha e da Aeronáutica
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MEC	Ministério da Educação
MECB	Missão Espacial Completa Brasileira
Mercosul	Mercado Comum do Sul
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério das Minas e Energia
MS	Ministério da Saúde
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MTCR	Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NERI	<i>Nuclear Energy Research Initiative</i>
NTA	Núcleo de Tecnologia Aeronáutica
Nuclep	Nuclebrás Equipamentos Pesados
OCDE	<i>Organisation de Coopération et Développement Economique</i>
Ocepar	Organização das Cooperativas do Paraná
OEA	Organização dos Estados Americanos
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
OGMs	Organismos Geneticamente Modificados
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMM	Organização de Meteorologia Marinha
OMPI	Organização Mundial de Propriedade Intelectual
OMS	Organização Mundial de Saúde
ON	Observatório Nacional
ONSA	<i>Organization for Nucleotide Sequence and Analysis</i>
OPAS	Organização Panamericana de Saúde
PAA	Programa de Aerogeofísica da Amazônia
PACE	Programa de Apoio ao Comércio Exterior
Pacti	Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria
Pacto/USP	Programa de Administração em Ciência e Tecnologia - Fundação Instituto de Administração
PADCT	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PAEP	Pesquisa da Atividade Econômica Paulista
PAER	Pesquisa da Atividade Econômica Regional
Pasni	Programa de Auto-suficiência Nacional em Imunobiológicos
Patme	Programa de Apoio Tecnológico às Micro e Pequenas Empresas
PBQP	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Hábitat

Projeto Diretrizes Estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação

PCTGE	Programa de Ciência e Tecnologia para a Gestão de Ecossistemas
PDTA	Programa de Desenvolvimento Tecnológico Agrícola
PDTI	Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial
PEA	População Economicamente Ativa
PEC	Padrão de Exatidão Geográfica
PIB	Produto Interno Bruto
PIPE/Fapesp	Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas/Fapesp
PIITE/Fapesp	Parceria para Inovação Tecnológica/Fapesp
PME	Pequena e Média Empresa
PME/IBGE	Pesquisa Mensal de Empregos/IBGE
PNAD/IBGE	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios /IBGE
PNAE	Plano Nacional de Atividades Espaciais
PNDAAE	Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
PPA/MCT	Plano Plurianual do MCT
PPDSM	Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral
PPTA	Programa Paraíba de Tecnologia Apropriada
Proagro	Programa de Seguro à Agricultura
Probio	Programa de Biodiversidade
Prodes	Programa de Desflorestamento da Amazônia
Proditec	Programa de Difusão Tecnológica
Pronabio	Programa Nacional de Biodiversidade
Prosab	Programa de Saneamento Brasileiro
Protem	Programa de Tecnologia Mineral
ProTem-CC	Programa Temático Multiinstitucional em Ciência da Computação
PSRM	Plano Setorial para Recursos do Mar
PTA	Programa de Tecnologias Apropriadas
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais/MTE
Remav	Rede Metropolitana de Alta Velocidade
Redetec	Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro
RHAE	Recursos Humanos para Áreas Estratégicas
RHAE/DTI	Recursos Humanos para Áreas Estratégicas/Desenvolvimento de Tecnologia Industrial
RNP	Rede Nacional de Pesquisa
SCD	Satélite de Coleta de Dados
SAPS	Serviços de Alimentação Pública
SBIR	<i>Small Business Innovation Research</i>
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
Seade	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
Sebrae	Serviço de Apoio à Média e Pequena Empresa
Sebrae-SP	Serviço de Apoio à Média e Pequena Empresa - São Paulo
SEDU-PR	Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República
Sepin	Secretaria de Políticas em Informática e Automação
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
Sinaer	Sistema Nacional de Averiguação de Eventos Radiológicos
SinBiota	Sistema de Informação Ambiental - Fapesp
Sindae	Sistema Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais
SMM	Serviços Municipais de Metrologia
SNCT&I	Secretaria Nacional de Ciência, Tecnologia e Informação
SOFA/FAO	<i>State of Food and Agriculture/Food and Agricultural Organization</i>
SPEC	Subprograma do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Sprin	Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas
SSR	Satélite de Sensoriamento Remoto
TecPar	Instituto de Tecnologia do Paraná
TF	<i>Technology Foresight</i>
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TRIPs	<i>Trade-Related Aspects of Intellectual Property</i>
UNCSTD	<i>United Nations Conference on Science Technology and Development</i>
VLS	Veículo Lançador de Satélites
WFS	<i>World Food Summit</i>
ZEE	Zona Econômica Exclusiva
ZFM	Zona Franca de Manaus

LEGENDAS E CRÉDITOS DE FOTOS

Capa

Difração de proteína obtida com uso de raios-X produzido na fonte brasileira de luz síncrotron, LNLS/Igor Polikarpov.

Foto: Miguel Boyayan/Arquivo Fapesp

Mosaico de imagens obtidas por satélite mostra a região Amazônica.

Foto: Embrapa

Irrigação aumenta a produtividade no campo no Rio Grande do Norte.

Foto: Photo Agência/Eraldo Peres

Vacina contra o sarampo produzida na Fundação Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

Foto: Peter Illiciev/CCS - Fiocruz

Veículo Lançador de Satélites (VLS-1 V02), em vôo realizado em 11 de dezembro de 1999.

Foto: Equipe Foto LAE.

Linha de montagem de aviões na Embraer.

Foto: Embraer

Efeito visual em experimento de imã supercondutor.

Foto: Finep

Introdução

Efeito visual em experimento de imã supercondutor.

Foto: Finep

02

Em 11 de abril de 1951, o Almirante Álvaro Alberto da Motta e Silva toma posse como primeiro presidente do CNPq.

Foto: Antônio Valle/Arquivo CNPq

03

Estudantes observam maquete no Centro de Visitantes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em atividade de divulgação científica.

Foto: INPE

05

Em 22 de agosto de 1997, o SCD-2A, satélite construído no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, é encapsulado em contêiner para transporte até o local de lançamento.

Foto: INPE

07

Crianças participam de atividade lúdica com fins educativos no Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS.

Foto: Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS

07

Técnica trabalha em laboratório da Divisão de Geologia e Engenharia do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello (Cenpes).

Foto: Petrobras/Eliana Fernandes

07

Difração de proteína obtida com uso de raios-X produzido na fonte brasileira de luz síncrotron, LNLS/Igor Polikarpov.
Foto: Miguel Boyayan/Arquivo Fapesp 08

Vacina contra o sarampo produzida na Fundação Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.
Foto: Peter Illiciev/CCS - Fiocruz 08

Linha de montagem de aviões na Embraer.
Foto: Embraer 08

Especialistas preparam o SCD-2 para testes ambientais na câmara termovácuo do Laboratório de Integração e Testes do INPE.
Foto: INPE 09

Irrigação aumenta a produtividade no campo no Rio Grande do Norte.
Foto: Photo Agência/Eraldo Peres 09

Capítulo 1. Ciência, Tecnologia e Inovação: a dimensão do sistema no Brasil

Veículo Lançador de Satélites (VLS-1 V02), em voo realizado em 11 de dezembro de 1999.
Foto: Equipe Foto LAE 12

Menina observa painel de exposição no Museu da Vida, Casa de Oswaldo Cruz.
Foto: Arquivo Casa de Oswaldo Cruz 15

Fotoexposição de microestruturas em linha-piloto de microfabricação do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI).
Foto: ITI/Mário Belloni 17

Atividade no Instituto de Tecnologia em Fármacos de Manguinhos (Far-Manguinhos/Fiocruz).
Foto: Peter Illiciev/CCS-Fiocruz 21

Tecnologista faz ensaio de corrosão e degradação de materiais, no Instituto Nacional de Tecnologia (INT).
Foto: Guilherme Lessa/INT 35

Operadores observam lançamento da Sala de Controle no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA).
Foto: Arquivo CCS/AEB 39

Pesquisadora ajusta equipamento na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Foto: Antoninho Marmo Perri/Unicamp 41

Capítulo 2. Ciência, Tecnologia e Inovação: o avanço do conhecimento

Difração de proteína obtida com uso de raios-X produzido na fonte brasileira de luz síncrotron, LNLS/Igor Polikarpov.
Foto: Miguel Boyayan/Arquivo Fapesp 44

Microengrenagens para uso em microdispositivos fabricadas no LNLS, com 21 dentes, 47 milímetros de diâmetro e 13 milímetros de espessura, comparadas a uma formiga. Luís Otávio Ferreira.
Foto: Paulo César Silva, em microscópio eletrônico de varredura – LME/LNLS 46

Atividade de aprendizado no Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS. <i>Foto: Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS</i>	51
Aspecto parcial da exposição do Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS. <i>Foto: Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS</i>	53
Estudantes em aula no Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). <i>Foto: Antoninbo Marmo Perri/Unicamp</i>	55
Alunos no <i>campus</i> da Universidade de Brasília (UnB). <i>Foto: Photo Agência/Carlos Moura</i>	59
Visão panorâmica parcial da fonte brasileira de luz síncrotron, construída e operada pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). <i>Foto: Mário Belloni</i>	64
Técnico do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) trabalha na construção de câmara de ultra-alto-vácuo, destinada a uso em experimentos científicos no Fermilab, EUA, realizados por pesquisadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). <i>Foto: Nelson Chinalia</i>	65
Borboleta Azul – seda (<i>Morpho Menelaus</i>). <i>Foto: Museu Goeldi/Janduari Simões</i>	70
Seqüência de quatro fotos obtidas em microscópio eletrônico de varredura, mostrando a complexa estrutura da asa da Borboleta Azul. <i>Foto: Paulo César Silva, LME/LNLS</i>	70
Estrutura tridimensional de proteína Hexoquinase de levedura resolvida com aplicação de luz síncrotron, LNLS/Paula Kuser. <i>Imagem: Paula Kuser – CBME/LNLS</i>	71
Especialista examina documentos iconográficos em processo de restauração no Centro de Memória da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). <i>Foto: Antoninbo Marmo Perri/Unicamp</i>	76
Pesquisadores analisam imagem obtida por satélite na Embrapa Monitoramento por Satélite. <i>Foto: Embrapa</i>	77
Nanofio de ouro no momento de ruptura, estudado com o uso de microscópio eletrônico de transmissão de alta resolução, podendo-se observar os átomos individuais. <i>Imagem: Daniel Ugarte e Varlei Rodrigues – LME/LNLS</i>	79
Capítulo 3. Ciência, Tecnologia e Inovação: qualidade de vida	
Vacina contra o sarampo produzida na Fundação Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. <i>Foto: Peter Illiaciev/CCS – Fiocruz</i>	84
Uma cena comum nas grandes cidades brasileiras: aglomerado humano. <i>Foto: Photo Agência/Dado Galdieri</i>	87

Ônibus para uso urbano, equipado com motor a álcool desenvolvido no Brasil, em teste no Instituto de Aeronáutica e Espaço/CTA. <i>Foto: Arquivo LAE/CTA</i>	90
Trabalhador rural se prepara para mais um dia de trabalho no campo. <i>Foto: Antoninho Marmo Perri/Unicamp</i>	98
Monitoramento em plantação experimental. <i>Foto: Antoninho Marmo Perri/Unicamp</i>	99
Pesquisador trabalha em Laboratório de Microbiologia da Embrapa Meio Ambiente. <i>Foto: Ademir Rodrigues</i>	103
Técnica manipula material de testes em centrífuga na Fundação Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz). <i>Foto: Peter Illiciev/CCS-Fiocruz</i>	105
Atividade de produção de vacinas na Fundação Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz). <i>Foto: Peter Illiciev/CCS-Fiocruz</i>	112
Capítulo 4. Ciência, Tecnologia e Inovação: desenvolvimento econômico	
Linha de montagem de aviões na Embraer. <i>Foto: Embraer</i>	114
Produção de hortifrutigranjeiros monitorada pela Embrapa Meio Ambiente. <i>Foto: Ernesto de Souza</i>	117
Técnico trabalha na Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). <i>Foto: Antoninho Marmo Perri/Unicamp</i>	118
Plantação experimental de mudas em estufa no Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen). <i>Foto: Ademir Rodrigues</i>	119
Corte de microestruturas e de lâminas em chips na linha-piloto de empacotamento eletrônico do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI). <i>Foto: ITI/Mário Belloni</i>	122
Desenvolvimento de projeto de aeronave na Embraer. <i>Foto: Embraer</i>	133
Carga em processo de embarque no Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de São Paulo. <i>Foto: Photo Agência/Gilberto Nunes</i>	138
Navio atracado no Porto de Salvador, BA. <i>Foto: Photo Agência/José Carlos de Almeida</i>	139
Braço passivo mecânico para acoplamento a robôs submarinos desenvolvido pelo Grupo de Simulação e Controle em Automação e Robótica da Coppe/UFRJ. <i>Foto: Bira Soares/Divulgação Coppe/UFRJ</i>	142

Unidade de desenvolvimento de softwares na Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD). <i>Foto: José Elio Trovati/CPqD</i>	143
Atividade de orientação para novos empreendedores em unidade de atendimento do Sebrae instalada na Junta Comercial de Brasília. <i>Foto: Photo Agência/Eugênio Novaes</i>	149
Técnica faz avaliação de conformidade de produto em Laboratório de Corrosão e Proteção do Instituto Nacional de Tecnologia (INT). <i>Foto: Guilherme Lessa</i>	151
Plantação experimental no Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen). <i>Foto: Ademir Rodrigues</i>	154
Trabalhadores rurais em atividade no Perímetro Irrigado Baixo-Açú, no Rio Grande do Norte. <i>Foto: Photo Agência/Eraldo Peres</i>	155
Rebanho bovino. <i>Foto: Photo Agência/Eraldo Peres</i>	159
Pesquisadora analisa cultivo de ácaros em Laboratório de Entomologia da Embrapa Meio Ambiente. <i>Foto: Eliana Lima</i>	163
 Capítulo 5. Ciência, Tecnologia e Inovação: desafios estratégicos	
Especialistas preparam o SCD-2 para testes ambientais na câmara termovácuo do Laboratório de Integração e Testes do INPE. <i>Foto: INPE</i>	166
Imagem obtida por satélite mostra a cidade de Porto Velho e o Rio Madeira. <i>Foto: INPE</i>	169
Medicamento AZT, produzido a partir de 1992 por empresa implantada em incubadora na Universidade Federal do Rio de Janeiro, com apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). <i>Foto: Finep</i>	185
Sítio de medidas e caracterização de antenas instalado na Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD). <i>Foto: José Elio Trovati/CPqD</i>	199
Bezerra Vitória, primeiro animal brasileiro resultante da tecnologia de clonagem desenvolvida na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nascida em 17 de março de 2001. <i>Foto: Cláudio Bezerra</i>	206
 Capítulo 6. Ciência, Tecnologia e Inovação: desafios institucionais	
Irrigação aumenta a produtividade no campo no Rio Grande do Norte. <i>Foto: Photo Agência/Eraldo Peres</i>	226
Projetistas da Embraer desenvolvem componentes com recursos avançados de computação. <i>Foto: Embraer</i>	229

Pesquisador prepara instrumentação científica utilizada em experimentos com luz síncrotron no LNLS. <i>Foto: Nelson Chinalia</i>	232
Técnica trabalha em tomógrafo no laboratório da Divisão de Geologia e Engenharia de Reservatório do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello (Cenpes). <i>Foto: Petrobras/Patricia Neves</i>	233
Atividade no Laboratório de Calibração Óptica instalado na Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD). <i>Foto: José Elio Trovati/CPqD</i>	245
Veículo de sondagem VS-30 em plataforma de lançamento, com experimento científico a bordo. <i>Foto: Equipe Foto LAE</i>	252
Técnicos trabalham na fábrica da Embraer. <i>Foto: Embraer</i>	253

Produção:



www.tcbr.com.br



ANEXO METODOLÓGICO

ANEXO METODOLÓGICO

Recursos Aplicados em Ciência e Tecnologia (C&T) pelo Governo Federal

As referências básicas para o cálculo dos Recursos Aplicados em Ciência e Tecnologia são o *Manual Frascati* da OCDE (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico), para as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), e o *Manual Estatístico* da Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), para as atividades científicas e técnicas correlatas. A identificação dos itens de despesa incorporados a seu cálculo é feita por meio dos *Manuais Técnicos de Orçamento*, da Secretaria de Orçamento Federal (SOF), cujos Anexos permitem que se delimite o chamado Universo de Ciência e Tecnologia. O critério básico para sua delimitação é o da tipicidade, isto é, são incluídas todas as unidades orçamentárias cuja atividade-fim seja considerada típica de ciência e tecnologia. Enquadram-se nesta categoria, além das unidades orçamentárias do Ministério da Ciência e Tecnologia, as seguintes instituições (em 1999): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes); Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep); Secretaria da

Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Secirm). A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) reúne todas estas características, mas, como incorre em gastos muito elevados com a manutenção de seu hospital, somente foram aqui incorporados os seus gastos classificados no Universo de C&T. Ao longo dos anos, algumas outras instituições foram consideradas típicas.

Além disso, para a delimitação daquele Universo, utiliza-se a Classificação Funcional-Programática, que reúne todas as ações de governo em funções, programas e subprogramas, com vistas à programação, elaboração, execução e controle orçamentário. Esta classificação possibilita a identificação do Programa Ciência e Tecnologia, que possui código 10 naquela Classificação, e seus subprogramas que, desde logo, também são componentes do Universo de Ciência e Tecnologia, independentemente da unidade orçamentária que o tenha executado. Nesta situação, incluem-se os seguintes subprogramas, com seus respectivos códigos:

- Pesquisa Fundamental (54);
- Pesquisa Aplicada (55);
- Desenvolvimento Experimental (56);
- Informação Científica e Tecnológica (57);

- Testes e Análises de Qualidade (58);
- Levantamento do Meio Ambiente (59).

A Classificação Funcional-Programática permite ainda a identificação de outros subprogramas que, mesmo não associados ao Programa Ciência e Tecnologia, são considerados do Universo de C&T. Sob esta perspectiva, são incluídos os seguintes subprogramas e sua respectiva codificação:

- Ensino de Pós-Graduação (206);
- Levantamentos Geológicos (292);
- Estudos e Pesquisas Hidrológicos (296);
- Marcas e Patentes (374);
- Metrologia (375).

Alguns outros projetos/atividades, mesmo não se enquadrando nesta classificação, foram incorporados a esta apuração. Poucos projetos/atividades foram considerados nessa situação, como, por exemplo, o “Desenvolvimento do AM-X”, pelo Ministério da Aeronáutica. Tais situações vêm-se reduzindo ao longo dos anos, com a correta classificação destes projetos/atividades no Universo de C&T.

Ressalte-se que nas informações divulgadas foram contabilizados os recursos provenientes do Tesouro, assim como os de outras fontes, e foram desconsiderados os gastos relativos ao pagamento de juros e amortizações das dívidas interna e externa (subprogramas 33 e 34), mantendo assim o mesmo procedimento anteriormente adotado. Porém, para maior aderência às recomendações internacionais, foram excluídas as despesas previdenciárias com inativos e pensionistas (programa 82), que algumas das unidades orçamentárias contabilizam como gastos em C&T.

Para a apuração dos recursos aplicados pelo governo federal em C&T até 1999, inclusive, foi utilizada

uma extração especial do Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI), realizada pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro). Nessa extração foram apurados os valores executados (empenhos liquidados) mensalmente. Todos os valores monetários estão expressos em preços médios de 1999, obtidos por meio do Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Para esta atualização monetária, a execução mensal foi atualizada pelo índice do mês correspondente em relação ao índice médio de 1999.

A partir de 2000, com a aprovação do Plano Plurianual (PPA), a Classificação Funcional-Programática foi completamente alterada. Para manter a comparabilidade da série, foi feita uma tabela de referência entre os projetos/atividades antes existentes para as ações definidas no PPA, tentando-se apropriar na nova classificação os gastos semelhantes.

Os valores de 2000, foram obtidos do Balanço Geral da União de 2000 e os de 2001 foram obtidos da Lei Orçamentária Anual de 2001. Apenas os valores correspondentes a esses dois anos estão em preços correntes.

As informações para 1999 e anos posteriores não são estritamente comparáveis com as demais, tendo em vista que, a partir daquele ano, foram incorporadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia as instituições, listadas abaixo, que anteriormente eram subordinadas ao Ministério Extraordinário de Programas Especiais:

- Agência Espacial Brasileira (AEB);
- Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN);
- Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB);
- Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. (Nuclep)

Embora parte expressiva de suas despesas já fossem

classificadas no Universo de C&T, a partir daquele ano têm sido integralmente contabilizadas no âmbito do MCT e, portanto, passaram a ser consideradas típicas de C&T. Isto implicou a ampliação, a partir de 1999, dos recursos aplicados pelo governo federal em C&T e, principalmente, dos executados pelo próprio MCT.

Recursos Aplicados em Ciência e Tecnologia (C&T) pelos Governos Estaduais

De modo geral, procedimentos semelhantes aos anteriormente descritos foram utilizados para se estimar o montante de recursos aplicados em C&T pelos governos estaduais. As diferenças mais relevantes, decorrentes da indisponibilidade de informações, são as seguintes: a) a fonte utilizada foram os respectivos Balanços Gerais dos Estados; b) foram computados apenas os recursos provenientes do Tesouro; c) a atualização monetária para preços de 1999 não leva em conta os desembolsos mensais: os valores do balanço foram atualizados diretamente pelas médias anuais do Índice Geral de Preços (Disponibilidade Interna) da Fundação Getúlio Vargas.

Renúncia Fiscal

Os valores sobre a renúncia fiscal do governo federal referem-se aos incentivos fiscais para o desenvolvimento de atividades de P&D dispostos nas leis que concedem incentivos à importação de equipamentos de pesquisa (8.010/90 e 8.032/90) na Lei de Informática (8.248/91, para o conjunto do País, hoje reeditada como 10.176/01, e a 8.387/91, para a Zona Franca de Manaus); bem como na Lei de Incentivos à P&D (8.661/93). As informações foram obtidas nos órgãos governamentais responsáveis por sua gestão: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(CNPq), para as duas primeiras; Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa) do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio, para a Lei de Informática; a Secretaria de Política Tecnológica Empresarial, também do MCT, para a Lei de Incentivos à P&D.

Seus valores monetários estão expressos em preços de 1999 e foram atualizados pelas médias anuais do Índice Geral de Preços (Disponibilidade Interna), da Fundação Getúlio Vargas.

Gastos com a Pós-graduação

Para a estimativa desses gastos, foram utilizados critérios específicos para as instituições federais, estaduais e privadas, a depender das informações disponíveis. No caso das instituições federais, esses dispêndios foram estimados a partir dos recursos orçamentários executados por essas instituições, excluídos os gastos com aposentadorias e pensões e com a manutenção dos hospitais. Desse montante, tomou-se a proporção correspondente à relação entre a massa anual de vencimentos dos professores da pós-graduação e a massa anual dos vencimentos do conjunto dos professores.

No caso das instituições estaduais de ensino, utilizou-se procedimento semelhante, mas, devido à indisponibilidade de informações sobre as massas de vencimentos, a proporção considerada foi a correspondente à relação entre o número de professores da pós-graduação e o número total de professores. Mesmo assim, só se obtiveram informações das seguintes instituições: Universidade de São Paulo (USP); Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); Universidade Estadual Paulista (Unesp);

Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ); Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF); Universidade Estadual do Ceará (Uence); Universidade Estadual de Londrina (UEL); Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste).

Para as instituições privadas, tomou-se apenas o montante estimado da massa anual de vencimentos dos professores da pós-graduação, adotando-se como parâmetro para esse cálculo o valor dos vencimentos de um professor associado da PUC-RJ.

Dispêndios das Empresas em C&T e P&D

Para o cálculo dos gastos empresariais em P&D e C&T, utilizaram-se duas fontes de informação: a base de dados da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Industriais (Anpei) e as estimativas de gastos das empresas de informática, calculadas pela Secretaria de Política de Informática (Sepin) do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Para tanto, estimaram-se os gastos das empresas em P&D e C&T do chamado “Universo Anpei” (ver adiante), dos quais foi subtraído o montante correspondente aos dispêndios das empresas de informática (no caso, das beneficiárias da Lei de Informática). A esse valor, adicionou-se a estimativa dos gastos em P&D das empresas do setor de informática, realizada pela Sepin, obtendo-se o dispêndio empresarial em P&D. Para se obter a estimativa dos gastos empresariais em C&T, adicionaram-se os gastos em P&D e treinamento, calculados pela Sepin, ao obtido pela expansão dos resultados da Anpei.

As informações brutas da base de dados da Anpei, oriundas de painéis de informantes anualmente variá-

veis, foram expandidas para o “Universo Anpei”, isto é, o conjunto de empresas industriais que responderam ao inquérito da Anpei, ao menos uma vez, desde seu início, em 1993.

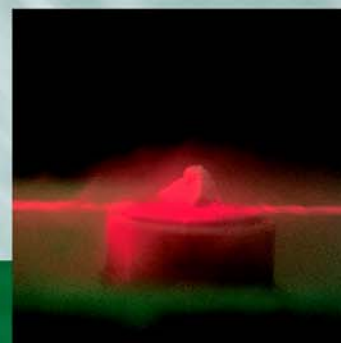
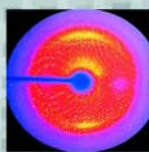
Sinteticamente, os procedimentos utilizados para realizar essa expansão foram os seguintes: inicialmente, as empresas foram classificadas em doze domínios, definidos pela combinação de três estratos de tamanho e quatro agrupamentos de setor de atividade. A seguir, foram construídas duas matrizes: uma com o conjunto do “Universo Anpei”; outra com as informações de cada painel amostral. As colunas dessas matrizes correspondem aos anos do levantamento (1993-99), e as linhas, a cada um desses domínios. Em cada casela dessas matrizes, encontra-se o número de empresas classificada em um certo domínio em determinado ano, seja no “Universo Anpei”, seja no painel amostral. A relação entre essas matrizes gera uma terceira matriz, composta do que se denominou de “fatores de expansão”. O produto de cada variável do questionário utilizado por esse fator corresponde a seu valor expandido para o “Universo Anpei”.

Naquele questionário, há informações sobre gastos com P&D, serviços técnicos, aquisição de tecnologia e engenharia não rotineira. Para o cálculo dos gastos empresariais em P&D, levou-se em conta apenas esse item específico do questionário. Para os gastos em C&T, foram adicionados os dispêndios com serviços técnicos e aquisição de tecnologia.

Como essas informações são coletadas em dólares correntes no momento do dispêndio, esses valores foram transformados em reais e atualizados monetariamente para preços de 1999, pelas médias anuais do Índice Geral de Preços (Disponibilidade Interna) da Fundação Getúlio Vargas.

Ministério da Ciência e Tecnologia
Academia Brasileira de Ciências

LIVRO
VERDE



O debate necessário

CIÊNCIA TECNOLOGIA INOVAÇÃO

Desafio para a sociedade brasileira