



# Parcerias Estratégicas

Volume 17 - Número 34 - Junho 2012

## **Política em ciência, tecnologia e inovação**

- *Drivers* de mudanças no sistema agroalimentar brasileiro
- Políticas de regionalização e condições favoráveis à competitividade: um estudo na cadeia agroindustrial de produção da carne bovina em município do Norte do Brasil
- Gestão do conhecimento, sistemas de inovação e complexidade
- Núcleos de desertificação do semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?
- Cenário internacional em biotecnologias: espaços para o Brasil?
- Ciência e tecnologia para o desenvolvimento rural da Amazônia

## **Memória**

- A ciência no Império

## **Revista Parcerias Estratégicas: de 1996 a 2012**



# Parcerias Estratégicas

---

v. 17, n. 34, junho de 2012, Brasília-DF

ISSN 1413-9375

---

Parc. Estrat. | Brasília - DF | v. 17 | n. 34 | p. 1-240 | jan-jun 2012

## Parcerias Estratégicas – v.17 – n.34 – junho 2012

A Revista Parcerias Estratégicas é publicada semestralmente pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e tem por linha editorial divulgar e debater temas nas áreas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Distribuição gratuita. Tiragem: 1.000 exemplares. Disponível eletronicamente em: <http://www.cgее.org.br/parcerias>.

### Editora

Tatiana de Carvalho Pires

### Conselho editorial

Adriano Batista Dias (Fundaj)

Bertha Koiffmann Becker (UFRJ)

Eduardo Baumgratz Viotti (Consultor)

Evando Mirra de Paula e Silva (CGEE)

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

Lauro Morhy (UnB)

Ricardo Bielschowsky (Cepal)

Ronaldo Mota Sardenberg (Consultor)

### Projeto gráfico e diagramação

Eduardo Oliveira

### Capa

Diogo Moraes

### Endereço para correspondência

SCN Q. 2, Bloco A, Ed. Corporate Center, sala 1102, CEP 70712-900,

Brasília – DF, telefones: (61) 3424.9666, email: [editoria@cgее.org.br](mailto:editoria@cgее.org.br)

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

C967 Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos • v. 1, n. 1 (maio 1996) • v. 1, n. 5 (set. 1998); n. 6 (mar. 1999) • Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 1996-1998; 1999-

v. 17 n. 34 (jun 2012)  
Semestral  
ISSN1413-9375

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

CDU 323.6(81)(05)

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

### Presidente

Mariano Francisco Laplane

### Diretor executivo

Marcio de Miranda Santos

### Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Gerson Gomes

### Conselho de Administração CGEE

Eduardo Moacyr Krieger – Presidente

Jorge Rodrigo Araújo Messias – MEC

Glauco Oliva – CNPq

Glauco Antonio Arbix - FINEP

Suplente: Roberto Vermulm

Guilherme Marco de Lima – ANPEI

Helena Bonciani Nader – SBPC

Isa Asséf dos Santos - ABIPTI

Luiz Antonio Rodrigues Elias – MCTI

Nelson Fujimoto – MDIC

Rafael Lucchesi – CNI

Alysson Paolinelli – CNA

Carlos Américo Pacheco – Representante dos Associados

Clemente Ganz Lúcio – DIEESE

Énio Duarte Pinto – SEBRAE

Guilherme Ary Plonski – ANPROTEC

Jorge Luís Nicolas Audy – FOPROP

Mario Neto Borges – CONFAP

Odenildo Teixeira Sena – CONSECT

Esta edição da revista Parcerias Estratégicas corresponde a uma das metas do Contrato de Gestão CGEE/MCTI/2012.

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

# Sumário

---

05    AOs Leitores

## Política em ciência, tecnologia e inovação

---

07    *Drivers* de mudanças no sistema agroalimentar brasileiro  
| Roberto Rodrigues | Carlos Augusto M. Santana | Mariza M T Luz Barbosa |  
Marcos A. G. Pena Júnior |

---

45    Políticas de regionalização e condições favoráveis à competitividade: um estudo na cadeia agroindustrial de produção da carne bovina em município do norte do Brasil  
| Raimundo Vitor Ramos Pontes | Mariomar de Sales Lima |

---

65    Gestão do conhecimento, sistemas de inovação e complexidade  
| Ivan Rocha Neto | Claudio Chauke Nehme |

---

87    Núcleos de desertificação do semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?  
| Aldrin Martin Perez-Marin | Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante |  
Salomão Sousa de Medeiros | Leonardo Bezerra de Melo Tinôco | Ignácio  
Hérrnan Salcedo |

---

107    Ciência e tecnologia para o desenvolvimento rural da Amazônia  
| Alfredo Kingo Oyama Homma |

---

131    Cenário internacional em biotecnologias: espaços para o Brasil?  
| Rogério Edivaldo Freitas | Hildo Meirelles de Souza Filho |

**Memória**

---

**155** A ciência no império

**Revista Parcerias Estratégicas: de 1996 a 2012**

---

**177** Síntese dos artigos publicados em "Parcerias Estratégicas".

## Aos leitores

A Revista Parcerias Estratégicas, lançada em 1996, completa 16 anos de divulgação e contribuição para a ciência e tecnologia brasileiras. Neste ano especial, esta edição apresenta uma lista completa com todos os artigos e textos de autores brasileiros e estrangeiros em torno das temáticas estratégia, ciência, tecnologia, inovação e desenvolvimento, contemplados no nosso acervo. As obras estão catalogadas por edição, todas publicadas na RPE ao longo desses anos. São mais de 500 artigos, onde os colaboradores apresentaram pesquisas, estudos, reflexões e contribuições para a definição de políticas científicas, tecnológicas e setoriais. Além disso, fazem parte da nossa história edições especiais temáticas, e outras que registraram fatos e memórias da C&T traduzindo para o leitor o amadurecimento do setor no Brasil.

Para esta edição de número 34 também apresentamos seis artigos na seção “Política em ciência, tecnologia e inovação”, voltados para agronomia, desenvolvimento regional, conhecimento e inovação, semiárido, biotecnologia e Amazônia. Na seção memória, resgatamos texto sobre o desenvolvimento da ciência no Império brasileiro, extraído do livro “Um espaço para a ciência”, do professor Simon Schwartzman, certamente uma leitura imperdível.

Uma interessante novidade em 2012 foi a realização de pesquisa de opinião envolvendo os assinantes da Parcerias Estratégicas e interessados, com a finalidade de avaliar a revista, de conhecer melhor o perfil e atualizar os dados cadastrais dos nossos leitores. Para isso foi feita chamada em encarte na RPE de número 32, da divulgação no boletim eletrônico Notícias.CGEE, no Jornal da Ciência online e no Gestão C&T, durante o primeiro semestre deste ano. O resultado foi surpreendentemente positivo: 800 atenderam ao nosso chamado, atualizaram seus endereços, confirmaram o interesse em continuar recebendo a revista (seja na forma digital ou impressa), além da inclusão de novos assinantes. A única pergunta aberta do questionário referia-se a possíveis contribuições e observações sobre a RPE. A pesquisa eletrônica foi desenvolvida pela equipe responsável pelas consultas estruturadas do CGEE e o resultado foi cuidadosamente analisado onde buscamos, por meio das críticas e sugestões recebidas, elementos que certamente nos levarão ao aperfeiçoamento e à melhoria do periódico.

Consolidamos também a participação da revista em bases de dados e bibliotecas nacionais e estrangeiras, entre elas, Latindex, EBSCO publishing, Michigan University, Maryland University, Université du Quebec, National Defense University.

Apesar de finalizada a pesquisa, continuamos abertos às preciosas contribuições de nossos leitores. Fechamos esta edição agradecendo àqueles que nos tem ajudado a enriquecer esta publicação com críticas, sugestões e indicações de bons textos.

Boa leitura!



# “Drivers” de mudanças no sistema agroalimentar brasileiro<sup>1</sup>

Roberto Rodrigues<sup>2</sup>, Carlos Augusto M. Santana<sup>3</sup>, Mariza M. T. Luz Barbosa<sup>4</sup>, Marcos A. G. Pena Júnior<sup>5</sup>

## Resumo

Este artigo procura detectar e examinar a influência que *drivers* de mudanças podem exercer sobre o desempenho do sistema agroalimentar nos próximos anos. O estudo foi organizado em quatro partes: 1) a identificação dos diferentes tipos de *drivers* que podem afetar o desempenho do sistema agroalimentar nacional e de outros países; o resumo dos principais *drivers* existentes na literatura; apresentação do conjunto preliminar de indicadores em formação e que podem causar impacto significativo no sistema agroalimentar brasileiro; e, para concluir o trabalho, são relatados os elementos apresentados ao longo da pesquisa.

**Palavras-chaves:** *Drivers* de mudanças. Sistema agroalimentar. Indicadores. Agricultura tropical. Brasil.

## Abstract

This article identify and examine the influence of changes that drivers may have on the performance of the agrifood system in the coming years. The study was organized in four parts: 1) the identification of different types of drivers that can affect the performance of the national agro-food system and other countries; summarizing the main drivers in the literature; presentation of the preliminary set of indicators on education and can cause significant impact on the Brazilian agrifood system and, to complete the job, reports the evidence presented during the research.

**Keywords:** Drivers of change. Agrifood system. Indicators. Tropical agriculture. Brazil.

1 Documento elaborado como parte das atividades do projeto “Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos: o papel do Brasil no cenário global”. Esse projeto é executado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) em parceria com a Embrapa Estudos e Capacitação.

2 Roberto Rodrigues é coordenador do Centro de Agronegócio da FGV-EESP, presidente do Conselho do Agronegócio da Fiesp, professor titular do Departamento de Economia da Unesp/Jaboticabal. Foi ministro da Agricultura (janeiro de 2003/julho de 2006).

3 Carlos Augusto M. Santana é pesquisador da Embrapa Estudos e Capacitação (Brasília, DF).

4 Mariza M. T. Luz Barbosa é economista, consultora do CGEE, foi pesquisadora da Embrapa e professora da UFV.

5 Marcos A. G. Pena Junior é economista, M. Sc. Engenharia de Produção, e analista em Gestão Estratégica da Embrapa Estudos e Capacitação.

## 1. Introdução

A agricultura mundial encontra-se sob forte pressão para garantir segurança alimentar e fornecer energia limpa de forma sustentável. O cenário global previsto é caracterizado pelos seguintes elementos: crescente escassez dos recursos terra e água; aumento substancial da população global – totalizando aproximadamente nove bilhões em 2050; crescimento dos níveis de renda *per capita* e urbanização; aumentos decrescentes de produtividade de alguns cultivos em países desenvolvidos; e relação mais estreita entre agricultura e produção de energia limpa.

O Brasil é um dos principais países produtores de alimentos, fibras e produtos agroenergéticos do mundo. Além de atender a demanda doméstica, o país tem um destacado papel no mercado internacional de produtos agropecuários, proporciona valiosos serviços ambientais para a humanidade, possui uma grande disponibilidade de recursos naturais e é detentor de uma das mais ricas biodiversidades do planeta. O Brasil se distingue também pelo elevado desenvolvimento tecnológico em agricultura tropical e por contar com um número substancial de pequenos, médios e grandes produtores com significativa capacidade de gestão e empreendedorismo.

Tendo em vista este contexto, a produção doméstica de alimentos é um tema estratégico para o país e para a segurança alimentar global. Portanto, requer um processo de reflexão que considere os elementos necessários para a sustentação da produção de alimentos no Brasil (conjunto de conhecimentos, tecnologias e políticas) e que promova a sua sustentabilidade, ou seja, o atendimento das demandas de ordem econômica, ambiental e social da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras suprirem as suas necessidades.

Como parte desse processo, é essencial identificar e examinar a influência que *drivers* de mudanças podem exercer sobre o desempenho do sistema agroalimentar nos próximos anos. Nesse sentido, o presente documento busca contribuir para este objetivo resumindo os principais *drivers* consolidados na literatura. Apresenta também um conjunto preliminar de *drivers* em formação (*weak signals*) que foram identificados por um grupo de especialistas que participaram da mesa redonda: “*Drivers* que impactam a produção de alimentos no Brasil”. Essa mesa redonda foi realizada em junho de 2012 pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Embrapa Estudos e Capacitação (Cecat) e pelo Núcleo de Agronegócio da Fundação Getúlio Vargas (GVAgro), como parte das atividades do projeto “Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos: o papel do Brasil no cenário global”.

Com o propósito de perseguir os objetivos acima, o documento foi organizado em quatro itens, além desta introdução. O primeiro sintetiza os conceitos que caracterizam os diferentes tipos de *drivers* que podem afetar o desempenho do sistema agroalimentar nacional assim como os de outros países. No segundo são resumidos os principais *drivers* consolidados na literatura. O terceiro

item apresenta um conjunto preliminar de indicadores em formação sobre acontecimentos que podem causar impacto significativo no sistema agroalimentar brasileiro (*weak signals*). Por fim, o último item é dedicado a algumas conclusões sobre os elementos apresentados.

## 2. *Drivers*: conceitos

*Drivers* de Mudança (forças norteadoras) são elementos da realidade que impactam diretamente seu ambiente de influência – ou seja, fatores, forças ou eventos. São elementos que podem acarretar mudanças de acordo com as escolhas estratégicas, investimentos, atividades de P&D ou conhecimento de antecipações de futuro (*foresight*). *Drivers*, como considerado no presente trabalho, são fatores naturais ou elementos resultantes da ação do homem que podem causar mudanças significativas no sistema agroalimentar. Segundo a literatura, eles são classificados em três grupos: consolidados, sinais fracos (*weak signals*) e eventos ou situações súbitas (*wild cards*). Essa classificação considera o conhecimento disponível sobre cada driver e a possibilidade que ele produza mudanças substanciais.

Os *drivers* consolidados envolvem aqueles conhecidos e com grande potencial de ocasionar mudanças substanciais; por exemplo, no caso do sistema agroalimentar esses *drivers* incluem, entre outros, o crescimento populacional, o aumento da renda e a expansão da urbanização.

Conforme Ansoff (1975), o segundo grupo de *drivers*, ou seja, *weak signals* é definido como indicadores precoces e imprecisos sobre acontecimentos iminentes que podem causar impacto significativo. Apesar desses sinais serem vagos, nebulosos e difíceis de interpretar, gradualmente vão ficando mais individualizados, tornando-se mais fáceis de decifrar. Entretanto, esse autor defende que mesmo com base na informação inicial inexata, alguma ação pode ser tomada antecipadamente. Entre outros exemplos de *weak signals*, poder-se-ia mencionar: o aumento da automedicação e o elevado número de inundações na Europa e na América Latina nos últimos anos.

Por fim, *wild cards* (eventos súbitos ou descontinuidades inesperadas), são eventos ou situações súbitas, com baixa probabilidade de ocorrência, grande impacto e com o caráter de “surpresa”. A ocorrência ou materialização de um *wild card* como, por exemplo, a praga bicudo-do-algodoeiro (*anthonomus grandis*) constitui um ponto de mudança na evolução de uma tendência ou de um sistema. A introdução dessa praga em 1983 nas principais áreas produtoras de algodão do Nordeste provocou perdas consideráveis nas lavouras, contribuindo para a extinção dessas áreas como produtoras (TORRES, 2007/2008). Além disso, resultou num elevado índice de desemprego devido ao fechamento de beneficiadoras de algodão e indústrias nessa região, culminando com a segregação de uma parcela considerável de pessoas da cadeia produtiva do algodoeiro.

Dados esses conceitos e a importância de se antecipar oportunidades e desafios futuros, apresenta-se a seguir uma síntese dos principais *drivers* consolidados e uma síntese do conjunto preliminar de *drivers* em formação (*weak signals*) que podem afetar o desempenho do sistema agroalimentar brasileiro.

## 2.1. Drivers consolidados

Conforme mencionado antes, os *drivers* consolidados se caracterizam por serem conhecidos e por apresentarem um grande potencial de ocasionar impactos substanciais. Em relação ao sistema agroalimentar os principais *drivers* que pertencem a essa categoria e que poderão influenciar o seu desempenho nos próximos anos compreendem os seguintes: demográficos, econômicos, sociopolíticos, ambientais, tecnológicos, culturais e religiosos.

### a) Drivers demográficos

A dinâmica populacional tem forte impacto tanto na oferta como na demanda de alimentos, especialmente as mudanças no perfil da população como tamanho da população, sua distribuição por idade, sexo, nível educacional e local de residência (área rural, urbana). A seguir é apresentado um resumo de projeções recentes sobre a evolução esperada dessas variáveis.

#### a.1) Crescimento da população e da urbanização mundial<sup>6</sup>

A população mundial deve aumentar dos atuais sete bilhões para oito a dez bilhões até a metade deste século<sup>7</sup>. A causa dessa incerteza é o desconhecimento sobre o futuro das tendências de mortalidade e de fertilidade nas diferentes partes do mundo. Todavia, é possível afirmar que haverá um aumento de pelo menos um bilhão de pessoas, devido à estrutura ainda jovem da população e a alta taxa de fertilidade na maior parte dos países da África e Oeste da Ásia. Tudo indica também que todo aumento populacional ocorrerá no mundo em desenvolvimento.

Na segunda metade do século deverá ocorrer uma estabilização no tamanho da população e o início de um decréscimo populacional. Segundo Lutz et al. (2001), existe 80 a 90% de probabilidade que a população mundial alcance um máximo antes de 2100.

Em adição ao tamanho da população, sua distribuição por idade, sexo, nível educacional e local de residência são importantes para estudos sobre segurança alimentar. O Instituto Internacional de Análise de Sistemas Aplicados (Iiasa) realizou recentemente projeções populacionais até 2050 para

6 Item elaborado com base nas informações do artigo de Lutz, W., Sanderson, W., Scherbov, S. 2001 "The end of world population growth". Nature 412:543-545.

7 Organização das Nações Unidas, Divisão de População.

a maior parte dos países considerando idade, sexo e quatro níveis educacionais. O cenário básico para essas projeções difere das variações médias usadas pelas Nações Unidas, já que foram assumidos diferentes níveis de fertilidade para países da Europa assim como para alguns países do leste da Ásia. Para fins de comparação, o Iiasa também desenvolveu o cenário chamado de “Cenário UN”.

Segundo esse cenário, a população global passará dos 6,9 bilhões de habitantes em 2010 para aproximadamente nove bilhões em 2050 (Tabela 1). Estima-se um aumento de 1.348 milhões de pessoas para a década 2010-2030 e de 788 milhões de pessoas para 2040-2050. Esses números indicam uma desaceleração no ritmo de crescimento populacional.

As estimativas obtidas assinalam também que, em termos de continente, o maior crescimento populacional ocorrerá na África. A população nessa região deverá dobrar, enquanto que para a Europa é previsto um declínio no número de habitantes.

A China, o país mais populoso do mundo com 1,3 bilhões de habitantes, deve continuar a crescer até 2030 mesmo com o nível de fertilidade abaixo da taxa de reposição. Todavia, é esperado que em torno de 2050 a população chinesa será menor do que hoje. Além disso, a população da Índia ultrapassará a da China pouco antes de 2020.

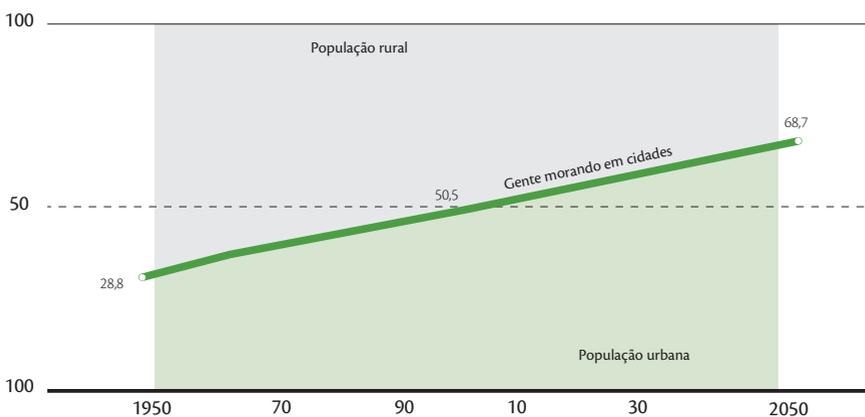
**Tabela 1** – Projeções para a população total por continente, países e regiões selecionados (Cenário UM – em milhões de pessoas)

Área	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Globo	6124	6885	7617	8233	8699	9021
África	821	1032	1271	1518	1765	1998
Ásia	3705	4145	4546	4846	5024	5095
Europa	729	730	722	707	687	664
América Latina e Caribe	523	594	660	713	750	769
América do Norte	316	349	379	405	427	445
Oceania	31	35	39	43	46	49
Brasil	174	199	220	236	248	254
China	1270	1330	1371	1374	1324	1238
Índia	1046	1220	1379	1506	1597	1658
UK	59	62	64	66	68	69
União Europeia	482	495	498	496	489	479
Antiga União Soviética	289	284	279	271	261	249
Nova Europa	246	253	258	262	262	261
Base do Nilo	225	285	354	424	492	555
África sub Saariana	680	867	1081	1308	1540	1761

Fonte: Lutz e Samir, 2010.

O crescimento esperado da população é bastante heterogêneo entre países e regiões, para alguns se espera um crescimento substancial e para outros uma redução. Em termos de envelhecimento da população, todos os países e regiões estão evoluindo na mesma direção. Atualmente, cerca de 8% da população mundial está acima de 65 anos de idade. Esta proporção deverá dobrar nos próximos 20 anos e alcançar 16% em torno de 2040. A Ásia é o continente que está envelhecendo mais rapidamente. A proporção da população acima de 65 anos nessa região deverá aumentar dos atuais 7% para 21% em 2050. A China deverá alcançar rapidamente a Europa até a metade do século com 27% da população acima de 65 anos. Mesmo a África, onde a estrutura da população continua bastante jovem<sup>8</sup>, as expectativas de vida e declínios de fertilidades projetados levarão, no longo prazo, a resultados significativos no envelhecimento da população.

Conforme dados da ONU, a população urbana mundial passará dos atuais 50% da população total para quase 70% em 2050 (Figura 1). Esse crescimento da urbanização certamente trará implicações importantes em termos da demanda futura de produtos agrícolas e agroenergéticos.



**Figura 1** – População urbana e rural no mundo, 1950-2050

Fonte: United Nations, Population Division.

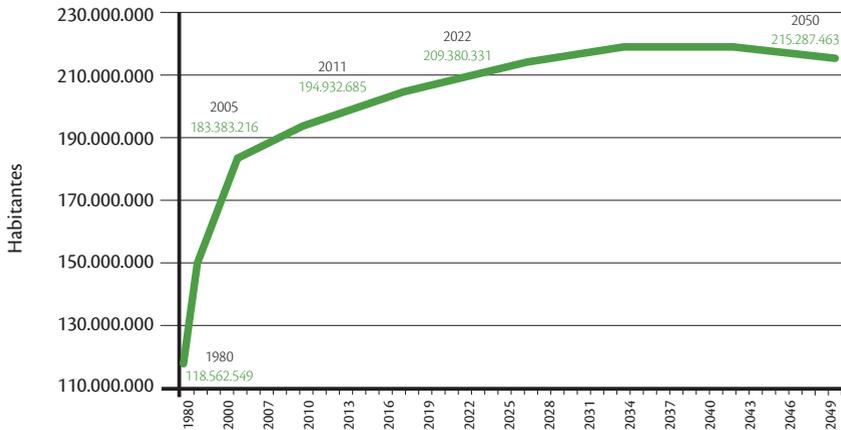
## a.2) Expansão e envelhecimento da população brasileira

Em relação ao Brasil, as projeções indicam que o país apresentará crescimento populacional até 2039, quando se espera que a população atinja o chamado “crescimento zero”. A partir desse

<sup>8</sup> Apenas 3% da população está acima de 65 anos.

ano serão registradas taxas de crescimento negativas. Dada essa evolução, a população nacional deverá alcançar um total de 215 milhões de habitantes em 2050 (Figura 2).

Como consequência da sobremortalidade masculina, verificam-se elevações no excedente feminino na população total que, em 2000, era de 2,5 milhões de mulheres e, em 2050, poderá atingir quase sete milhões.



**Figura 2** – População brasileira, 1980-2050

Fonte: IBGE, Diretoria de pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais.

As taxas de crescimento correspondentes às crianças de 0 a 14 anos já mostram que este segmento vem diminuindo em valor absoluto no Brasil desde o período 1990-2000. Em contrapartida, as taxas de crescimento correspondentes ao contingente de 65 anos ou mais, embora oscilem, são as mais elevadas, podendo superar 4% ao ano entre 2025 e 2030. Essas diferenças nas taxas de crescimento indicam que haverá uma inversão na participação de cada um desses grupos populacionais. Assim, em 2008, enquanto as crianças de 0 a 14 anos corresponderam a 26% da população brasileira, o contingente com 65 anos ou mais representava aproximadamente 7%, em 2050 a situação deve mudar. O primeiro grupo representará 13% ao passo que a população idosa ultrapassará 23% da população total. Portanto, o país caminha velozmente rumo a um perfil demográfico cada vez mais envelhecido.

Nesse momento, o Brasil passa pela chamada “janela demográfica”, onde o número de pessoas com idades potencialmente ativas está em expansão, e a razão de dependência total da população vem declinando em consequência da diminuição do peso das crianças de 0 a 14 anos sobre a população de 15 a 64 anos de idade. Além disso, a população com idades de

ingresso no mercado de trabalho (15 a 24 anos) passa pelo máximo de 34 milhões de pessoas. Contingente que tende a diminuir nos próximos anos. O aproveitamento desta oportunidade (janela demográfica) proporcionaria o dinamismo e o crescimento econômico, se essas pessoas fossem preparadas em termos educacionais e de qualificação profissional para um mercado de trabalho cada vez mais competitivo, não somente em nível nacional, mas também em escala global. Portanto, pode-se argumentar que a população brasileira experimenta atualmente um “bônus demográfico” favorável ao crescimento econômico.

Observa-se uma discrepância entre as projeções para a população brasileira em 2050 apontadas na Tabela 1 (257 milhões de habitantes) e na Figura 2 (215 milhões de habitantes). Isto é decorrência direta da diferença entre as metodologias adotadas nos dois estudos. Como afirmam Lutz e Samir (2010), “tradicionalmente as projeções populacionais têm sido produzidas apenas tomando por base a população total e fazendo suposições sobre as futuras taxas de crescimento da população” (p. 2781). (...) “Contudo, para projeções populacionais nacionais, projeções por grupos etários se tornaram o estado da arte porque elas permitem a diferenciação entre os componentes comportamentais (fecundidade, mortalidade e migração) e mudanças incorporadas que decorrem de efeitos da estrutura etária” (p. 2781). No mesmo documento, argumentam:

A definição de “cenários alternativos” é uma abordagem frequentemente escolhida que vai além de uma única projeção e apresenta ao usuário várias possíveis trajetórias futuras. (...) Geralmente, os cenários são definidos como conjuntos consistentes de suposições. (...) Na demografia, isto geralmente é feito através da combinação de diferentes suposições sobre as tendências futuras na fecundidade, mortalidade e migração de uma forma que deveria ‘não ser impossível’ (p. 2784).

No estudo do Iiasa, de onde se extraiu a Tabela 1, utiliza-se diferentes cenários populacionais elaborados pelas Nações Unidas, acrescentando como variável a escolaridade da população em quatro diferentes níveis. Com isso, produziu suas projeções de população para a maioria dos países do mundo, por idade, sexo e pelos mesmos quatro níveis de escolaridade até 2050. (p.2786)

Já a metodologia utilizada para projeções populacionais adotada pelo IBGE (2002), projeções que foram utilizadas (sua última atualização) para se produzir a Figura 2, considera o que esse Instituto denomina de “evolução das componentes demográficas” (fecundidade, mortalidade e migração). Assim, o que é considerado nessa metodologia é que: se a tendência de crescimento populacional do município entre os censos for positiva, a estimativa populacional será maior que a verificada no último levantamento censitário; caso contrário, a estimativa apontará valor inferior ao último censo (IBGE, 2002, p. 2).

## b) Drivers econômicos

Além de ser influenciado por *drivers* demográficos, o desempenho do sistema agroalimentar é impactado também por *drivers* de natureza econômica. Esses incluem variação na renda *per capita*, crescente inter-relação entre mercados agrícolas e de produção de energia, comércio internacional e surgimento e expansão de novos mercados como os associados à bioeconomia (bioplásticos, biofármacos etc.).

O impacto desses *drivers* no sistema alimentar é demonstrado, por exemplo, pelas mudanças advindas da elevação da renda *per capita*. Especificamente, o aumento da renda dos consumidores os leva, de um modo geral, a diversificar as suas dietas demandando maiores volumes de carnes, frutas e vegetais, e menores quantidades de alimentos básicos. A elevação da renda *per capita* motiva também alguns grupos de consumidores a demandar produtos de maior qualidade, alimentos pré-cozidos e mais processados. Dados os impactos que esse e outros *drivers* econômicos exercem sobre o sistema agroalimentar, os parágrafos a seguir apresentam uma síntese das perspectivas de evolução de alguns deles.

### b.1) Renda per capita

A expectativa de aumento da renda *per capita* principalmente em países emergentes e em desenvolvimento é um importante *driver* que sinaliza impactos sobre o sistema agroalimentar mundial. Segundo o Fundo Monetário Internacional (FMI), a renda *per capita* na Rússia deve duplicar entre 2010 e 2016 (Figura 3). No Brasil, o Fundo estima que esse aumento será de 53% no mesmo período. Na China e Indonésia, países bem populosos, o aumento estimado é de 85% no caso do primeiro e de 75% no do segundo.

Aumentos importantes também são previstos para a Índia e África do Sul. No caso da Índia, a estimativa é de um aumento de 67% e, no da África do Sul, de 30%. Espera-se que, de um modo geral, os aumentos na renda *per capita* acarretem mudanças significativas nos padrões de consumo resultando na expansão da demanda de carnes, frutas e vegetais.

Outro elemento relacionado ao aumento da renda *per capita* nos próximos anos é que muitas pessoas ascenderão na pirâmide socioeconômica rumo a um padrão de vida de classe média. Esta perspectiva reforça a tendência de mudanças nos hábitos alimentares (Figura 4).

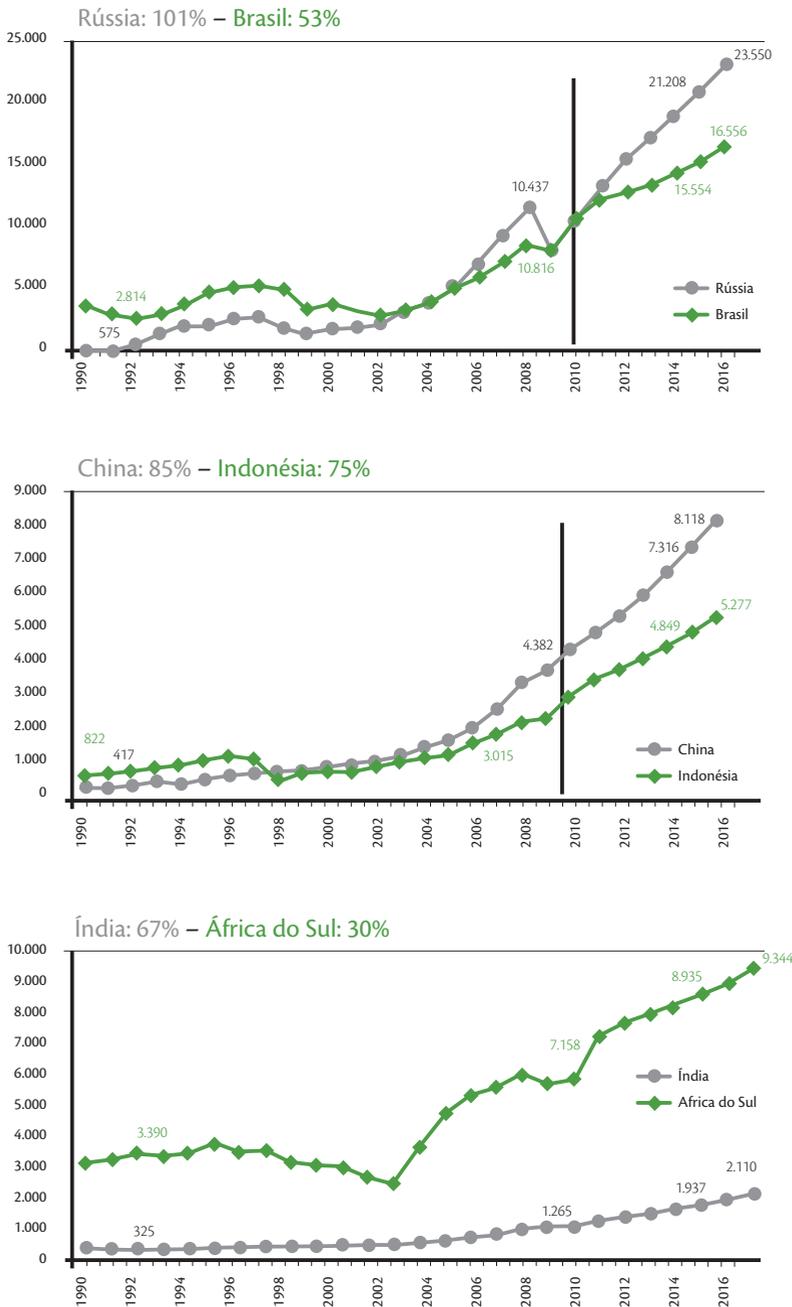
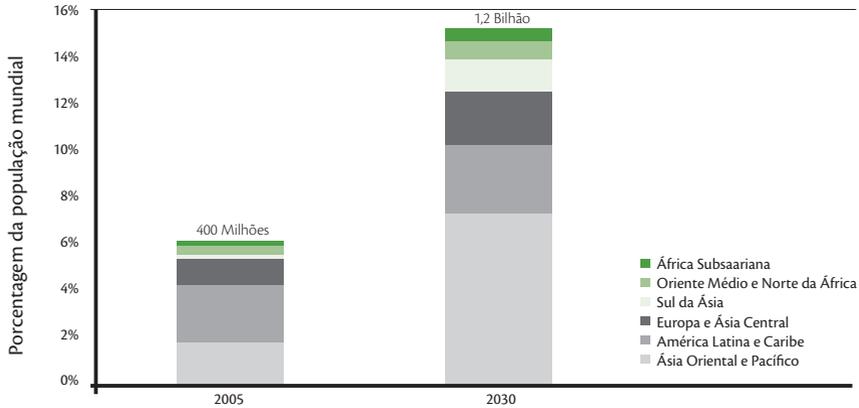


Figura 3 – Crescimento da renda *per capita* nos países em desenvolvimento, de 1990 a 2016 (US\$)

Fonte: FUNDO, 2011.



**Figura 4** – População em países de baixa e média renda com rendimentos entre US\$ 4 mil e 17 mil *per capita* (paridade de poder aquisitivo) – a rápida expansão da classe média mundial

Fonte: GLOBAL, 2007.

### b.2) Crescente interrelação entre mercados agrícolas e de energia limpa

A crescente preocupação com a qualidade ambiental, mudanças climáticas e esgotamento dos recursos fósseis para a geração de energia, tem levado os países a utilizar a agricultura como uma fonte importante de recursos renováveis para a geração de energia limpa. O resultado, entre outros aspectos, é uma demanda mais acentuada por produtos agrícolas.

Segundo a FAO/OECD (2011), essa demanda deve crescer substancialmente nos próximos dez anos. No caso do etanol, essas instituições estimam que a produção mundial de etanol passará de aproximadamente 90 bilhões de litros em 2010 para quase 160 bilhões em 2019. A maior parte dessa expansão deverá resultar da utilização de cana-de-açúcar para a produção desse combustível, ou seja, um aumento de 31 bilhões de litros em 2010 para 58 bilhões em 2019 (Figura 5). De acordo com essas instituições, os grãos serão a segunda fonte mais importante para a expansão futura da produção mundial de etanol. Neste caso, deverá haver aumento da produção de etanol proveniente do uso de grãos, passando de 50 bilhões de litros em 2010 para 67 bilhões em 2019.

Situação semelhante deve ocorrer com a produção de biodiesel, ou seja, prevê-se um aumento substancial na produção mundial desse combustível, passando de pouco mais de 20 bilhões de litros em 2010 para aproximadamente 40 bilhões em 2019. A principal fonte para a produção desse combustível continuará sendo os óleos vegetais, entre eles o de soja. Portanto, como se pode ver, a perspectiva é de que a relação agricultura-produção de energia continuará fortalecendo nos próximos anos.

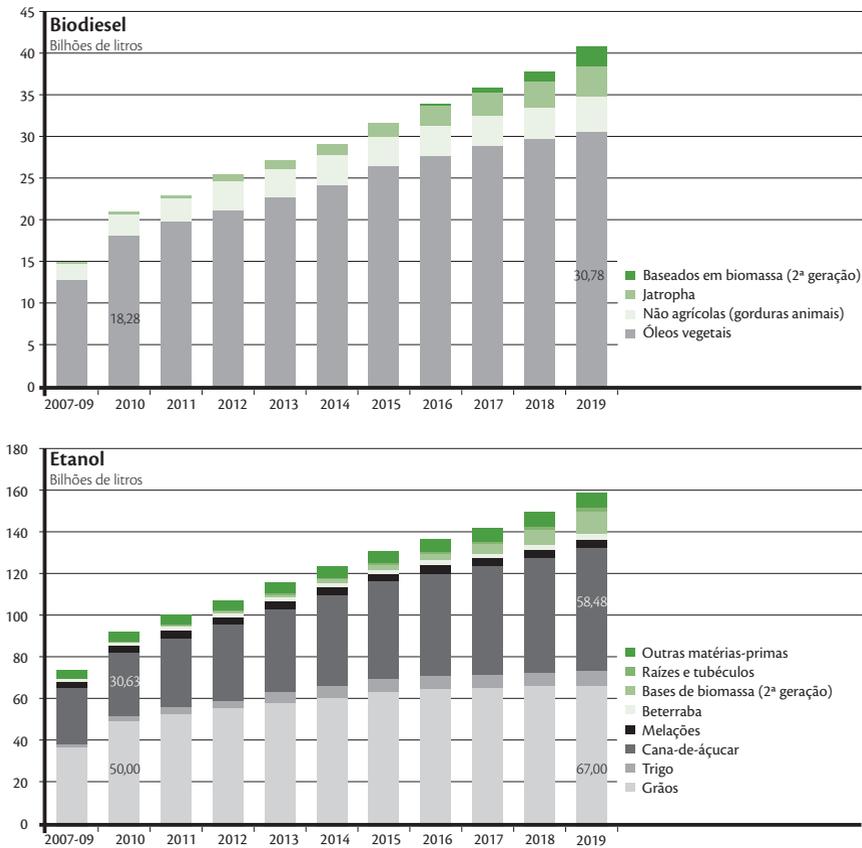


Figura 5 – Produção mundial de etanol e biodiesel por principais matérias-primas (2007 a 2019)

Fonte: FAO/ OECD, 2011. Elaborado pelos autores.

### b.3) Comércio internacional e globalização de mercados

As exportações dos produtos do agronegócio brasileiro deverão se expandir nos próximos dez anos. Os produtos que indicam maior potencial de crescimento de exportação nesse período, segundo projeções da Assessoria de Gestão Estratégica/Mapa e da Secretaria de Gestão Estratégica/Embrapa (MINISTÉRIO, 2012), são o algodão, soja em grão, carne de frango, açúcar, milho e celulose.

Todas essas perspectivas de crescimento das exportações encontram lastro na também crescente demanda mundial por *commodities*, em especial alimentos. Este, por sua vez, é um processo decorrente do robusto e contínuo crescimento da população e da renda *per capita* em

países que ainda não atingiram a satisfação das necessidades básicas de sua população, como China, Índia e alguns países africanos. Veja-se, por exemplo, que:

(..) a China é um país de 1,34 bilhões de habitantes, que enriquece e se transforma em velocidade recorde. Todos os mitos sobre padrões de consumo chineses estão sendo desconstruídos. “Eles não tomam café” é uma afirmação que não se sustenta diante da profusão de lojas da rede Starbucks, que tem sua bandeira em 400 locais, número que deverá subir a 1.500 até 2015. Os chineses tomam cada vez mais café e pagam US\$ 2,80 por um expresso duplo, o suficiente para comprar uma refeição em qualquer restaurante popular do país (CHINA BRAZIL UPDATE, 2011).

Como mostra a Tabela 2, a grande maioria dos produtos agrícolas terá crescimento expressivo das exportações entre as safras 2011/12 e 2021/22. Alguns exemplos são: a) 32,6% para milho, passando de 10,7 milhões de toneladas em 2011/12 para 14,2 milhões em 2021/22; b) 31,6% para soja em grão, passando de 34,1 milhões de toneladas para 44,9 milhões no mesmo período; e, c) também para o mesmo período, a taxa é de 45,2% para o açúcar, passando de 27,4 para 39,8 milhões de toneladas.

**Tabela 2** – Brasil: Projeções de exportação 2011/12 a 2021/22

Produto	Unidade	2011/12	2021/22	Varição (%)
Algodão pluma	mil t	805	1.157	43,7
Milho	mil t	10.717	14.208	32,6
Soja grão	mil t	34.139	44.919	31,6
Soja farelo	mil t	14.441	16.096	11,5
Soja óleo	mil t	1.556	1.665	8,3
Suco de laranja	mil t	1.903	2.415	26,9
Carne frango	mil t	4.191	5.658	35,0
Carne bovina	mil t	1.344	1.613	20,0
Carne suína	mil t	532	655	23,1
Café	milhões sc	33	39	16,1
Áçucar	mil t	27.385	39.755	45,2
Leite	milhões l	124	128	2,7
Papel	mil t	2.069	1.474	18,4
Celulose	mil t	8.751	12.259	40,1

Fonte: MINISTÉRIO, 2012.

Na Tabela 3, a seguir, estão representados os quatro complexos que compreendem os principais alimentos consumidos no mundo e considerados essenciais pela quase totalidade da população mundial. Nesta tabela estão listadas as projeções para 2021/22 das participações no comércio mundial por país exportador.

As participações do Brasil no comércio mundial de soja, carne bovina e carne de frango deverão continuar expressivas e tendendo a se elevarem. A soja brasileira, em 2021/2022, deverá alcançar uma participação no total das exportações mundiais em torno de 43%, a carne bovina, 23,2%, e a carne de frango, 43,5%. O Brasil deverá ainda manter a liderança no comércio mundial em café e açúcar.

Entretanto, convém ressaltar que outros países como Estados Unidos, Austrália, Canadá e Argentina vêm exercendo papel de destaque no mercado mundial de produtos do agronegócio. Neste contexto, a necessidade de atenção contínua ao aumento de eficiência produtiva e redução de custos da produção brasileira é um requerimento essencial para que o país possa continuar liderando a exportação de uma gama considerável de produtos.

**Tabela 3** – Principais Exportadores de Produtos Agrícolas em 2021- 22, segundo o USDA

	Milhões de toneladas	Participação no comércio mundial (%)
	Milho	
Estados Unidos	61,6	46,9
Argentina	22,6	17,2
Antiga União Soviética	17,4	13,3
Brasil	13,7	10,4
Outros	16,0	12,2
Total Mundial	131,3	100,0
	Soja em Grão	
Brasil	59,2	43,1
Estados Unidos	43,4	31,6
Argentina	16,9	12,3
Outros	17,9	13,0
Total Mundial	137,4	100,0
	Carne Bovina	
Ásia	2,0	23,9
Brasil	2,0	23,2
Estados Unidos	1,4	12,0
Austrália	1,3	15,9
Total	8,5	100,0

	Milhões de toneladas	Participação no comércio mundial (%)
Carne de Frango		
Brasil	4,8	43,5
Estados Unidos	3,7	33,4
União Européia	1,3	12,0
Tailândia	0,6	5,7
Outros	0,6	5,3
<b>Total</b>	<b>11,1</b>	<b>100,0</b>

Fonte: USDA, 2012.

Muito embora o comércio internacional de commodities esteja provocando continuamente uma dinâmica muito positiva para o agronegócio brasileiro, o mercado interno continuará a ser um importante fator de crescimento da sua produção agropecuária. Dois exemplos que corroboram isto são: (i) em 2021/2022, 56% da produção de soja devem ser destinados ao mercado interno; e (ii) para o milho esse percentual é de 84% (MINISTÉRIO, 2012).

Nas carnes também haverá forte pressão do mercado interno. Do aumento previsto na produção de carne de frango, 63% da produção de 2021/2022 serão destinados ao mercado interno; da carne bovina produzida, 80% deverão ter o mesmo destino, e na carne suína este percentual deverá ser de 81%. Deste modo, embora o Brasil seja, em geral, um grande exportador para vários desses produtos, o consumo interno é predominante no destino da produção.

#### b.4) Expansão da bioeconomia - novos mercados

Os avanços científicos e tecnológicos tem propiciado grandes transformações, entre elas, o surgimento nos últimos anos da nova bioeconomia. Dado a sua situação de processo em desenvolvimento, várias definições vem sendo apresentadas a esse paradigma em formação. Entre elas, uma das mais difundidas é a utilizada pela União Europeia. Segundo essa instituição, a nova bioeconomia é entendida como sendo a "produção sustentável de recursos biológicos renováveis e a sua conversão em alimentos, rações, e produtos elaborados a partir de material biológico".

A novidade da nova bioeconomia, que a diferencia daquela existente desde os primórdios da humanidade (isto é, o uso da biologia e dos processos biológicos em atividades econômicas), é o fato de ter como característica básica, o uso intensivo de conhecimentos científicos na

transformação de recursos naturais e processos em produtos e serviços<sup>9</sup>. A nova bioeconomia utiliza um conjunto de conhecimentos científicos e tecnológicos muito mais amplo e avançado, por exemplo, a biotecnologia, bioinformática, nanotecnologia, tecnologia da informação, biologia molecular, modificação genética de organismos vivos, clonagem e sequenciamento de DNA, entre outras.

A nova bioeconomia não se limita a agricultura, ou seja, a produção de alimentos, fibras e rações. Ela envolve também a fabricação de vários produtos nos setores industrial e da saúde, porém sempre a partir de recursos biológicos renováveis. Com relação à indústria, pode-se mencionar a fabricação de insumos agrícolas (fertilizantes, praguicidas), produtos químicos (solventes, detergentes), combustíveis líquidos (etanol, biodiesel), plásticos e cosméticos. No caso da saúde, a nova bioeconomia tem participação no desenvolvimento de fármacos, vacinas, antibióticos, alimentos funcionais, nutracêuticos, cosméticos, fragrâncias e outros produtos. Portanto, a nova bioeconomia fortalece a relação entre a agricultura e a indústria tornando-as partes integrais de um mesmo processo. Além disso, amplia o leque de utilidades de sistemas biológicos, o que expande por sua vez a contribuição e o espaço que a agricultura pode ocupar entre as indústrias mais sofisticadas. A nova bioeconomia pode contribuir também para superar os desafios das mudanças climáticas pelo desenvolvimento e uso de sistemas de produção com baixa emissão de gases de efeito estufa.

A nova bioeconomia é um fenômeno emergente no Brasil e no mundo. Entretanto, já é uma realidade perceptível e nos próximos anos muito provavelmente continuará seguindo a tendência atual de forte expansão. Como mostra a Figura 6, em 2009 a nova bioeconomia contribuiu com 17% do PIB europeu e com 9% para o nível de emprego na região.

---

<sup>9</sup> A bioeconomia do passado, particularmente a dos anos 1960-70, teve como base tecnológica os conhecimentos ligados à revolução verde, ou seja, a utilização do melhoramento genético convencional como forma de produzir variedades de elevado rendimento, o uso intensivo de insumos tecnológicos como fertilizantes e agroquímicos, e a incorporação de maior racionalidade econômica mediante o uso ampliado de técnicas de gestão.

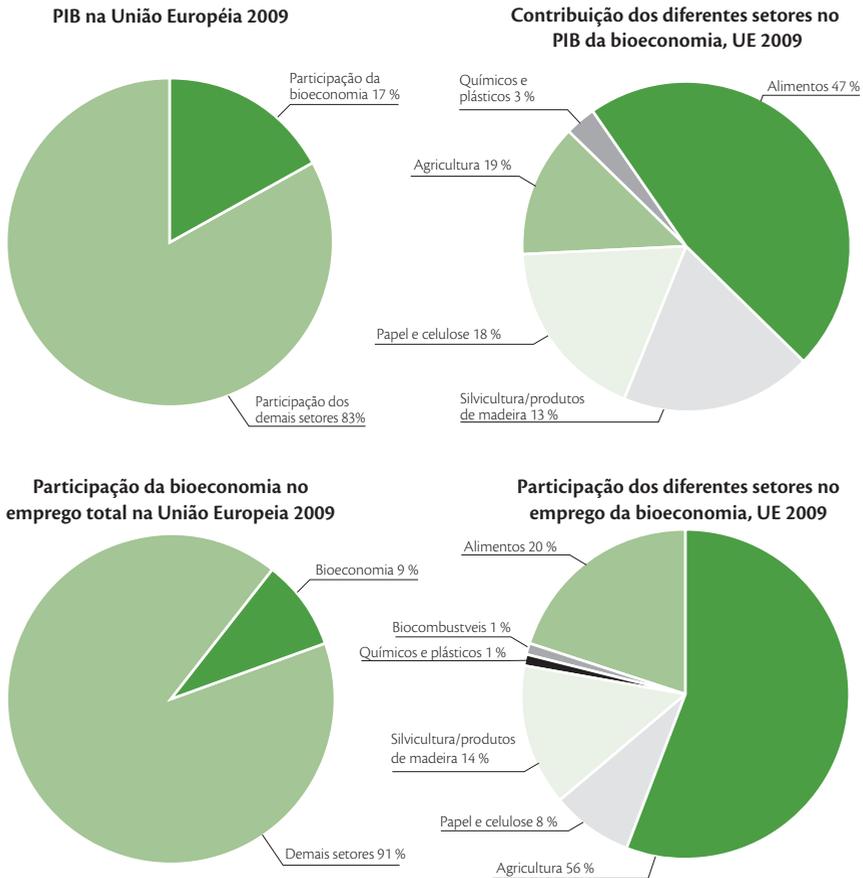


Figura 6 – Participação da bioeconomia no PIB e no emprego total na União Europeia em 2009

Fonte: BECOTEPS, 2011.

### b.5) Transformações estruturais na agricultura

Impulsionada pelo crescimento da renda e pelos processos de urbanização, mudança tecnológica e globalização, a agricultura está se tornando cada vez mais intensiva em capital e integrada com os estágios antes e depois da porteira. Em decorrência desse processo, as diversas cadeias produtivas que compõe o sistema agroalimentar se tornam mais coordenadas verticalmente por agentes privados. Tais cadeias “estritamente coordenadas” são organizadas como resposta estratégica dos participantes do agronegócio frente às demandas de mercados mais diferenciados (ZYLBERSZTAJN; FARINA, 1999). Como resultado desse processo de transformação, os mercados

estão cada vez mais demandantes em termos de segurança e qualidade dos alimentos, mais concentrados e integrados, e mais abertos à competição internacional.

A “industrialização” da agricultura traz implicações importantes para a inserção dos produtores no mercado. As mudanças estruturais da industrialização da agricultura oferecem novas oportunidades para os produtores que conseguem se ajustar ao novo ambiente de negócios, mas também colocam sérios riscos aos produtores que não conseguem se adaptar e participar no mercado. Torna-se, então, fundamental entender esse processo de transformação da agricultura para estabelecer uma agenda futura de políticas agrícolas e agrárias voltadas para a inserção competitiva dos produtores ao mercado.

#### **b.6) Mudanças nas cadeias de comercialização**

Em decorrência do processo de liberalização e globalização, as cadeias de comercialização estão mudando em vários países. Por exemplo, os supermercados estão se convertendo rapidamente no principal controlador de acesso a mercados varejistas na Ásia e na América Latina. Como consequência desta tendência em desenvolvimento, os produtores agrícolas dessas regiões estão sendo crescentemente desafiados a competir mais intensamente em mercados guiados por consumidores, exigentes em termos de tipo, qualidade e segurança dos produtos, mais concentrados e integrados, e muito mais abertos à competição internacional.

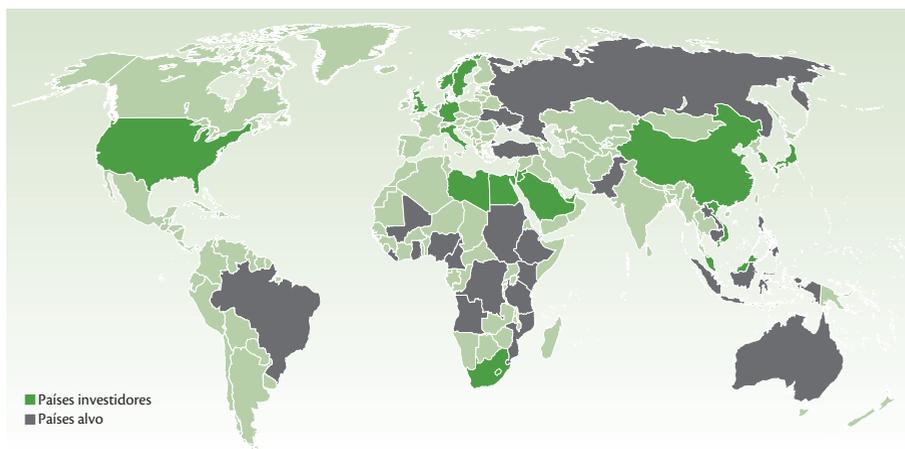
Tendo em vista esse contexto, os agricultores além de se esforçar para diversificar a sua produção em direção a produtos de maior valor agregado devem ao mesmo tempo, atender os requerimentos desses mercados exigentes e volúveis, tanto em nível interno como no exterior. Portanto, as mudanças nas cadeias de comercialização representam um importante driver de mudança no sistema agroalimentar.

#### **b.7) Compra de terras por estrangeiros**

O crescimento populacional e de renda tem gerado crescentes pressões por volumes mais elevados de produção agrícola. Esse fenômeno vem sendo reforçado pela tendência de maior consumo de bioenergia. Conforme mencionado anteriormente, as projeções apontam para um aumento substancial da população e da renda em vários países nas próximas décadas. Portanto, uma das questões fundamentais que se apresentam é a necessidade de expandir o uso da terra para, juntamente com tecnologias mais produtivas, atender a demanda futura de alimentos, fibras e bioenergia.

Dado esse contexto, como mostra a Figura 7, alguns governos e empresas/grupos estrangeiros tem adquirido ou arrendado terras em outros países para produzir matérias-primas para sua economia e em alguns casos para outros mercados. Os países alvo desses investimentos

(assinalados em cor verde na figura) estão principalmente na África, Oceania e parte da América Latina e os principais investidores são países europeus, do Oriente Médio e a China.



**Figura 7** – Regiões/países investidores e alvo de investimentos em terras para o desenvolvimento de atividades agrícolas, 2006-2009.

Fonte: UNCTAD, 2012, p. 2.

O acesso a terras agrícolas por capitais internacionais não é fenômeno recente, porém tem crescido em importância. Conforme indica o documento “*Transnational land deals for agriculture in the global South*” publicado este ano pelo “*Land Matrix Partnership*”<sup>10</sup>, a compra internacional de terras não é uma bolha especulativa, mas sim, uma realidade consolidada. Segundo esta publicação, durante o período 2000-2011 aproximadamente 83 milhões de hectares foram adquiridos em países em desenvolvimento por instituições/empresas/governos estrangeiros. Três grupos de países foram identificados como principais investidores estrangeiros na compra de terras: países emergentes (Brasil, África do Sul, China, Índia, Malásia e Coreia); Estados do Golfo e países do norte (Estados Unidos e países Europeus).

A intensificação da tendência de compra de terras por estrangeiros tem causado preocupações e sido tema de debate em fóruns nacionais e internacionais. Como resultado, alguns governos e organismos internacionais vêm realizando iniciativas com o intuito de estabelecer marcos regulatórios que evitem explorações que prejudiquem populações locais, interesses nacionais e o uso insustentável dos recursos naturais. Entre outras iniciativas, pode-se mencionar o código

<sup>10</sup> Esta parceria é conformada pelo Cirad, pelo Center for Development and Environment da Universidade de Bern, pela Coalização Internacional da Terra (ILC) e pelo Instituto Alemão de Estudos Globais e de Áreas (GIGA).

de conduta para investidores estrangeiros, “*Seven Responsible Agricultural Investment Principles*”, desenvolvido pelo Banco Mundial, os “Dez princípios mínimos para investimentos em compra de terras” proposto pelas Nações Unidas<sup>11</sup>, e o “*Land Policy Guidelines*” definido pela União Africana para os seus países membros.

No caso do Brasil, em 23 de agosto de 2010, o governo limitou a cinco mil hectares ou 25% da superfície do município, a área total máxima por município passível de aquisição de terras por empresas controladas por capital estrangeiro. Esta limitação foi estabelecida através do parecer da Controladoria Geral da União (CGU), o qual fixou nova interpretação para a Lei nº 5.709/71 e foi aprovado pela Presidência da República na citada data.

As perspectivas de demanda global por alimentos, fibras e bioenergia sugerem que a tendência de investimentos estrangeiros na compra de terras deve continuar nos próximos anos. Essa tendência, em conjunto com o fortalecimento do marco regulatório da utilização desse recurso por parte de agentes externos ao seu país de origem, devem influenciar significativamente o funcionamento do sistema alimentar nacional.

#### b. 8) Menor disponibilidade dos recursos terra e água

O alcance de uma produção adequada para o atendimento da demanda por produtos agrícolas requer, entre outros fatores, a disponibilidade e uso de recursos naturais como terra e água. Atualmente, em torno de 1,5 bilhão de hectares são usados para a produção agrícola no mundo (terras aráveis e terras com culturas permanentes), ou seja, uma área correspondente a um pouco mais de um terço (36%) da quantidade total do recurso terra existente no planeta com algum grau de adequação para a produção vegetal.

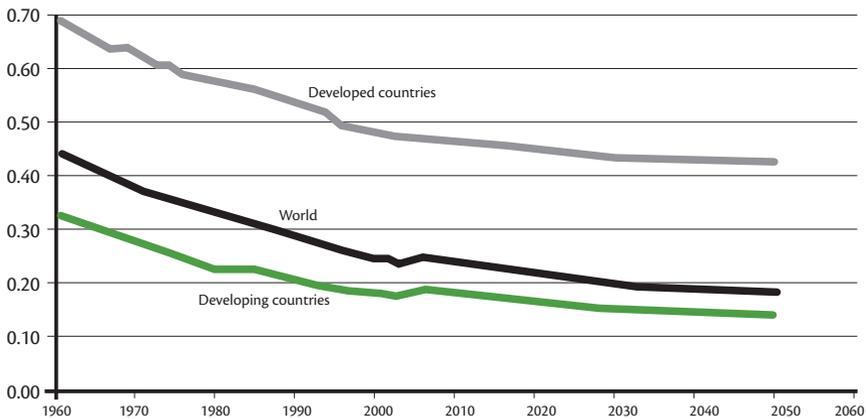
Ainda existem aproximadamente 2,7 bilhões de hectares com potencial para a exploração agropecuária no mundo. Portanto, aparentemente, ainda há uma boa margem para uma expansão das terras agrícolas. No entanto, paralelamente a esta percepção também existe outra de que pelo menos em algumas partes não há mais terra, ou bem pouca passível de ser cultivada (BRUINSMA, 2009).

Como mostra a Figura 8, o índice de terra arável *per capita* seguiu uma trajetória de queda no período 1960-2010, que deve continuar nos próximos anos. Isso sinaliza uma crescente pressão sobre este recurso e a premente necessidade de se elevar o nível médio global de produção agrícola média por área utilizada.

---

<sup>11</sup> UN Special Rapporteur para o Direito a Alimentação.

As terras aráveis em uso no mundo têm crescido e as projeções disponíveis indicam uma continuidade dessa expansão. Em 1961/63 foram utilizados 1.375 milhões de hectares; em 1989/91 essa área totalizou 1.521 milhões e em 2005 atingiu 1.562 milhões de hectares. As projeções para 2030 e 2050 indicam que a área agrícola mundial nesses anos deverá somar respectivamente, 1.648 e 1.673 milhões de hectares (BRUINSMA, 2009, p. 13).



**Figura 8** – Terra arável per capita (hectares em uso por pessoa)

Fonte: BRUINSMA, 2009, p. 3.

Segundo a FAO, o recurso água doce apresenta um quadro muito semelhante ao da disponibilidade de terras. Globalmente a disponibilidade de água é mais do que suficiente, porém muito desigualmente distribuída com um número crescente de países ou regiões atingindo níveis alarmantes de escassez. Este é frequentemente o caso nos mesmos países do Oriente Médio/Norte da África e do Sul da Ásia que não tem recursos de terras disponíveis (BRUINSMA, 2009, p. 2). Um fator atenuante é a possibilidade de que ainda existam oportunidades amplas para aumentar a eficiência do uso da água, por exemplo, via o estabelecimento de incentivos corretos para usar menos água.

Como mostra a Tabela 4, a disponibilidade mundial de água totaliza 42.000 km<sup>3</sup> de fontes renováveis, desse total 2.620 km<sup>3</sup> foram utilizados com irrigação no período 2005-2007. As projeções apontam que este consumo deve aumentar para 2.906 km<sup>3</sup> em 2050, elevando a pressão sobre os recursos hídricos decorrente da irrigação de 6% em 2005/07 para 7% em 2050.

12 1 km<sup>3</sup> cúbico equivale a 1.000.000.000.000 litros (um trilhão de litros de água).

Tabela 4 - Recursos hídricos anuais renováveis e retiradas de água para irrigação, 2005 e 2050.

	Precipitação	Fonte de água renovável	Taxa de eficiência de uso de água		Extração de água para irrigação		Pressões sobre fontes de água	
			2005/07	2050	2005/07	2050	2005/07	2050
	mm p.a.	Km <sup>2</sup>	%		Km <sup>3</sup>		%	
Países em desenvolvimento	990	28.000	44	47	2.115	2.413	8	9
África subsaariana	850	3.500	22	25	55	87	2	2
América Latina / Caribe	1.530	13.500	35	35	181	253	1	2
Oriente Médio / Norte da África	160	600	51	61	347	374	58	62
Sul asiático	1.050	2.300	54	57	819	906	36	39
Leste asiático	1.140	8.600	33	35	714	793	8	9
Países desenvolvidos	540	14.000	42	43	505	493	4	4
Mundo	800	42.000	44	46	2.620	2.906	6	7

\*inclui no nível regional, "os fluxos de entrada"

Fonte: BRUINSMA, 2009, p. 20.

A escassez do recurso água, assim como da terra agricultável, deve ser agravada por vários fatores nos próximos anos, por exemplo: pela degradação dos solos; competição proveniente das demandas originárias da crescente urbanização; pelo uso industrial da água; e, pela utilização da terra para a produção de biocombustível. Além disso, fenômenos como as mudanças climáticas devem alterar também a disponibilidade dos recursos terra e água e aumentar a necessidade de preservá-los para as gerações futuras. Portanto, o desempenho futuro do sistema agroalimentar possivelmente será influenciado pelo *driver* disponibilidade e qualidade dos recursos terra e água.

### c) Drivers sociopolíticos

Como principais *drivers* sociopolíticos que podem impactar o sistema agroalimentar podem ser citados as forças que influenciam o processo de tomada de decisão. O marco regulatório internacional (governança global) e o declínio da importância do Estado na oferta de bens e serviços podem ser citados como *drivers* sociopolíticos consolidados.

Nas últimas décadas tem sido observado o crescimento da importância da influência de grupos de pressão social que são formados em escala mundial e que podem representar mudanças não antecipadas. Ainda nessa categoria estão também os novos arranjos institucionais gerados a partir da nova conectividade. Estes são exemplos de *drivers* sociopolíticos, todavia, ainda se sabe pouco sobre eles.

### c.1) Marco regulatório internacional – governança global

Nos últimos anos a maioria dos países tem enfrentado grandes desafios, tais como volatilidade dos preços dos alimentos, crises financeiras internacionais, mudanças climáticas e a necessidade de garantir a segurança alimentar da população mundial nas próximas décadas. Isto tem ocorrido em contextos onde as perspectivas de crescimento da população mundial, aumento da renda per capita em vários países, particularmente nos países em desenvolvimento, maior urbanização e grande pressão sobre os recursos naturais, ampliam os seus efeitos.

Tendo em vista a natureza global desses desafios, observa-se a formação de uma tendência crescente entre governos e instituições internacionais de estabelecer novos arranjos institucionais para discutir e definir ações comuns para superá-los. Esses arranjos incluem, entre outros, a criação do G8, do G20, assim como a formação de comissões constituídas por cientistas internacionais e/ou representantes de governos como, por exemplo, a “Comissão sobre Agricultura Sustentável e Mudança do Clima”. Essa Comissão foi estabelecida pelo CGIAR para identificar políticas e ações necessárias para alcançar a segurança alimentar global nos próximos anos em um contexto de mudanças climáticas. O Relatório Final do estudo “*Achieving food security in the face of climate change*” (Figura 9), divulgado recentemente por essa Comissão, enfatiza, entre outras recomendações, a necessidade de estabelecer uma arquitetura global que defina e promova investimentos essenciais na agricultura e sistemas alimentares. Isto é, propõe a criação de um mecanismo institucional que forje elos entre as políticas dos países participantes.

A criação desses novos arranjos institucionais e de governança tem contribuído para o estabelecimento de marcos regulatórios, acordos e/ou regras que influenciam o desempenho de diferentes elementos da economia tais como o sistema agroalimentar. Alguns exemplos nesse sentido incluem a Diretiva de Energias Renováveis estabelecida pela União Europeia em 2009 (2009/28 EC), que define exigências mínimas de redução dos gases de efeito estufa (GEE) sobre biocombustíveis; a intenção do uso do conceito ILUC (uso indireto da terra) proposto também pela EU; e a obrigatoriedade, requerida pelo governo francês, de registrar a emissão de CO<sub>2</sub> na embalagem de 80 frutas comercializadas em supermercados (entre elas a manga brasileira).



**Figura 9** – Capa do “*Achieving food security in the face of climate change – Final report from the Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change*”

Fonte: BEDDINGTON; ASADUZZAMAN; CLARK; FERNÁNDEZ; GUILLOU; JAHN; ERDA; MAMO; VAN BO; NOBRE; SCHOLES; SHARMA; WAKHUNGU, 2012.

#### **d) Drivers culturais e religiosos**

O entendimento de impactos de *drivers* culturais e religiosos no sistema agroalimentar pode ser facilitado a partir da definição de cultura como sendo “os valores, as crenças, as normas que um grupo de pessoas compartilha, assim como a percepção de risco e a capacidade de assumir riscos, ou a preferência por benefícios no presente *versus* benefícios no futuro” (NELSON et. al.,

p. 194). Esses *drivers* têm impacto no sistema agroalimentar, influenciando o processo de tomada de decisão dos consumidores e a proposição e formulação de políticas.

Existem evidências empíricas (SCHWARTZ, 1992) e argumentos teóricos que dão sustentação a ideia de que “valores – coisas que as pessoas consideram importantes em suas vidas” – são fundamentais para moldar o comportamento e que geralmente são relativamente estáveis durante a vida do indivíduo. E a literatura de psicologia social dá muita ênfase ao princípio de que as “crenças” são preceptores do comportamento. A literatura também mostra que a relação entre cultura e comportamento é contexto-específica, assim, generalizações sobre os impactos de *drivers* culturais e religiosos podem ser incorretas, tornando assim mais complexo o entendimento ou antecipação dos impactos de *drivers* culturais e religiosos no sistema agroalimentar.

## e) *Drivers* de ciência tecnologia

Os avanços da ciência e da tecnologia podem levar a rupturas tecnológicas que trazem mudanças radicais de paradigma e, conseqüentemente, acarretam enormes impactos diretos e indiretos no sistema agroalimentar. Os *drivers* tecnológicos podem ser analisados quando são focalizadas as rotas emergentes, rotas senescentes e as rotas consolidadas pelas tecnologias, especialmente aquelas ofertadas para o setor agrícola.

As rotas biotecnológicas, a rota tradicional de base genética, química e bioquímica, e as tecnologias de informação e comunicação que promovem a conectividade, são exemplos de *drivers* de ciência e tecnologia de grande importância para o sistema agroalimentar.

### e.1) Ciência e tecnologia agropecuária

Conforme documentado na literatura, grandes avanços científicos e tecnológicos vem sendo registrados em vários campos do conhecimento como a genômica e a biotecnologia na biologia e a nanotecnologia na física e na química. Estes avanços devem continuar nos próximos anos trazendo como consequência, enormes transformações para o sistema agroalimentar.

Entre outros aspectos, inovações em genética e melhoramento vegetal e animal para o desenvolvimento de sementes melhoradas, raças e sistemas de produção adaptados às condições brasileiras devem contribuir para a manutenção da competitividade da agricultura nacional. Ao mesmo tempo, a consolidação de diversas frentes da biotecnologia moderna, representada pela genômica integrada ao melhoramento genético, pela engenharia metabólica, pela engenharia genética e pelas tecnologias avançadas de reprodução e clonagem animal, entre outras, irão transformar os mercados do ponto de vista da ampliação de oportunidades (LOPES; CONTINI, 2012). Um exemplo nesse sentido é a expansão da nova bioeconomia, que ao se caracterizar pelo

forte embasamento científico e pelo elevado uso de biotecnologia moderna, está possibilitando o desenvolvimento de gama imensa de novos produtos.

Além dos elementos acima, tecnologias de monitoramento por satélites, zoneamento de riscos, modelagem, sensoriamento entre outras, deverão ter papel cada vez mais importante no ordenamento territorial e no planejamento do uso sustentável dos recursos naturais do País. Da mesma forma, à medida que os custos de insumos como a água, fertilizantes, sementes e energia aumentarem e a disponibilidade de mão-de-obra no campo diminuir, os agricultores provavelmente contarão com novas alternativas de mecanização, automação e tecnologias de precisão e manejo sítio-específico assim como com substitutos eficientes para os fertilizantes químicos e defensivos derivados do petróleo.

As tendências tecnológicas apontam também para a expansão de atividades de melhoramento genético voltadas ao desenvolvimento de alimentos e matérias-primas com alta densidade nutricional e funcional. Isto é, que sejam ricos em vitaminas, sais minerais e proteínas, que tenham longa vida de prateleira com alta qualidade, e que produzam um mínimo de resíduos.

Em síntese, o *driver* “ciência e tecnologia agropecuária” deve continuar influenciando significativamente o sistema agroalimentar nos próximos anos.

## e.2) Tecnologias de informação e de comunicação (TIC)

Novas e mais eficientes tecnologias vem se apresentando como fontes primordiais dos incrementos produtivos. Crescentemente, as tecnologias de informação e de comunicação (TIC) impactam as cadeias produtivas tanto do lado da demanda como da oferta. Este quadro é verdadeiro para a economia de maneira geral e, portanto, para o sistema agroalimentar.

No caso específico da agricultura, as TIC favorecem a utilização de tecnologias de precisão como o GPS e SIG, que permitem reduzir os custos, aumentar a produção, ajustar os insumos às necessidades do solo e das culturas, aumentar os rendimentos e reduzir os impactos ambientais, no que se convencionou denominar de agricultura de precisão. As TIC permitem, ainda, desenvolver estratégias de marketing direto dos produtos agrícolas e também explorar oportunidades como o comércio eletrônico, os leilões, as vendas de serviços e o ensino à distância.

Os impactos da TIC são inúmeros e de conhecimento público. A indústria de tecnologia da informação não só funciona como trampolim para a economia, como também é impulsionada pelo próprio crescimento econômico. A tendência para os próximos anos é de que os agentes econômicos continuarão investindo significativamente no desenvolvimento e uso da TIC (THE WORLD, 2011).

As novas TIC vêm sendo adotadas de maneira cada vez mais rápida. Empresas que prestam serviço para agricultores estão elevando o uso de tecnologias de informação. Agricultores usam *tablets*, smartphones, redes sociais, acesso a internet, entre outros, para se manterem “informados” sobre o mundo e as questões que envolvem o agro (cotações internacionais de *commodities*, quebras de safras em grandes produtores, legislações, etc.).

É difícil prever o impacto que as tecnologias de informação e de comunicação terão nos próximos anos. Entretanto, é possível antever alguns contornos: maior facilidade e rapidez de acesso à informação, melhor coordenação de colaboradores dispersos geograficamente, por exemplo, integração e automatização dos processos de negócio a montante (fornecedores) e a jusante (clientes), incremento da possibilidade de participação dos colaboradores nas atividades de gestão dos seus superiores hierárquicos, etc. Portanto, as TIC devem continuar atuando como um importante *driver* de mudança no sistema agroalimentar nas próximas décadas.

## f) Drivers ambientais

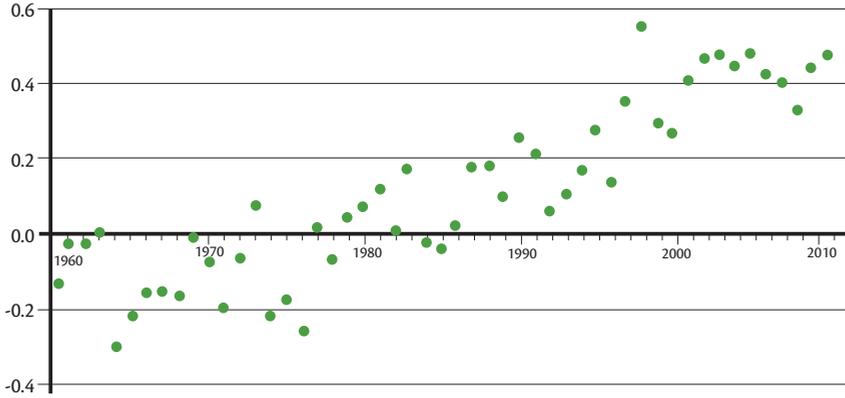
A principal fonte de *drivers* ambientais de importância para o sistema agroalimentar está associada às mudanças climáticas. Temperaturas mais elevadas, mudanças de estações, maior frequência de eventos climáticos extremos, secas, enchentes e a percepção sobre mudanças climáticas que focaliza a exaustão dos recursos naturais, em especial energéticos, são exemplos de *drivers* ambientais que podem impactar a oferta e a demanda de alimentos.

### f.1) Mudanças climáticas<sup>13</sup>

Os relatórios do IPCC de 2001 e 2007 e vários outros trabalhos científicos recentes afirmam que a mudança climática é um fato inequívoco (Figura 10). Todavia, ainda existem muitas controvérsias sobre as causas e a intensidade das mudanças climáticas.

O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (ALLEY; BERNTSEN; BONDOFF; CHEN; CHIDTHAISONG; FRIEDLINGSTEIN; GREGORY; HEGERL; HEIMANN; HEWITSON; HOSKINS; JOOS; JOUZEL; KATTSOV; LOHMANN; MANNING; MATSUNO; MOLINA; NICHOLLS; OVERPECK; QIN; RAGA; RAMASWAMY; REN; RUSTICUCCI; SOLOMON; SOMERVILLE; STOCKER; STOTT; STOUFFER; WHETTON; WOOD; WRATT, 2007) indica uma variação extrema entre 1,1°C e 6,4°C com média de 4°C até 2100 considerando a média de 1990 como referência. Além de aumentos de temperatura estão previstas mudanças no regime de chuvas e a intensificação de eventos climáticos extremos como secas e enchentes.

13 Temperaturas mais elevadas, mudança de estações, maior frequência de eventos climáticos extremos, secas e enchentes.



**Figura 10** – Anomalias na temperatura média global 1960-2010

Fonte: BEDDINGTON; ASADUZZAMAN; CLARK; FERNÁNDEZ; GUILLOU; JAHN; ERDA; MAMO; VAN BO; NOBRE; SCHOLES; SHARMA; WAKHUNGU, 2012, p. 7.

No caso do Brasil, os modelos climáticos regionais apontam um risco de “savanização” de boa parte da Amazônia, secas mais intensas e mais frequentes no Nordeste, chuvas intensas e inundações nas áreas costeiras e urbanas das Regiões Sudeste e Sul, e reduções significativas do potencial de geração hidroelétrica nas Regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste (Figura 11). As áreas consideradas mais vulneráveis são a Amazônia e o Nordeste do país (DINIZ, 2008).

Em relação aos impactos da mudança do clima na produção agrícola, estudos recentes como os elaborados por ASSAD et. al. (2008) e SANTANA et. al. (2011) mostram que, com exceção de um impacto positivo sobre a cana-de-açúcar e parcialmente sobre a mandioca, todas as culturas terão resultados negativos. Considerando o cenário A2 do IPCC<sup>14</sup>, o aumento das temperaturas deverá reduzir as áreas com baixo risco de produção de soja, café e milho até o ano de 2070 em 41%, 33% e 17%, respectivamente (Tabela 5) (ASSAD et. al., 2008).

<sup>14</sup> Este cenário, o mais pessimista, estima um aumento de temperatura entre 2°C e 5,4°C até 2100.

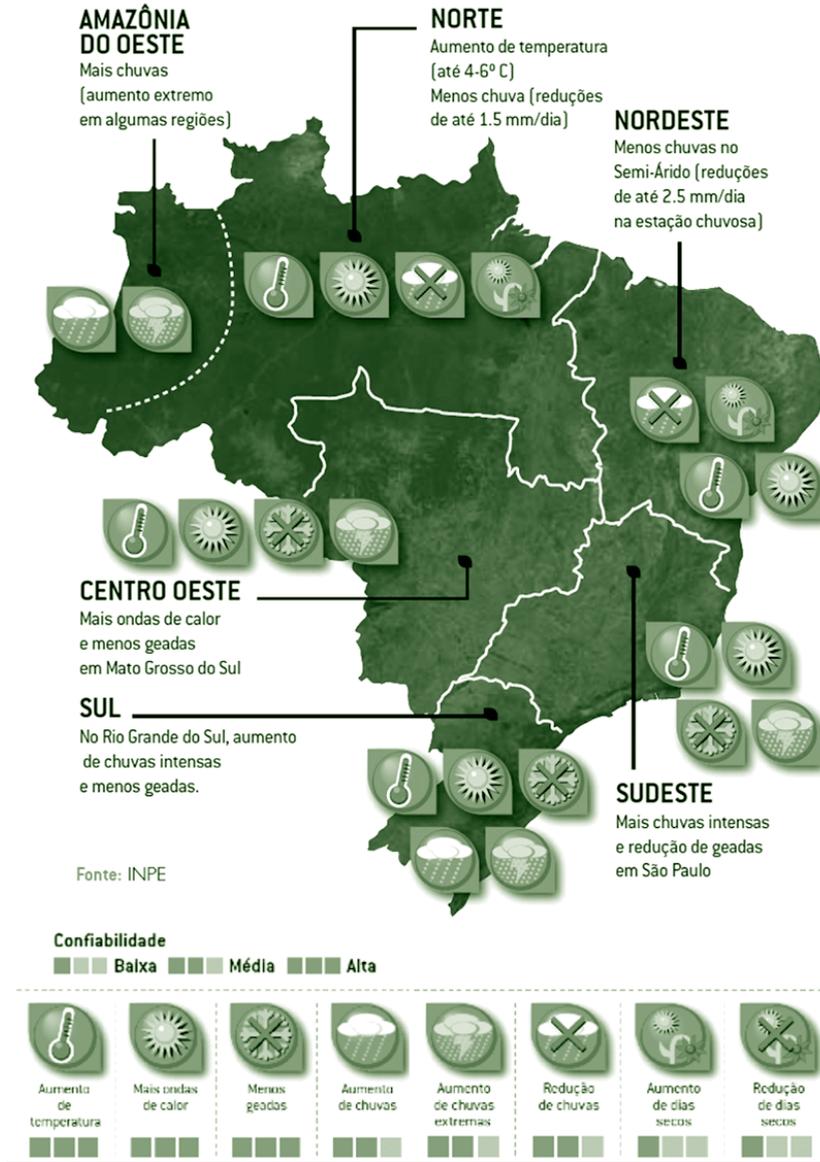


Figura 11 – Brasil: Projeções de mudanças do clima por região no ano 2100

Fonte: MARGULIS; DUBEUX, 2010, p. 21.

**Tabela 5** – Impacto das mudanças climáticas sobre as áreas propícias ao cultivo de produtos selecionados, 2020-2070.

Culturas	Cenário B2			Cenário A2		
	2020	2050	2070	2020	2050	2070
Algodão	-11	-14	-16	-11	-14	-16
Arroz	-9	-13	-14	-10	-17	-14
Café	-7	-18	-28	-10	-17	-33
Cana	171	147	143	160	139	118
Feijão	-4	-10	-13	-4	-10	-13
Girassol	-14	-17	-18	-14	-16	-18
Mandioca	3	7	17	3	13	21
Milho	-12	-15	-17	-12	-15	-17
Soja	-22	-30	-35	-24	-34	-41

Fonte: ASSAD *et. al.*, 2008.

Muito embora exista essa “visão generalizada” sobre a questão do aquecimento global e da ação do homem sobre estes acontecimentos, é importante sublinhar que há também um número significativo de profissionais no meio científico que não corrobora essa opinião. Não são incomuns as declarações e artigos defendendo que as “preocupações” com o aumento da temperatura média do planeta não passa de alarmismo. Um exemplo recente é a Carta Aberta à Presidente Dilma Rousseff (SUGUIO *et. al.*, 2012), assinada por uma série de cientistas brasileiros, veiculada às vésperas da Rio+20 e intitulada “Mudanças climáticas: hora de recobrar o bom senso”. Neste documento, são apresentados os seguintes argumentos: “1) não há evidências físicas da influência humana no clima global; 2) a hipótese “antropogênica” é desserviço à ciência; 3) o alarmismo climático é contraproducente; 4) a “descarbonização” da economia é desnecessária e economicamente deletéria; e, 5) é preciso uma guinada para o futuro.”

Também de grande importância para o sistema agroalimentar são as percepções que as pessoas e os diversos grupos de pessoas têm sobre as mudanças no clima.

Um elemento adicional referente a mudanças climáticas e seus efeitos sobre o desempenho da agricultura é a intensificação de fenômenos climáticos extremos como secas, inundações e furacões. A ocorrência desses fenômenos tem crescido nos últimos anos trazendo grandes consequências para a produção agropecuária, assim como para populações em diferentes partes do Brasil e de outros países.

Tendo em vista a relevância desses acontecimentos é importante monitorá-los para, na medida do possível, adotar medidas preventivas e/ou de adaptação.

### 3. *Weak signals* preliminares

A metodologia utilizada para identificar os *drivers* que podem influenciar o desempenho do sistema agroalimentar brasileiro nos próximos anos compreendeu duas atividades principais: (i) identificação das forças norteadoras consolidadas sugeridas pela literatura; e, (ii) realização de uma mesa redonda conformada por especialistas de diferentes instituições<sup>15</sup> para identificar, de forma preliminar, os *weak signals*, isto é, os indicadores precoces de acontecimentos que podem influenciar significativamente o desempenho do sistema agroalimentar brasileiro.

Como resultado dessa segunda atividade, os *drivers* apresentados no item III anterior, ou seja, os sugeridos pela literatura, foram validados pela mesa redonda. Além disso, os participantes identificaram os *weak signals* apresentados a seguir.

#### 3.1. *Weak signals* identificados pela mesa redonda

##### a) Mudança na composição do quadro de empreendimentos agrícolas formador do PIB agropecuário nacional

A indefinição quanto ao modelo produtivo a ser seguido pelo Brasil e a disparidade entre a dinâmica e velocidade de ação do governo e do setor privado, que tem a sua própria lógica de atuação, estão levando ao desaparecimento do produtor e de empresas de porte médio. Este fato tem impactado fortemente o desenvolvimento regional do país, assim como a capacidade do setor de expandir a produção. O setor produtivo agropecuário está cada vez mais formado apenas por dois grupos principais de empreendimentos agrícolas: 1) a pequena produção, que em geral está sobrevivendo graças aos programas de governo como o Pronaf; e, 2) a grande ou “mega” empresa agrícola.

O conjunto de políticas seguidas pelo governo nos últimos anos (investimento, tributária, crédito, assistência técnica, extensão rural, etc.) não contempla adequadamente a sobrevivência de empresas de porte médio. Essa situação está mudando a formação do mosaico produtivo nacional com a predominância de grandes empresas de um lado e pequenas unidades de produção, chamadas de agricultura familiar, do outro.

---

<sup>15</sup> As seguintes instituições participaram da mesa redonda: Escola de Economia da Fundação Getúlio Vargas, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais, Instituto de Estudos do Comércio e Negociações, Bolsa de Mercadorias e Futuros Bovespa, Instituto Brasileiro de Economia da FGV, Agroconsult, Sociedade Rural Brasileira, GV-Agro, Embrapa, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Consultoria Legislativa do Senado Federal, Fundação Dom Cabral.

A falência de unidades produtivas de médio porte tem forte impacto no desenvolvimento regional, especialmente nas pequenas e médias cidades do Brasil, particularmente naquelas localizadas na Região Centro Oeste. Portanto, é importante que o comportamento desse *weak signal* seja monitorado adequadamente.

### **b) Menor governança global do comércio internacional**

As exportações dos produtos do agronegócio brasileiro poderão enfrentar um grande desafio no futuro advindo da perda da capacidade de coordenação e da importância da Organização Mundial de Comércio nas negociações internacionais. Como resultante, poderá desaparecer a regularização internacional o que pode implicar no fortalecimento e retorno dos subsídios por parte dos países.

### **c) Nova tendência de financiamento de investimentos agrícolas e agroindustriais**

A agricultura está se tornando, de modo geral, cada vez mais intensiva em capital e integrada com os diferentes elos do sistema agroalimentar. No caso do Brasil, este processo está ocorrendo mediante um crescente fluxo de investimentos agropecuários e agroindustriais realizados por investidores internacionais e/ou empresas privadas de capital estrangeiro. O lado negativo desse *weak signal* é que esses investimentos ocorrem sem a preocupação de promover o desenvolvimento regional, em que o surgimento de clusters é fundamental para a geração de emprego e formação e absorção de recursos humanos. Essa tendência em desenvolvimento tem levado vários agentes a questionar como será financiada a expansão do agronegócio brasileiro.

### **d) Menor disponibilidade de mão de obra qualificada na agricultura e deficiências do marco legal**

O processo de urbanização tem resultado numa redução crescente de mão de obra no setor agropecuário brasileiro. Paralelamente a esse fato, tem-se observado uma automação dos trabalhos nesse setor mediante um maior uso de máquinas e equipamentos. Além disso, parte das novas tecnologias apresenta um forte conteúdo científico que exige conhecimentos e habilidades específicas por parte do produtor assim como do trabalhador rural.

Não obstante o anterior, o quadro atual é caracterizado por uma falta de qualificação profissional para o desenvolvimento das novas atividades e, ao mesmo tempo, pela existência de dificuldades no legislativo para adequar a legislação brasileira a essa nova realidade do setor

agropecuário nacional, assim como para atualizar o aparato legal ligado à inovação. Essa situação sinaliza o estabelecimento de um *weak signal* que pode influenciar o desempenho do sistema agroalimentar nacional, portanto deve ser monitorado.

### e) Limitada atuação estratégica do governo e das lideranças do setor

Além dos *weak signals* indicados anteriormente, a mesa redonda identificou também algumas limitações no sistema nacional de governança e nas ações de liderança que, ao influenciar o processo de decisão coletiva e individual, podem afetar o futuro da sustentabilidade da produção de alimentos no Brasil. Especificamente, os seguintes sinais foram identificados:

- Limitada capacidade do governo e de outras instituições de liderar a definição da orientação estratégica a ser seguida pelo setor agropecuário e agroindustrial do Brasil, assim como de estabelecer os instrumentos de sua promoção e sustentação.
- Existência de um grande vazio de liderança e de capacidade institucional de agregar líderes e de conciliar diferentes pontos de vista. Nesse caso, a falta de liderança conjugada ao poder das novas tecnologias de informação e comunicação está levando por meio das redes sociais, ao aparecimento de lideranças com limitada capacidade de contribuir para o desenvolvimento do setor agroalimentar.

### f) Liderança brasileira no conhecimento científico e tecnológico dos recursos naturais tropicais

A história recente mostra que nas últimas quatro décadas ocorreu uma tropicalização técnico científica com desenvolvimento de sistemas de produção apropriados aos diferentes ecossistemas brasileiros. As contribuições das universidades, das instituições de pesquisa e do setor produtivo levaram o Brasil a uma posição de destaque na geração e adaptação de conhecimentos e tecnologias para as regiões tropicais e subtropicais. Este é um driver que precisa ser fortalecido e considerado como um dos indutores para o desenvolvimento sustentável do país.

## 4. Conclusões

A manutenção do papel de destaque que o sistema agroalimentar brasileiro vem desempenhando para a segurança alimentar nacional e global depende da influência de vários fatores, tais como, *drivers* consolidados e *weak signals*, entre essas diferentes forças norteadoras, destaque especial deve ser dado a pelo menos três delas, aumento populacional, expansão da renda per capita e crescente urbanização. Existe, praticamente, um consenso geral que esses *drivers* afetarão substancialmente a

demanda global por alimentos nos próximos anos. Portanto, não podem ser ignorados em análises que visam explorar as perspectivas de produção de alimentos nos próximos anos e, ao mesmo tempo, antecipar medidas que assegurem um caminho positivo a ser percorrido.

Um segundo grupo de *drivers* que, como os anteriores, também deve exercer uma grande influência sobre a demanda por produtos agropecuários no futuro próximo, consiste do seguinte: 1) crescente inter-relação entre mercados agrícolas e novos mercados como os de energia limpa e os relacionados à bioeconomia; e, 2) papel dos supermercados no acesso a mercados varejistas e na definição da qualidade e segurança dos produtos alimentares. Em relação ao primeiro desses *drivers*, a ênfase crescente que vários países vem dando a sustentabilidade econômica, social e ambiental da produção, certamente aumentará a pressão sobre a demanda por produtos agrícolas. No caso dos supermercados, a rapidez com a qual eles vêm ocupando espaço na distribuição de produtos alimentícios, sinaliza a influência que continuarão a exercer proximamente.

No caso da oferta, os *drivers* que mais se destacam em termos de potencial de influência sobre o desempenho dessa variável são a tendência de redução da disponibilidade dos recursos água e terra agricultável e os avanços da ciência, tecnologia e inovação agropecuária, assim como daqueles observados no campo da informação e comunicação. Da mesma forma que acontece com os *drivers* aumento populacional, expansão da renda per capita e crescente urbanização, essas duas forças norteadoras da oferta de alimentos também são bastante reconhecidas pela maioria dos analistas e consideradas consensualmente como elementos-chave no desempenho futuro do sistema agroalimentar nacional e global. Desta maneira, é essencial que sejam consideradas em estudos prospectivos.

Além de sofrer influência destes *drivers* consolidados, o desempenho do sistema agroalimentar nacional poderá ser afetado também pelos *weak signals* identificados pela mesa redonda. Embora importantes, a natureza preliminar da identificação desses sinais fracos sugere a necessidade de que eles sejam monitorados a fim de antecipar os seus impactos potenciais.

Como se pode observar nos parágrafos anteriores, as forças associadas aos diferentes *drivers* de mudança no sistema agroalimentar não apontam na mesma direção. Portanto, um aspecto importante é conhecer o inter-relacionamento entre os *drivers* e, na medida do possível, identificar o vetor de força resultante de forma a procurar orientá-lo à direção desejada. No momento não dispomos de uma análise destes inter-relacionamentos. Entretanto, as experiências passadas sugerem que o driver ciência, tecnologia e inovação tem potencial suficiente para superar as forças norteadoras contrárias à expansão sustentável da produção brasileira de alimentos, definindo, portanto, uma trajetória positiva. Esta é uma das hipóteses básicas que o projeto “Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos: o papel do Brasil no cenário global” está testando e que espera não só comprovar, como também contribuir para a sua

consolidação. Para isso, além de examinar a situação atual e perspectivas de desenvolvimento do sistema agroalimentar nacional, identificará linhas de ação que promovam a atuação proativa na sustentação e sustentabilidade da produção de alimentos no Brasil num contexto global, com ênfase nos aspectos científicos, tecnológicos e de inovação.

## Referências

- ALLEY, R. et al. **Mudança do Clima 2007: a base das ciências físicas. sumário para os formuladores de políticas. contribuição do grupo de trabalho I para o quarto relatório de avaliação do painel intergovernamental sobre mudança do clima.** Geneva, SUÍÇA: Secretariado do IPCC, aos cuidados da OMM, fev. 2007. Trad. Anexandra de Ávila Ribeiro. Disponível em: <[http://www.natbrasil.org.br/Docs/ipcc\\_2007.pdf](http://www.natbrasil.org.br/Docs/ipcc_2007.pdf)>
- ANSOFF, H. I., Managing strategic surprise by response to weak signals. **Californian Management Review**, v.18, n. 2, p. 21-33, 1975.
- ASSAD, E.D. et al. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil.** São Paulo: Embrapa & Unicamp, 2008.
- BECOTEPS.** The European bioeconomy in 2030: delivering sustainable growth by addressing the Grand Societal Challenges. Brussels: 2011.
- BEDDINGTON, J. et al. **Achieving food security in the face of climate change: final report from the Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change.** Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), 2012. Disponível em: <<http://www.ccafs.cgiar.org/commission>>.
- BRUINSMA, J. The resource outlook to 2050: By how much do land, water use and crop yields need to increase by 2050? In: FAO, **Presented at the expert meeting on how to feed the world**, June, 2009.
- CHINA BRAZIL UPDATE.** Conselho Empresarial Brasil/China. Publicação trimestral, disponível em três idiomas: Português, Inglês e Mandarim. 2. Ed. ABRIL/MAIO/JUNHO de 2011. Disponível em: <<http://www.cebc.org.br/sites/500/521/00001726.pdf>> Acesso em: 06 jul. 2011.
- DINIZ, E.M. (editor). Mudança climática – rumo a um novo acordo mundial. In: **Conferência Regional Sobre Mudanças Globais: América do Sul**, 3. 2007. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados / Universidade de São Paulo, 2008.
- FAO/OECD, OECD iLibrary - **Agriculture Statistics.** Disponível em: <[http://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd\\_bv\\_id=agr-data-en&doi=agr-outl-data-en](http://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd_bv_id=agr-data-en&doi=agr-outl-data-en)>. Acesso em: jun. 2011.
- FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL, **World economic outlook database.** Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/01/weodata/index.aspx>>. Acesso em: abr. 2011.

- GENERAL purpose technologies: the revolution to come. **The Economist**, 13 abr. 2012. Disponível em: <<http://www.economist.com/blogs/freexchange/2012/04/general-purpose-technologies>>. Acesso em: 08 maio. 2012.
- IBGE. Diretoria de pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica. **Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 1980-2050, Revisão 2008**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_Projecoes\\_Populacao/Revisao\\_2008\\_Projecoes\\_1980\\_2050/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_Projecoes_Populacao/Revisao_2008_Projecoes_1980_2050/)>. Acesso em: 14 mar. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Metodologia adotada nas estimativas populacionais municipais**, ago. 2002. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_Projecoes\\_Populacao/Metodologia\\_das\\_Estimativas/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_Projecoes_Populacao/Metodologia_das_Estimativas/)>. Acesso em: 26 set. 2012.
- LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, Sustentabilidade e Tecnologia. In: **Agroanalysis**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, Fevereiro, 2012. v. 32, n. 02, p. 27-34.
- LUTZ, W.; SAMIR, K. C. Dimensions of global population projections: what do we know about future population trends and structures? **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, Setembro 2010, v. 365, n. 1554, p. 2779–2791.
- LUTZ, W.; SANDERSON, W.; SCHERBOV, S. The end of world population growth. **Nature**, n.412, p. 543-545, 2001.
- MARGULIS, S.; DUBEUX, C.B.S. (eds.); MARCOVITCH, J.(coord. geral). **Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades**. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010. 82 p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Assessoria de Gestão Estratégica. **Brasil: Projeções do Agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília: 2012.
- NELSON, G.C. et al. *Drivers of change in ecosystem condition and services (chapter 7)*. In: **Millennium Ecosystem Assessment**. Scenarios for the Future of Ecosystem Services. Washington, D.C.: Island Press, 2005, p. 173-222.
- SANTANA, C. M. et al. **Productive capacity of Brazilian agriculture: a long-term perspective**. London: UK Government for Science, 2011.
- SCHWARTZ, P. Composing a plot for your scenario. **Planning Review**, v.20, n. 3, p. 4-8, may/june, 1992.
- SUGUIO et. al. Carta aberta à Presidente Dilma Rousseff: **Mudanças climáticas: hora de recobrar o bom senso**. São Paulo: 2012. Disponível em: <<http://monitormercantil.com.br/2012/index.php?pagina=Noticias&Noticia=114613>> Acesso em: 06 jul. 2012.
- THE WORLD in figures: industries. information technology. **The Economist**, 17 nov. 2011. Disponível em: <<http://www.economist.com/node/21537946/print>>. Acesso em: 08 maio. 2012.

TORRES, J.B. Controle de pragas do algodoeiro: expectativas de mudanças. **Ciência Agrícola**, v. 8, n. 1, p.37-49, 2007/2008.

UNCTAD. **Foreign direct investment – win-win or land grab?** Rome, Italy: WSFS Secretariat, Office of the Assistant Director-General, Natural Resources Management and Environment Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/018/k6358e.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World urbanization prospects. the 2011 Revision.** New York, 2012

USDA Agricultural Outlook Board. Office of the Chief Economist, World. **Agricultural projections to 2021.** Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Long-term Projections Report OCE-2012-1. Washington, DC.; 2012. 102 p.

WORLD BANK. **Global economic prospects – managing the next wave of globalization.** Washington/ DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2007.



# Políticas de regionalização e condições favoráveis à competitividade: um estudo na cadeia agroindustrial de produção da carne bovina em município do norte do Brasil

Raimundo Vitor Ramos Pontes<sup>1</sup>, Mariomar de Sales Lima<sup>2</sup>

## Resumo

A Região Norte do Brasil sempre foi caracterizada pelo atraso econômico e social, contudo, pesquisas apontam que no período 2002-2008 esta região agregou, em termos relativos, muito mais capacidade produtiva do que o resto do Brasil, e o Estado do Amazonas liderou a maior parte desse crescimento. No entanto, a expansão econômica experimentada pelo Amazonas se limitou ao Polo Industrial de Manaus e os ganhos decorrentes não se irradiaram para os demais municípios do Estado que continuaram sem alternativas de desenvolvimento. Diante de tal constatação, este estudo teve como propósito analisar as vocações produtivas de um dos municípios do Amazonas, no caso Parintins, com vistas a identificar uma alternativa econômica ao seu desenvolvimento, tendo como vetor a análise da competitividade da Cadeia de Produção Agroindustrial da carne bovina. Para tanto, realizou-se um estudo de caso utilizando-se como moldura conceitual o enfoque regional e o conceito de

## Abstract

*The northern region of Brazil has always been characterized by social and economic backwardness, however, studies show that in the period 2002-2008 this region added, in relative terms, more productive capacity than the rest of Brazil, and the state of Amazonas led to greater part of that growth. However, economic expansion experienced by Amazonas was limited to the Industrial Pole of Manaus and the gains are not beamed to the other municipalities in the state, that continued without development alternatives. Given this finding, this study aimed to analyze the productive vocations of one of the municipalities of Amazonas, in the case Parintins, in order to identify a cost effective alternative to its development, with the vector analysis of competitiveness Chain Agroindustrial Production of bovine meat. Therefore, we performed a case study using as conceptual framework the regional approach and the concept of Agroindustrial Production Chain - APC, whose*

1 Mestre em Desenvolvimento Regional, pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam), e professor assistente da mesma universidade. E-mail: tkvitor@hotmail.com

2 Doutora em Engenharia de Produção, pela Coppe/UFRJ, professora adjunta e coordenadora do PPG em Contabilidade e Controladoria da Universidade Federal do Amazonas (Ufam). E-mail: msl@ufam.edu.br

Cadeia de Produção Agroindustrial – CPA, cuja arquitetura teórica se apóia em um produto final no qual se procura encadear, de jusante a montante, as operações de natureza técnica, comercial e logística, necessárias à sua produção. Os resultados mostram que em Parintins, a pecuária de corte, entre outras alternativas, mostrou grande potencial de desenvolvimento econômico, porém, algumas mudanças se fazem necessárias para que tal potencial seja desenvolvido. A primeira se relaciona com a necessidade de implementação de políticas governamentais (estadual ou municipal) efetivas, com resultados duradouros, destinadas a sanar os problemas diagnosticados no setor agropecuário do município em detrimento de políticas com resultados paliativos; a segunda diz respeito à mudança de visão do pecuarista de Parintins que precisará migrar de uma gestão de produção artesanal para uma gestão de produção com visão de mercado; e a terceira se relaciona com os investimentos em tecnologias necessárias à melhoria do rebanho, à melhoria do sistema de produção e à melhoria dos processos de comercialização. Essas mudanças, se feitas, certamente concorrerão para a redução da assimetria existente no nível de competitividade dos elos distribuição, abate/processamento e produção, cujas relações produtivas no momento enfraquecem a estrutura da cadeia.

**Palavras-chave:** cadeia produtiva, competitividade, regionalização, desenvolvimento.

## 1. Introdução

Estudo recente aponta que a economia da Região Norte do Brasil foi uma das que mais se desenvolveu proporcionalmente acima do crescimento econômico de outras regiões do país nos últimos anos. O diagnóstico foi apresentado pelo IBGE (2008), segundo o qual, no período 2002-2008, a Região Norte agregou, em termos relativos, muito mais capacidade produtiva do que o restante do Brasil, sendo que o Estado do Amazonas sobressaiu-se na geração de riqueza com um PIB *per capita* de R\$ 14.014,13, bem à frente do PIB *per capita* de outros Estados da Região Norte.

*theoretical architecture relies on a final product in which demand chain, from upstream downstream, the operations, technical, commercial and logistics necessary for its production. The results show that in Parintins, beef cattle, among other alternatives, showed great potential for economic development, but some changes are needed to make this potential is developed. The first relates to the need for implementation of effective government policies (state or local), lasting results, designed to address the problems identified in the agricultural sector of the municipality at the expense of policies with palliative results, the second concerns the change of view the rancher Parintins that need to migrate a production management for artisanal production management with market vision, and the third relates to investments in technologies needed to improve the herd, improving the system of production and improvement of commercialization processes. These changes, if made, certainly help for reducing asymmetry in the level of competitiveness of the links distribution slaughter / processing and production, whose productive relationships currently weaken the structure of the chain.*

**Keywords:** supply chain, competitiveness, regionalization, development.

Como a economia da Região é predominantemente urbana, o setor agropecuário contribuiu em menor proporção relativa na geração do produto social. Contudo, este setor se mostrou muito dinâmico nos Estados do Pará, Tocantins, Rondônia e Acre, e com menor ênfase nos demais Estados da Região. Essa dinâmica está associada à produção de grãos, de variedades agrícolas e ao desenvolvimento da pecuária extensiva que nos últimos anos veio tomando impulso por conta da expansão da fronteira agrícola.

No caso específico do Estado Amazonas, a economia está excessivamente concentrada em Manaus, capital amazonense, sendo evidente a necessidade de se estabelecerem processos de desenvolvimento econômico para os municípios que se encontram em desvantagem no interior do Estado.

Tal medida quebraria a dependência da riqueza gerada na capital, cuja dinâmica econômica é conduzida pela indústria de transformação de bens, situada no Polo Industrial de Manaus (PIM) (AGUIAR, 2000). Ao mesmo tempo, estaria impulsionando o desenvolvimento de outras potencialidades regionais, tais como o agronegócio, pois dentro dessa dinâmica, um dos produtos mais consumidos é a carne bovina.

Não obstante a demanda mencionada, do volume de carne consumida em Manaus, somente 20% é abastecido pelos municípios amazonenses, enquanto que os outros 80% são abastecidos com carne bovina importada de outros Estados, tais como Mato Grosso, Rondônia, Acre e de municípios do oeste do Pará<sup>3</sup>.

Para atenuar o problema mencionado, tem-se Parintins, município com 102.066 habitantes, distante de Manaus 325 km em linha reta, onde a pecuária é relativamente ativa para os padrões do Estado, de maneira que os dados estatísticos do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas (IDAM, 2009) estimam um rebanho efetivo de 118.343 cabeças de gado. Esta cidade é considerada o polo pecuário da Região do Baixo Amazonas, e de longas datas a cultura da criação bovina, tanto de leite quanto de corte, se mescla com outros produtos que formam a base da economia do município.

Saunier (2003) afirma que as primeiras notícias sobre a pecuária do município datam de 1919, e Teixeira (2007) concorda com Saunier ao lembrar que a pecuária foi e continua sendo uma das atividades econômicas mais constantes na história do Município de Parintins, mas acrescenta que a pecuária na Região ainda continua sendo praticada pela maioria dos criadores como era no início do Século 20.

---

3 Informações obtidas junto aos abatedouros e a grandes distribuidores de carne em Manaus.

Praticamente toda a produção da carne parintinense é absorvida no município de Parintins e arredores, sendo pouco o seu consumo na capital do Estado, visto que os grandes distribuidores de carne em Manaus argumentam que a carne bovina do Amazonas (incluindo Parintins) carece de qualidade e escala de produção. Ante ao argumento apresentado e ainda, considerando que Manaus sobressai como um grande mercado consumidor de carne bovina da Região, posto que tem uma população de aproximadamente 1,8 milhões de habitantes e está entre as principais capitais brasileiras com maior renda per capita<sup>4</sup>, responsável por 85,3% das riquezas geradas no Estado, realizou-se esta pesquisa com vistas a obter resposta ao seguinte questionamento: quais os principais problemas de competitividade que impedem “a produção de carne bovina de Parintins de atender a demanda da capital amazonense?”

Para obter resposta ao questionamento levantado, realizou-se um estudo de caso na Cadeia de Produção Agroindustrial da carne bovina em Parintins, envolvendo a opinião de agentes-chave, tendo como ferramenta de apoio a “escala lickert” de ranqueamento de opinião, utilizando-se como moldura conceitual o enfoque regional e o conceito de Cadeia de Produção Agroindustrial (CPA), cuja arquitetura teórica se apoia em um produto final, no qual se procura encadear, de jusante a montante, as operações de natureza técnica, comercial e logística, necessárias à sua produção. Desse modo, o estudo teve como objetivo geral a análise do estado de desenvolvimento em que se encontra a citada cadeia, almejando especificamente: a) Diagnosticar os problemas de competitividade da cadeia; e, b) Avaliar os impactos decorrentes dos referidos problemas.

## 2. Aportes teóricos

Os aportes teóricos utilizados como guia para investigação envolveram o entendimento dos conceitos expostos nas subseções seguintes.

### 2.1. O conceito de agronegócio e as metodologias de análise agroindustrial

Analisar a cadeia agroindustrial do gado de corte do Município de Parintins remete inicialmente à compreensão de conceitos fundamentais do agronegócio e da produção agroindustrial. A princípio, o contexto produtivo teve como fundamento o termo *agribusiness* (agronegócio) cunhado por *John H. Davis* na Conferência de Distribuidores de Produtos Agrícolas de Boston, nos Estados Unidos da América, em 1955 (BATALHA e SIVA, 2009). Todavia, o termo ficou oficialmente

---

4 Censo 2010. Renda *per capita* de R\$ 18.902, relativa ao ano de 2006. IBGE, Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Contas Nacionais. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>.

conhecido quando da publicação do livro “A Concept of Agribusiness”, em 1957, de autoria do mesmo John H. Davis e Ray A. Goldberg, de onde surgiu a primeira metodologia de análise dos sistemas agroindustriais, conhecida como “Commodity System Approach – CSA”.

Por outro lado, o francês Louis Malassis foi o primeiro autor europeu a teorizar sobre o conceito de sistema agroindustrial (BATALHA e SILVA, 2009). Em uma pesquisa de 1973, ele utilizou o conceito de Filière (cadeia produtiva) para estudar o sistema agroindustrial, que para ele era formado por quatro subsetores: as indústrias à montante, compostas pelas empresas que forneciam os serviços e insumos utilizados na produção agropecuária; a atividade agropecuária propriamente dita; as indústrias a jusante, compostas pelas indústrias de transformação alimentícia; e as indústrias distribuidoras de alimentos.

A partir desse aparato teórico da escola francesa, surge outra metodologia de análise dos sistemas agroindustrial conhecida como “Cadeia de Produção Agroindustrial (CPA)”, onde, conforme salienta Batalha e Silva (2009), a estrutura central seria composta pela sucessão de operações tecnológicas de produção, distintas e dissociáveis, estando elas associadas à obtenção de determinado produto necessário à satisfação de um mesmo segmento de demanda.

Scarpelli e Batalha (2005) explicam que, embora o processo analítico das duas abordagens metodológicas siga uma lógica de encadeamento de atividades de forma semelhante, as duas diferem quanto ao ponto de partida e a delimitação do espaço de análise. O modelo de análise da CSA delimita determinada matéria-prima de base (por exemplo: laranja, café, trigo, etc.) como ponto de partida até o produto final, dando forte ênfase nos preços. Já o modelo de análise da CPA faz o caminho inverso, partindo da delimitação do produto acabado em direção da matéria-prima de base que lhe deu origem, dando forte ênfase na distribuição.

Staatz, apud Batalha e Silva (2009) afirma que o enfoque sistêmico na produção agroindustrial é guiado por cinco conceitos-chave: a) *verticalidade*, onde as características de um elo da cadeia influenciam fortemente outros elos; b) *orientação pela demanda*, onde as informações da demanda determinam o fluxo dos produtos e serviços através de toda a cadeia produtiva; c) *coordenação dentro da cadeia*, onde as relações verticais de suprimento e comercialização dentro das cadeias são fundamentais para a dinâmica de seu funcionamento; d) *competição entre sistemas*, onde um sistema pode envolver mais de um canal de comercialização; e, e) *alavancagem*, onde a análise sistêmica identifica pontos-chaves na sequência produção-consumo e propõe ações de melhoria da eficiência de um grande número de participantes de uma só vez.

## 2.2. Níveis de análise do sistema agroindustrial

As metodologias de análise sozinhas não poderiam suprir este trabalho, portanto, buscou-se entrar nos níveis em que os seus conceitos podem ser utilizados como ferramentas, cuja utilidade é mais concreta. Contudo, fazem-se necessárias algumas explicações. Zylbersztajn (2000) concebe, de forma descritiva, o sistema agroindustrial (que ele chama de SAG) pelo conjunto dos seguintes elementos: os agentes, as relações entre eles, os setores, as organizações de apoio e o ambiente institucional. Mas, para este trabalho, optou-se pela vertente estabelecida por Batalha e Silva (2009), que sendo mais analíticos asseveram que os níveis de análise do sistema agroindustrial se definem na seguinte estrutura: a) Sistema Agroindustrial (que eles chamam de SAI); b) Complexo Agroindustrial - CA; c) Cadeia de Produção Agroindustrial (CPA); e, d) Unidades Socioeconômicas de Produção (Usep).

O Sistema Agroindustrial (SAI) seria o conjunto de todas as atividades necessárias à produção de produtos agroindustriais, desde o insumo até chegar ao consumidor final, não estando associado a nenhuma matéria-prima ou produto final específico. O Complexo Agroindustrial (CA) é uma arquitetura apoiada em determinada matéria-prima de base que conceitualmente “explode” em diferentes processos industriais e comerciais, transformando-se em diferentes produtos, abrindo um leque de cadeias de produção associadas a um produto ou a um conjunto de produtos. A CPA seria o inverso da CA, uma vez que a CPA é uma arquitetura que se apoia em um produto final onde se procura encadear, de jusante a montante, as inúmeras operações de natureza técnica, comercial e logística, necessárias à sua produção. A Usep seria a unidade produtiva, ou a empresa individual propriamente dita que pode influenciar ou ser influenciada pelo sistema no qual está inserida. A eficiência do sistema vai depender da eficiência da Usep e vice-versa.

Entre as principais aplicações do conceito de Cadeia de Produção Agroindustrial (CPA) elencadas por Morvan *apud* Batalha e Silva (2009), neste trabalho foi utilizado o “conceito de cadeia de produção como análise da competitividade”, onde o enfoque sistêmico visualiza a competitividade, não em nível de empresas isoladas, mas em nível de “cadeias produtivas”, onde a mera soma dos esforços competitivos individuais dos agentes não traduz a competitividade do sistema.

## 2.3. A competitividade na cadeia de produção agroindustrial

Zylbersztajn (2005) considera que os sistemas capacitados a obter melhores informações acerca do gosto, dos hábitos, da satisfação dos consumidores, que podem prever as tendências e reorganizar as relações contratuais em direção ao novo alvo, são aqueles que podem ser considerados como os mais competitivos.

Quanto ao conceito de competitividade, Farina (1999), Silva e Batalha (1999), Jank e Nassar (2000) e Zylbersztajn (2000) consideram a definição feita por Ferraz et. al. (1996) como a mais apropriada.

da análise das cadeias de produção agroindustriais. Eles identificam duas vertentes diferentes do conceito de competitividade. A primeira, eles chamam de “competitividade revelada”, que se traduz no “desempenho” de uma empresa ou produto no mercado, uma vez que esse mercado estaria sancionando as decisões estratégicas dos atores, isto é, enquanto a empresa ou o produto despertar o interesse do mercado ela/ele estaria sendo competitivo.

A segunda eles chamam de “eficiência”, que se associa à capacidade de medida do potencial de competitividade de um setor ou empresa, onde essas medidas poderiam ser estudadas através dos agentes econômicos frente às suas restrições gerenciais, financeiras, tecnológicas, organizacionais, etc., existindo uma relação causal determinística entre a conduta estratégica da firma e o seu desempenho eficiente.

Contudo, como Ferraz et. al. (op.cit.) compreendem que existe certa insuficiência nas duas vertentes para explicar a competitividade das cadeias produtivas agroindustriais, visto que para esses autores essas vertentes apresentam aspectos estáticos e não dinâmicos como pede a análise sistêmica, optaram então pela seguinte definição: “competitividade é a capacidade da empresa ou setor de formular e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado”.

A competitividade também está estritamente relacionada com outros dois fatores. Conforme Batalha e Silva (2009), Van Duren propõe um referencial teórico que contempla de forma mais ou menos direta os aspectos de eficiência e eficácia de um sistema agroindustrial, onde a eficácia seria a capacidade do sistema de atender às necessidades do consumidor e a eficiência estaria ligada à coordenação das diversas transações interna dos agentes do sistema.

## 2.4. O enfoque sobre regionalização e condições favoráveis à competitividade

O enfoque sobre regionalização centra-se no desenvolvimento de habilidades e vocações regionais, com o propósito de promover as condições favoráveis à competitividade no mercado globalizado. Neste prisma, é imprescindível a percepção das vocações produtivas existentes, da diversidade e do caráter local dos processos de aprendizagem, bem como à definição e interlocução da política tecnológica com as políticas industrial e macroeconômica, de modo a promover à adequação dos mecanismos de interação entre os diversos atores participantes das atividades de C&T, e assim proporcionar os meios necessários à capacitação tecnológica requerida pelos setores produtivos de determinada região (LIMA, 2005, p.59-60 apud CASAS, 2000).

Segundo Lima (2005, p. 60), na literatura pertinente há vários estudos demonstrando que os atores locais e regionais têm se convertido em promotores ativos do desenvolvimento industrial baseado na ciência e na tecnologia. Além disso, tem se observado em distintos países a introdução de políticas de regionalização a partir de seus sistemas de pesquisa e dos processos de transferência de conhecimentos.

Como exemplo, a autora cita o estudo de Casas (2000), segundo o qual na construção de redes de conhecimentos em algumas regiões do México, ficou constatado que tais redes começam a manifestar uma orientação indireta na especialização relacionada com setores econômicos característicos daquele local, sendo que isto tem se produzido em função das ações apoiadas em programas governamentais, assim como em ações realizadas de forma espontânea pelos atores institucionais. Essas ações sustentam-se no processo de acumulação e concentração de capacidades de pesquisa existentes em um conjunto de instituições públicas e privadas de educação superior e centros de pesquisa situados em distintas regiões do país.

No mesmo estudo, é afirmado que o processo de descentralização estimulado por distintos programas governamentais durante a década de 1990, está promovendo uma mudança na aquisição de uma estrutura científica e tecnológica que se manifesta em uma maior participação das universidades estaduais públicas e privadas, dos institutos tecnológicos e dos centros de pesquisa localizados em distintos Estados do país. Em adição a este processo de participação, o estudo aponta uma emergente tendência nas interações entre academia, empresas e governos, cujos objetivos, mesmo que muito diversos, sustentam-se em capacidades de pesquisa acumuladas nestas instituições, gerando um processo de recombinação de capacidades já existentes para solucionar problemas específicos da produção. A frequência dos vínculos está, em termos gerais, relacionadas com as capacidades de pesquisa das universidades e centros de investigações, assim como com a determinação das empresas de outros setores econômicos de fazer uso do conhecimento para melhorar seus processos produtivos.

Como consequência, o estudo destaca um processo de descentralização das atividades de pesquisa, assim como das interações entre academia e empresas ali existentes, que também apresentam uma estrutura relativamente descentralizada, na qual se destacam um conjunto de regiões, e de maneira mais específica, de entidades federativas e instituições, detentoras de capacidades de pesquisa e que participam mais ativamente na construção de redes de conhecimento. Esses Estados e Regiões em geral contam com um entorno econômico relativamente mais envolvido e especializado em distintos ramos e setores econômicos.

Na mesma linha dos resultados identificados no estudo de Casas, Lima (2005, p. 62) aponta outros países que obtiveram êxito com a introdução de políticas de regionalização. Como exemplo dessas iniciativas, cita a experiência da Itália e do vale do Silício, e mais recentemente os países da Ásia,

cuja região, na década de 1980, era apresentada como modelo de crescimento a ser imitado pela América Latina e agora volta aos comentários, mas no sentido de que ao Brasil interessa conhecer os instrumentos lá utilizados, em função dos países daquela região estarem se integrando com relativo sucesso na economia globalizada (LIMA, 2005, p. 62, apud TACHINARDI, 2003).

### 3. Procedimentos metodológicos

Para a consecução do objetivo proposto, buscou-se identificar e compreender, dentro de uma visão sistêmica, a dinâmica de funcionamento dos elos que compõem a cadeia de produção agroindustrial da carne bovinas do município de Parintins no Amazonas, tomando como doutrina norteadora a noção de CPA, partindo-se da delimitação do produto acabado (a carne) em direção da matéria-prima de base que lhe deu origem (o bovino).

Seguindo o conceito-chave da “orientação pela demanda”, procurou-se primeiro compreender as exigências do consumidor de Manaus quanto ao produto “carne bovina” a partir dos grandes atacadistas e varejistas (elo “distribuição”); em seguida, buscou-se identificar os abatedouros<sup>5</sup> e compreender se seus processos de abate se adequavam às exigências legais que proporcionariam o produto conforme as exigências desse consumidor (elo “abate e processamento”); e, por fim, buscou-se caracterizar o processo produtivo da pecuária de corte de Parintins a fim compreender se o seu sistema de cria, recria e engorda proporcionaria o produto adequado às exigências do consumidor final em Manaus (elo “produção”).

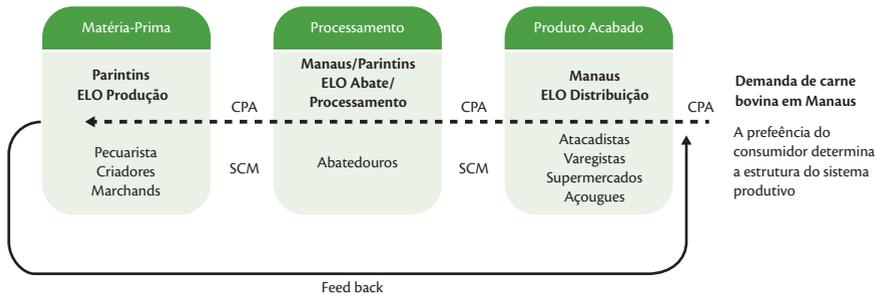
Ainda na dinâmica de funcionamento dos elos, tomando como norte a noção de SCM<sup>6</sup>, procurou-se identificar a sintonia entre os elos da cadeia na integração das atividades mediante melhorias nos relacionamentos entre seus diversos agentes. A dinâmica de funcionamento da CPA da carne bovina de Parintins deveria funcionar conforme a Figura 01.

O contexto desta pesquisa tende para a natureza qualitativa. Assim, Appolinário (2009) assevera que existe distinção entre dois termos fundamentais da pesquisa: o “fato” e o “fenômeno”. Para ele, o “fato” refere-se a eventos que, como objeto da pesquisa, possam ser mensuráveis. Já o “fenômeno” pode ser entendido como a interpretação subjetiva que se faz do “fato”. Martins (1994) deixa mais clara a ideia ao explicar que a abordagem fenomenológico-hemenêutica, utilizada nas ciências sociais, caracteriza-se pelo uso de técnicas não quantitativas, com propostas

<sup>5</sup> Localizados na Região Metropolitana de Manaus e Parintins

<sup>6</sup> SCM - Supply Chain Management (Cadeia de Suprimentos) é um sistema cujas partes constituintes incluem os fornecedores de materiais, as fábricas, os serviços de distribuição e os clientes, alimentando “para frente” o fluxo de materiais e retornando “para trás” o fluxo de informações e recursos financeiros.

críticas, onde busca relacionar o fenômeno à essência. Assim, a validade da prova científica é buscada no processo lógico da interpretação e na capacidade de reflexão do pesquisador sobre o fenômeno objeto do seu estudo.



**Figura 01** - Visão Sistêmica da dinâmica de funcionamento da CPA da carne bovina de Parintins

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesta estrutura metodológica, levou-se em conta que as “relações” entre os elos que compõem a cadeia de produção agroindustrial da carne bovina de Parintins são “acontecimentos observáveis”, conforme os esquemas mentais do pesquisador o qual interpretou a essência dessas relações de acordo com suas referências teóricas e subjetivas.

Pela natureza fenomenológico-hermenêutica do contexto, e pela complexidade da cadeia de produção estudada, o método e a estratégia da pesquisa se pautaram no “estudo de caso”, visto que este possibilitou compreender o “como” e o “por que” dos problemas de competitividade de tal cadeia. Yin (2005) corrobora esta prática sustentando que “[...] o estudo de caso como estratégia de pesquisa abrange tudo, tratando da lógica de planejamento, das técnicas de coleta de dados, das abordagens específicas até a análise dos mesmos”.

A investigação se pautou no contexto da vida real dos produtores, abatedouros e distribuidores de carne bovina, envolvendo levantamento bibliográfico sobre o tema e entrevistas com pessoas com experiências práticas relacionadas ao problema de pesquisa. A ausência de dados e informações estruturadas sobre a cadeia estudada, tanto por parte de órgãos públicos quanto pelo setor privado, determinou certo caráter exploratório à pesquisa.

Quanto aos procedimentos de coleta de dados, optou-se pela aplicação de questionários estruturados de pesquisa com os agentes-chave da cadeia, escolhidos por meio de amostragem não probabilística por conveniência (ou julgamento). Entrevistas semiestruturadas também foram

utilizadas, visto a negativa de muitos agentes em responder aos questionários por questões de tempo e boa vontade.

## 4. Análise do estudo de caso

A cadeia de produção agroindustrial da carne bovina de Parintins é configurada pelos elos: “distribuição”, em Manaus; “abate / processamento”, em Manaus e Parintins; e, “produção”, em Parintins.

O diagnóstico dos problemas de competitividade da cadeia está demonstrado nos quadros a seguir. Cada um especifica um elo da cadeia, com os seguintes campos: a) *Segmento*: designa o elo; b) *Direcionadores*: são elementos que determinam certa condição de competitividade ao elo; c) *Subfatores*: são as variáveis mensuráveis que compõem os direcionadores; d) *Controle*: define se os subfatores são controlados pelas firmas (CF), ou pelo governo (CG), ou quase controláveis (QC), ou não são controláveis (NC); e) *Situação*: se a ação conjunta dos subfatores é positiva para a competitividade nos direcionadores e, conseqüentemente, se estes contribuem para a competitividade do elo.

Quadro 1 – Elo distribuição (Manaus)

Segmento	Direcionadores	Subfatores	Controle	Situação
Distribuição	Tecnologia	Cadeia do frio	CF	Positivo
		Tecnologia de informação	CF	
	Insumos	Embalagens	CF	Positivo
		Estrutura de mercado	Grau de concentração	
	Economia de escala		CF	
			CF	
	Economia de escopo		CF	
		Variedade de produtos	CF	
		CF		

Segmento	Direcionadores	Subfatores	Controle	Situação
		Poder oligopsonico	CF	
	Gestão interna	Localização dos pontos de vendas		
		Formato dos pontos de venda	CF	
		Recursos humanos	CF/CG	
		Equipamentos	CF	Positivo
		Sistema de informação	CF	
	Ambiente institucional	Marketing	CF/CG	
		Novas formas de gestão	CG	
			CF	Negativo
	Relações de mercado			
		Portarias 304 3 145	CF	Positivo
		Fiscalização na prática	QC	
	Consumo	Exigência de rastreabilidade	CF	Positivo
		Formação de alianças mercadológicas		
			CF	
		Imagem (saúde e nutrição)		

Segmento	Direcionadores	Subfatores	Controle	Situação
		Diversificação de produtos cárneos		
		Disponibilidade de produto e de informações ao consumidor		

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Quadro 1 mostra que os direcionadores tecnologia, insumos, estrutura de mercado, gestão interna, relações de mercado e consumo (com exceção do direcionador ambiente institucional), são todos positivos em apontar a competitividade do elo “distribuição” em Manaus. Essa posição competitiva deriva de processos de transferências de conhecimentos em gestão organizacional e gestão de informação, originadas em produtores e distribuidores de outros Estados mais avançados nesse mercado, a partir dos quais Manaus se tornou também elo de distribuição, visto importar 80% da carne bovina que consome. Nesse sentido, Manaus, ao fazer parte das cadeias produtivas da carne bovina do Acre, São Paulo, Pará, Rondônia, Mato Grosso, etc., ganha feedback competitivo.

Quadro 2 – Elo Abate / Processamento (Manaus / Parintins)

Segmento	Direcionadores	Subfatores	Controle	Situação
Abate / Processamento	Tecnologia	Nível tecnológico	CF	Positivo
		Subprodutos e efluentes	CF/CG	
		P&D	CF/CG	
	Insumos	Matéria-prima	QC	Positivo
		Embalagens	CF	
		Mão de obra	CF	
	Estrutura de mercado	Economia de escala	CF	Negativo
		Questões locacionais	CF	
		Grau de concentração	CG/NC	
Ociosidade		QC		

Segmento	Direcionadores	Subfatores	Controle	Situação	
	Gestão interna	Eficiência administrativa	CF	Negativo	
		Qualificação da mão-de-obra	CF		
		Planejamento estratégico	CF		
	Ambiente institucional		Crédito	CG	Negativo
			Endividamento	CF	
			Inspeção	CG	
			Legislação	CG	
			Tributação	CG	
	Relações de mercado		Contratos	QC	Negativo
Formação de alianças			QC		
Rastreabilidade			CG/QC		

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Quadro 2 mostra que os direcionadores: “tecnologia” e “insumos” contribuem positivamente para a competitividade. Contudo, essa contribuição não faz frente aos fatores negativos dos direcionadores: estrutura de mercado, gestão interna, ambiente institucional e relações de mercado. Portanto, o peso dos direcionadores aponta para a falta de competitividade do elo “abate / processamento”.

Tanto em Manaus quanto em Parintins, o mercado de abate e processamento da carne bovina não se desenvolve em vista de os grandes distribuidores e os consumidores não acreditarem na competência técnica dos abatedouros. Assim, os distribuidores procuram se integrar a outras cadeias produtivas. Outros fatores que condicionam a falta de competitividade estão relacionados com a incapacidade de gestão dos proprietários dos abatedouros, visto que esses não trabalham com planejamento estratégico, criando problemas de adaptação a um ambiente institucional onde a tributação é um empecilho, o crédito é disponível, mas é caro, e a legislação exigente. Somam-se a esses fatores a estrutura de um mercado sem competitividade, caracterizado pelas relações de mercado tipo *spot*<sup>7</sup>.

7 A palavra *spot* (ponto, em inglês) é empregada em economia para qualificar um tipo de mercado cujas transações se resolvem em um único instante do tempo. Por exemplo, quando vamos a uma feira e pagamos por uma dúzia de laranjas, estamos realizando uma transação desse tipo. Eventualmente, poderemos retornar ao mesmo vendedor, na semana seguinte, e comprar mais algumas laranjas, mas a transação se resolveu naquele instante de tempo.

Quadro 3 – Elo produção (Parintins)

Segmento	Direcionadores	Subfatores	Controle	Situação	
Produção	Processo de cria, recria e engorda	Condições ambientais	NC		
		Localização regional	QC		
		Qualidade das pastagens	CF	Positivo	
		Potencial genético	CF	Negativo	
		Controle reprodutivo	CF		
		Controle sanitário	CF		
		Assistência técnica	CF/CG		
	Insumos	Pasto / formação / recuperação	CF		
		Insumos veterinários	CF	Negativo	
		Suplementos concentrados	CF		
		Suplementos minerais	CF		
		Deslocamento espacial	CF		
	Estrutura de mercado	Economia de escala	QC	Negativo	
		Propriedade da terra	QC		
		Controle de custos da produção	CF		
	Gestão empresarial	Controle zootécnico	CF		
		Critérios para a tomada de decisão	CF	Negativo	
		Capacitação de mão-de-obra operacional	CF/CG		
	Ambiente institucional	Tributação	CG		
		Política sanitária	CG	Negativo	
		Linhas de financiamento	CG	Positivo	
	Relações de mercado	Fatores que influenciam a comercialização		QC	
		Formas de pagamento		QC	
Qualidade dos animais comercializados			QC		
Escala de comercialização			CF	Negativo	
Número de intermediários					
Abate clandestino			CF		
			QC		
		CF/CG			

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Quadro 3 mostra que em Parintins todos os direcionadores, com pouquíssimas exceções, contribuem negativamente para a competitividade do elo produção. O maior problema do elo se relaciona com a falta de gestão profissional dos criadores e pecuaristas que ainda administram os processos produtivos através de métodos que remontam ao início do século 20. A grande maioria deles sente a falta de políticas governamentais consistentes [a exemplo do que cita Lima (2005, p. 60)], que facilitem a resolução dos inúmeros problemas que limitam o desenvolvimento da produção da carne bovina com a devida qualidade.

Essa ausência de profissionalismo e de políticas públicas afeta os processos fundamentais do sistema de produção da carne bovina, que carece de avanços tecnológicos na área de cria, recria e engorda, tais como sistema intensivo e/ou semi-intensivo, pastejo rotacionado, pastejo contínuo, controle reprodutivo, desenvolvimento de pastagens, etc. Os animais são criados soltos nos pastos naturais, e esses pastos necessitam de nutrientes em certas épocas do ano, e sem a contrapartida dos suplementos alimentares, a carne produzida perde a qualidade. Decorre que esse contexto influencia negativamente a estrutura de mercado, visto não permitir escala de produção que atenda as exigências do mercado em Manaus; e as relações de mercado, que ainda são do tipo *spot*.

Partindo de uma visão de conjunto, o diagnóstico aponta que a relação entre os elos distribuição, abate/processamento e produção encontra-se fragmentada e desarticulada, não existindo oficialmente uma relação de mercado entre eles, conforme as características estabelecidas por Staatz *apud* Batalha e Silva (2009). Contudo, detectaram-se relações informais entre a produção bovina do município e o mercado consumidor em Manaus, desconhecidas até mesmo pelos órgãos responsáveis pelas estatísticas oficiais. Nesse sentido, não se incorre em erro caracterizá-la como uma cadeia de produção agroindustrial similar a que foi definida por Staatz *apud* Batalha e Silva (*op.cit.*), visto existirem relações informais que podem germinar relações de mercado muito fortes no futuro.

As relações informais de mercado detectadas se referem a pouquíssimos pecuaristas que abatem seus animais em Manaus, fornecendo o produto para as feiras e mercados desta cidade. Ainda é importante fazer menção a um pecuarista que abate o seu gado em abatedouro próprio, legalizado, fornecendo carne com valor agregado para as cozinhas industriais que fornecem alimentos para o Polo Industrial de Manaus.

O impacto dos problemas de competitividade da CPA da carne bovina de Parintins se reflete na assimetria do desenvolvimento competitivo de cada elo, fato esse que os impedem de formar um todo sistêmico. Como mostra a Figura 2, cada elo da cadeia se encontra em um patamar diferente em termos competitivos. É como numa corrida com bastão: se um dos componentes da equipe não está fisicamente à altura dos demais, a equipe deixará de ser competitiva. O elo “distribuição” é o mais competitivo da cadeia, e entre os dois que não são competitivos o mais problemático é o elo “produção” em Parintins, conforme mostraram os problemas diagnosticados.

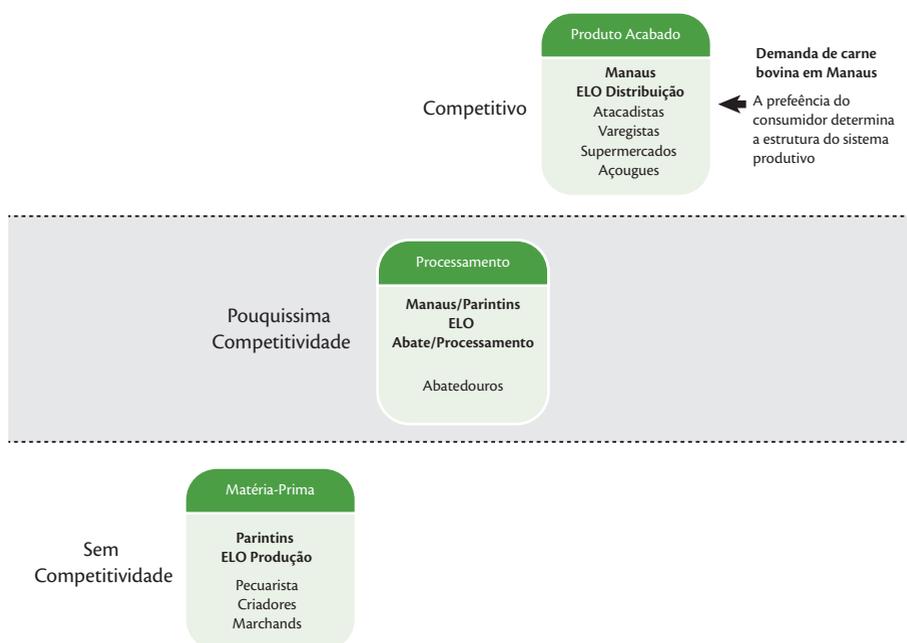


Figura 2 – Assimetria competitiva da CPA da carne bovina de Parintins

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5. Considerações finais

Em pesquisa recente, o Norte do Brasil foi apontado como uma das Regiões que mais agregou em termos de capacidade produtiva, sendo que o Estado do Amazonas liderou a maior parte desse crescimento. Contudo, tal expansão econômica limitou-se ao Polo Industrial de Manaus, não se irradiando para os demais municípios do Estado que carecem de alternativas de desenvolvimento, de modo a se atenuar a dependência econômica da capital amazonense. Diante disso, este estudo objetivou analisar as vocações produtivas do Município de Parintins, com vistas a identificar uma alternativa econômica ao seu desenvolvimento, tendo como vetor a análise da competitividade da Cadeia de Produção Agroindustrial da carne bovina.

Os resultados apresentados mostram que a alternativa de desenvolvimento econômico e social considerada como uma das vocações de Parintins é a produção de carne bovina. Porém, embora este vetor apresente potencial de desenvolvimento econômico, esbarra em problemas de competitividade que impedem o município de atender à demanda de carne bovina em Manaus. Entre os problemas mencionados se destacam:

a) Não existência de políticas governamentais efetivas na resolução de problemas do setor, com resultados duradouros, em detrimento de ações políticas com resultados paliativos; b) Gerenciamento dos processos produtivos de forma artesanal em detrimento a uma visão de mercado e de gestão profissional; e, c) Falta de investimentos em tecnologia, através de parcerias para a melhoria do rebanho e dos processos de comercialização, tendo em vista existir um mercado em expansão em Manaus com grande poder de absorção de produtos cárneos.

A assimetria entre os elos mostra os aspectos gerais da falta de competitividade da cadeia em que o caminho para a solução dos problemas passa pelos entes que controlam os direcionadores de competitividade: as próprias organizações produtivas (fazendas, abatedouros e distribuidores) e os governos (estadual e municipal). Nesse contexto, as universidades desempenhariam papel fundamental na produção de conhecimentos destinados a agregação de valor a toda a cadeia produtiva em parceria com as organizações produtivas e os governos.

Em Parintins, existem duas universidades públicas – uma federal e outra estadual –, além de outras universidades particulares com cursos à distância. Havendo interação entre esses três atores, com transferência de conhecimento entre eles, existe a possibilidade de se gerar processos de melhorias que, aplicados ao sistema produtivo da carne bovina do município, poderiam equacionar os problemas diagnosticados nos elos e reduzir ou eliminar os impactos causados por eles na estrutura da cadeia.

Essas soluções, se implementadas, causariam impactos positivos na imagem negativa que o consumidor manauara tem da carne bovina de Parintins, assim como de outros municípios. É de esperar que este processo de interação entre os atores no Norte seja de longo prazo, e que a geração de melhorias na produção da Região demande mais tempo ainda. Porém, Parintins já tem as bases lançadas: comporta determinada produção pecuária, dispõe de universidades e já existem iniciativas de avanços tecnológicos em trabalhos de inseminação artificial de bovinos e aquisição de bovídeos reprodutores por parte de alguns pecuaristas e órgãos governamentais ligados à agropecuária, mas ainda é um trabalho incipiente, necessitando ser impulsionado.

## Referências

- AGUIAR, R. A economia do Amazonas e suas perspectivas para o século 21. Manaus: Programa de Comunicação e Marketing, Edição SEBRAE, 2000 (FIEAM).
- APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- BATALHA, M.O.; SILVA, A.L. da. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, M.O. (Coord.). *Gestão agroindustrial*. V.1. 3. ed. 3 reimp. São Paulo: Atlas, 2009.
- CASAS, R.G. **Formación de redes para e/ desarrollo tecnológico. Una perspectiva regional desde México**, Instituto de Investigaciones Sociales. Barcelona: UNAM 1 Anthropos, 2000.
- FARINA, E.M.M.Q. Competitividade e coordenação de sistemas agroindustriais: um ensaio conceitual. **Revista Gestão & Produção**, V.6, n.3, Dez. 1999, p.147-161.
- FERRAZ, J.C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE: **Contas Regionais do Brasil 2004-2008**.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E FLORESTAL SUSTENTÁVEL DO ESTADO DO AMAZONAS – IDAM. Departamento de Planejamento. **Relatório de atividades: relatório de acompanhamento trimestral: criação de bovinocultura de corte**. Jan./dez. 2009.
- JANK, M. S.; NASSAR, A. M. Competitividade e globalização. In: Zylbersztajn, D.; NEVES, M.F. (orgs.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição**. São Paulo: Pioneira, 2000.
- LIMA, M.S. **Geração e difusão do conhecimento no setor de piscicultura do estado do Amazonas: uma análise das interações entre os produtores e usuários de conhecimentos**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Coordenação dos programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
- MARTINS, G. A. **Epistemologia da pesquisa em administração**. Tese (Livre Docência), Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994.
- SAUNIER, T. **Parintins: memória dos acontecimentos históricos**. Manaus: Editora Valer / Governo do Estado do Amazonas, 2003.
- SCARPELLI, M.; BATALHA, M. O. Gestão do agronegócio: aspectos conceituais. In: BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão do agronegócio: textos selecionados**. São Carlos/SP: EdUFSCar, 2005.

- SILVA, C.A.; BATALHA, M.O. Competitividade em sistemas agroindustriais: metodologia e estudo de caso. In: WORKSHOP Brasileiro de Gestão de Sistemas Agroalimentares, 2. PENZA/FEA/USP. Ribeirão Preto/SP, 1999. **Trabalho apresentado...** 1999.
- TEIXEIRA, P.L. **A longa caminhada: livro das famílias parintinenses Lobato e Teixeira.** Edição do Autor, 2007.
- YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e método.** 3. ed. Porto Alegre/RS: Bookman, 2005.
- ZYLBERSZTAJN, D. Conceitos gerais, evolução e apresentação do Sistema Agroindustrial. In: Décio ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M.F. (orgs.). **Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares: Indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição.** São Paulo: Pioneira, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Estruturas de governança e coordenação do agribusiness: uma aplicação da nova economia das instituições.** Tese para a obtenção do Título de Livre Docente. Universidade de São Paulo - USP / Faculdade de Economia Administração e Contabilidade / Departamento de Administração. São Paulo, SP, Brasil, 2005.

# Gestão do conhecimento, sistemas de inovação e complexidade

*Ivan Rocha Neto<sup>1</sup>, Claudio Chauke Nehme<sup>2</sup>*

---

## Resumo

É apresentada uma revisão do estado da arte sobre Gestão do Conhecimento (GC) e sistemas de inovação sob o ponto de vista da complexidade. Foram feitas buscas no aplicativo Harzings Publish or Perish, para o período (2007-2011) com palavras-chave exatas e apenas nos títulos e sugerida a hipótese da necessidade de olhar os sistemas de inovação segundo o olhar dos pensamentos complexo. A partir desta revisão é proposto um modelo de representação sistêmica para melhor compreensão das inovações tecnológicas.

**Palavras-chave:** Inovação. Complexidade. Sistêmico. Gestão do Conhecimento.

## Abstract

A review of the State of the Art on Knowledge Management (KM) and innovation systems through the look of complexity is presented. Searches were made in the Publish or Perish, Harzings applicative for the period (2007-2011) with exact keywords and only in titles. It has been suggested the hypothesis of need to look at the systems of innovation according to the Theory of Complexity. With basis of this review it is proposed a systemic representation for better understanding of technological innovations.

**Keywords:** Innovation. Complexity. Systemic. Knowledge Management.

---

1 Doutor em Eletrônica e docente da Universidade Católica de Brasília (UCB) no Programa de Mestrado em Gestão do Conhecimento e da TI. Email: neto-ivan@hotmail.com ou ivan@ucb.br.

2 Doutor em Sistemas de Computação (Coppe/UFRJ) e docente da Universidade Católica de Brasília (UCB) no Programa de Mestrado em Gestão do Conhecimento e da TI. Email: chauke@ucb.br.

## 1. Introdução: conceitos e contextos

Este ensaio visa a apresentar uma revisão do Estado da Arte a respeito da Gestão do Conhecimento (GC), relacionando-a com os sistemas de inovação, segundo o olhar da teoria e práticas da Complexidade. É mostrado que a compreensão desses conceitos requer tratamento sistêmico, sem as reduções dos modelos lineares. As disciplinas de Gestão do Conhecimento e da Complexidade se relacionam com as inovações, incluindo as aprendizagens organizacionais e as atividades de inteligência e prospectiva para melhoria das condições de competitividade das empresas. Sendo a Gestão das Inovações uma atividade essencial à melhoria das condições de competitividade, bem como da cooperação entre as empresas e outros tipos de organizações, também se relaciona com a Gestão do Conhecimento, com a abordagem sistêmica e com a Teoria da Complexidade.

Os fundamentos conceituais de GC “têm sido minados por uma combinação contraditória de paradigmas” e há também contradições entre a perspectiva teórica subjacente à GC e a sua operacionalização (NASCIMENTO SOUTO, 2007). No referido artigo a autora sugere que as abordagens de GC incorporem uma perspectiva interpretativa e inclusiva para se constituírem como processos e práticas de gestão orientada às inovações.

Os temas relacionados à GC, aprendizagem e inteligência organizacional, bem como capital intelectual têm tido grande ocorrência de citações na literatura especializada mais recente. Entretanto, a questão é controversa, e seus críticos são quase tão numerosos quanto seus defensores e tenha também sido assumida como mais moda passageira ou como uma contradição (WILSON, 2002).

O conceito de inovação tem sido banalizado e confundido como qualquer novidade mesmo que não produza mudanças acolhidas pelas organizações, pela sociedade ou pelo mercado de bens e serviços. Entretanto, para efeitos legais e de comparação entre países, empresas e outras formas de organização, concessão de prêmios, e outros objetivos, inovação tem sido formalmente definida pela OECD (1997). FINEP (2005).

O conceito de inovação tecnológica foi proposto para explicar o desenvolvimento econômico de países e empresas. Portanto, teve origem na economia e se restringia à apropriação comercial e aperfeiçoamentos nos bens e serviços oferecidos ao mercado.

Entre as novidades que têm sido confundidas com inovações destacam-se as descobertas e as invenções. O conceito de descoberta relaciona-se com a revelação de algo já existente, enquanto invenção refere-se à produção inédita, independentemente de sua apropriação econômica ou social, ou utilidade prática. Ambos os conceitos relacionam-se ao avanço do conhecimento.

Inovação tecnológica relaciona-se com o conceito econômico de mercado e com o ambiente de oferta e demanda de bens e serviços OECD (1997). FINEP (2005).

Demanda também é um conceito da economia, pois se refere não somente ao desejo de consumo, mas também à capacidade de aquisição de produtos e serviços pelos consumidores ou por uma parte da sociedade. Difere do significado de "necessidade" que se relaciona com as carências humanas e sociais, mas não necessariamente com a capacidade de "compra" ou de aquisição de bens e serviços. Ampliando o conceito, inovação tecnológica compreende a introdução de produtos novos ou modificados, bem como de serviços no mercado e se refere à aplicação comercial/social/pioneira de invenções, conhecimentos, práticas organizacionais, técnicas e processos de produção, bem como prestação de serviços, e no relacionamento das organizações públicas com a sociedade. Entende-se por difusão de tecnologia como o processo de generalização de uma inovação, inclusive para outras aplicações.

As inovações tecnológicas podem ser radicais, modificando as bases científicas, práticas e técnicas ou incrementais, que apenas aperfeiçoam produtos existentes ou processos já desenvolvidos, bem como melhoria da qualidade dos serviços.

As inovações não se relacionam apenas com questões de ordem técnica ou científica, mas apresentam também dimensões de ordem filosófica, política, econômica, social, cultural, antropológica e histórica, entre outras. Portanto, necessariamente requer tratamento sistêmico. A multiplicidade de possibilidades de escolhas que afetam de forma diferenciada distintos grupos sociais, bem como o meio ambiente e a qualidade de vida, caracterizam a dimensão política das inovações. A tecnologia como fonte de poder envolve necessariamente considerações de ordem ética, além da dimensão técnica e científica.

Boa parte das ideias que dão origem às inovações é gerada fora das empresas ou das organizações. Isso implica participação de um diversificado elenco de atores que podem interagir em rede de acordo com suas próprias éticas e lógicas, bem como são motivados por interesses variados. Além dos conhecimentos técnicos e científicos necessários à introdução de inovações, influem também condicionantes históricos e socioculturais. Na linguagem do pensamento sistêmico, os condicionantes compreendem atores e variáveis que condicionam e são condicionados pela evolução dos sistemas. Entre esses, a concorrência além dos aspectos de qualidade e preço envolve, cada vez mais, as vantagens obtidas pela exploração pioneira de bens e serviços, sobretudo quando os ciclos de vida das inovações tornam-se cada vez mais curtos. Os valores culturais também influem na viabilidade mercadológica da introdução de novos bens e serviços, constituindo-se como condicionantes importantes à formulação das estratégias de competição e cooperação.

## 2. Gerações de GC

Três gerações de GC podem ser identificadas: a primeira, considerou o mapeamento e armazenamento dos conhecimentos disponíveis nas organizações para aprendizagem e uso futuro (DAVENPORT e PRUZAK; 1998); a segunda, o compartilhamento e a conversão do conhecimento tácito em explícito e vice-versa, segundo o modelo de Socialização, Externalização, Combinação e Internalização (NONAKA & TAKEUSHI, 1997). A terceira, tem foco na criação e uso de conhecimentos como base à tomada de decisões e se relaciona à inteligência das organizações (SNOWDEN, 2003).

O que se propõe neste ensaio é que as atividades de GC estão evoluindo para a quarta geração para incluir as redes sociais e a gestão social do conhecimento, segundo a ótica da complexidade, estabelecendo as relações da GC com a aprendizagem e inteligência organizacionais, bem como com as inovações tecnológicas.

## 3. O olhar da complexidade

Há, portanto, a necessidade de um olhar menos redutor – o do pensamento complexo – segundo a ótica dos pensadores sistêmicos e da cibernética de segunda ordem (auto-organização), que adotam os seguintes princípios (MARIOTTI, 2004):

- Emergência, investigando as propriedades que emergem do todo;
- Influência do todo sobre as partes e destas sobre a totalidade;
- Interdependência, que envolve as relações e condicionantes entre as partes entre si, e destas com o todo.

O olhar do pensamento complexo é essencialmente inclusivo e compreende o diálogo e a investigação de grande diversidade de dimensões para melhor compreensão de totalidades, cujas partes se revelem difíceis ou impossíveis de separar, bem como envolvam processos que requeiram construção coletiva (“tecer juntos”). Também inclui o tempo-oportunidade (kairós). Essas condições estão claramente presentes nos sistemas de inovação.

Determinadas propriedades das partes podem ser neutralizadas mediante restrição ou inibição, ou ao contrário, podem ser potenciadas e melhor aproveitadas pelo todo. Por exemplo, as restrições à experimentação podem inibir a criatividade dos agentes do sistema e limitar as possibilidades de geração de inovações.

A implicação revelada pela Teoria da Complexidade é que não há caminho certo ou único para se chegar a um “estado desejável” a partir de uma “situação conhecida” – não há relações de causalidades diretas. Os resultados de longo prazo em geral não são determinados ou previsíveis.

## 4. Concepção sistêmica

As iniciativas dos empresários bem como de executivos de organizações públicas, isoladamente, não são suficientes para criar as condições de desenvolvimento econômico e social. Os ambientes produtivos têm sido progressivamente mais competitivos e incluem o poder de regulação do Estado, bem como a formação de parcerias entre os agentes públicos e privados. Esses argumentos sugerem relações de interdependência entre todas as dimensões da tecnologia. A introdução de inovações tecnológicas envolve processos complexos e dinâmicos, e que, em geral, não podem ser descritos por modelos lineares, baseados em relações diretas de causa e efeito.

Há necessidade de considerar a questão tecnológica em toda a sua complexidade por meio da abordagem sistêmica, envolvendo entre outras, as seguintes questões:

- Determinações de mercado e da concorrência;
- Grau de satisfação social ou o seu poder de exclusão;
- Possibilidades técnicas, científicas, educacionais e financeiras;
- Requisitos de produção e distribuição;
- Os valores culturais e o ambiente nos quais as tecnologias disponíveis poderão ser aplicadas;
- Ética.

## 5. Determinações éticas

Na concorrência com os seus pares e para obter o crédito para seus trabalhos é fundamental para os cientistas publicarem os resultados de suas pesquisas o mais rápido possível; em oposição, os conhecimentos tecnológicos desenvolvidos e apropriados nas inovações são cuidadosamente “protegidos” como objetos de propriedade privada. Para o cientista, quanto maior a velocidade e amplitude de circulação de suas ideias, mais vantajoso para o seu prestígio e reconhecimento; em oposição, no ambiente das tecnologias a vantagem reside em tirar proveito da apropriação

privada do conhecimento produzido. Para ambos, atitudes pioneiras são fundamentais para obtenção de liderança nos seus respectivos ambientes ("mercados").

## 6. Condicionantes sistêmicos

Uma pesquisa conduzida pela Boston Consulting Group e pela revista Business-Week concluiu que a maioria das empresas dos EUA entende a importância de inovar, mas que pouco mais da metade dos respondentes estavam satisfeitos com o retorno dos investimentos das inovações que produziram (ANDREW, DEROCCO & TAYLOR, 2009). Embora, com diferenças históricas e culturais importantes, essa pesquisa pode sugerir algumas lições para o Brasil, se devidamente contextualizadas. Na referida pesquisa foram identificados quatro condicionantes de sucesso em relação à introdução de inovações: captura, reconhecimento e seleção de ideias inovadoras; desenvolvimento e aperfeiçoamento dos processos; estímulo à formação de lideranças; e, ampliação do repertório e da diversidade de competências dos colaboradores internos e externos.

A captura, reconhecimento e seleção de ideias inovadoras são os primeiros condicionantes à introdução de inovações. As empresas inovadoras usam uma variedade de estratégias: maior investimento em geração de ideias; desenvolvimento de conhecimentos sobre clientes e sobre a concorrência (inteligência competitiva); melhoria da gestão; e, cultura do conhecimento orientado às inovações. Os fornecedores são fontes valiosas de novas ideias. A pesquisa mostrou que cerca de 80% das inovações têm origem nas ideias compartilhadas com fornecedores, que podem promover um relacionamento colaborativo para estimular a criatividade.

Tradicionalmente, os processos estruturados têm sido considerados como inimigos da criatividade. Entretanto, as empresas inovadoras encontram meios de equilibrar o estímulo à criatividade com as rotinas e disciplina cotidiana. Pode-se ficar imobilizado pelas estruturas rígidas ou, ao contrário, dispersar esforços erraticamente, em arriscado *laissez-faire* de vida curta. Portanto, as estruturas precisam ser mais flexíveis e plásticas para moldar-se para adaptar-se às mudanças. Os executivos entrevistados durante a referida pesquisa enfatizaram a importância da liderança. Os líderes podem desenvolver uma cultura organizacional que envolva a gestão do conhecimento orientada às inovações.

A educação e comunicação são os condicionantes críticos para o sucesso das inovações, cuja introdução requer o desenvolvimento de competências dos colaboradores em todos os níveis. O estímulo a mudanças culturais pode proporcionar a criação de ambientes colaborativos e orientados às inovações, compartilhamento de conhecimentos e de competências. Todos

os colaboradores da organização, em todos os níveis hierárquicos, podem realizar trabalhos inovadores, mas é preciso que suas ideias e competências sejam compartilhadas.

Desde a década de 1970 que os países desenvolvidos, sobretudo os EUA, têm avançado nas pesquisas para elucidar os condicionantes dos processos de apropriação de conhecimentos em inovações. Entre essas pesquisas destacam-se as dos Projetos Traces, Hindsight, e Sappho que tiveram o propósito de identificar os conhecimentos implícitos nas inovações, as fontes de sua geração e os condicionantes para criação de ambientes inovadores.

Quase sempre introduzir inovações requer correr riscos e fazer escolhas estratégicas. O princípio subjacente das distintas estratégias competitivas parte do entendimento de que não inovar, em geral, resulta muito mais arriscado do que introduzir inovações, que podem ser processos geridos e coordenados (gestão de riscos). Não inovar implica perder competitividade. Permanecer na mesma posição relativa requer ainda mais esforços, pois os concorrentes não estão imóveis. As estratégias de competição das empresas podem ser agressivas ou mais conservadoras (imitativas, defensivas, oportunistas, ou retardatárias) no processo de incorporação de novas tecnologias. Apenas para efeitos de classificação, as estratégias com respeito às inovações encontradas na literatura destacam-se as que podem variar no tempo, contextos, e oportunidades (kairós – tempo oportuno na linguagem da teoria da complexidade):

- Agressivas: as inovações são consideradas essenciais para manter a liderança no ambiente de competição;
- Imitativas: que caracterizam as organizações que aguardam os resultados das concorrentes para desenvolver suas próprias versões, correndo riscos menores do que nas estratégias mais agressivas; em compensação, o potencial de ganhos diminui;
- Retardatárias: que somente adotam inovações depois que são difundidas no mercado, o que resulta em quase nenhum risco e também menor potencial de resultados;
- Oportunistas: adotadas por empresas que atuam em nichos específicos de mercado, que representam oportunidades de negócios.

A relação entre velocidade de difusão, potencial de ganhos e riscos. Quanto maiores os riscos maiores os prêmios ou ganhos ensejados pelo pioneirismo. Na fase pioneira do processo de introdução de uma inovação, a velocidade de difusão é mais lenta e os riscos mais elevados, pois a tecnologia envolvida ainda se encontra em fase de especulação ou não é ainda suficientemente confiável. As atividades de desenvolvimento de produtos ou processos são mais intensas. Em compensação, as possibilidades de ganhos econômicos são maiores em razão do pioneirismo. Uma vez consolidada a tecnologia envolvida na inovação, a velocidade de sua

difusão cresce exponencialmente, envolvendo inclusive seu emprego em outras aplicações. Na fase intermediária, os riscos são menores, porque a tecnologia já se encontra mais aperfeiçoada e confiável, ou os produtos ou processos já foram desenvolvidos e melhorados. No entanto, as possibilidades de ganhos comerciais diminuem, porque a concorrência se torna maior e as aplicações mais promissoras já foram exploradas. Finalmente, as inovações e as tecnologias envolvidas passam por uma fase de saturação, na qual a sua difusão se intensifica e seu uso torna-se generalizado. Nesta fase, praticamente não há riscos, mas sua adoção deixa de ser um diferencial ou vantagem em relação à concorrência.

A conquista de novos mercados tem sido caracterizada pela aceleração das inovações tecnológicas envolvendo condicionantes em várias dimensões, incluindo a formação de alianças e parcerias com fornecedores, investidores de risco, clientes e usuários e desenvolvimento de inovações abertas (FONSECA, PINTO & ALONSO, 2007).

## 7. Aprendizagem organizacional

Gestão do Conhecimento (GC) se relaciona com a aprendizagem organizacional na medida em que o compartilhamento e a geração de conhecimentos novos envolvam mudanças nas formas de olhar a realidade, nos métodos de trabalho e no aperfeiçoamento de práticas adotadas. A concepção da aprendizagem organizacional e de seus modelos, em alguns casos, não têm levado em conta as especificidades de cada organização e o relacionamento com a GC para disseminação e socialização do conhecimento. Aprendizagem resulta das tentativas de compreensão do mundo, portanto está quase sempre em construção e não implica réplica da realidade. As pessoas são aprendizes que carregam experiências anteriores e buscam na Práxis organizar suas aprendizagens. Portanto, conhecimento é, dessa forma, resultado da aprendizagem, que orienta outras novas. Aprendizagem resulta de um processo de re-elaboração construtiva e socialmente compartilhada. Essa elaboração não possui caráter único, dada a multiplicidade de interpretações subjetivas dos aprendizes. Portanto, não há sentido em considerar a possibilidade de transferência de conhecimentos. O processo de aprendizagem organizacional envolve o pensamento sistêmico (SENGE, 1990)

## 8. Revisão do estado da arte

Para elaboração deste ensaio foi feita uma revisão da literatura sobre sistemas de inovação sob o ponto de vista da teoria da complexidade e do pensamento sistêmico. Foram feitas buscas no aplicativo Harzing Publish or Perish nos últimos cinco anos (2007-2011) com expressões

exatas e ocorrências apenas nos títulos. A revisão da literatura recente mostrou a necessidade de investigar os sistemas de inovação segundo o olhar da complexidade. O Quadro 1 mostra as ocorrências de publicações e citações, sugerindo a atualidade deste ensaio.

Combinando as expressões exatas *Complexity e Innovation Systems* resultaram apenas quatro publicações, com apenas duas citações, uma delas analisando os condicionantes que influem no desempenho dos trabalhadores do conhecimento. Acrescentando a expressão *Knowledge Management* a busca resultou em apenas um livro, sem citações. Nessa publicação é apresentado o argumento da necessidade de construção de um modelo teórico relacionando esses três conceitos (MISHRA, 2009). Portanto, essa combinação parece não ter sido ainda suficientemente explorada como objetos centrais das pesquisas e respectivas publicações.

Com as expressões *Open Innovation e Knowledge Management* resultaram quatro ocorrências e cinco citações, mostrando a emergência da quarta geração de GC. As buscas com as expressões *Open Innovation AND Complexity* nos títulos das publicações no mesmo período também resultaram em apenas uma publicação, sem citações. Considerando a emergência da quarta geração da disciplina de GC orientada às inovações e à criação do conhecimento a partir das redes sociais, tais relações conceituais precisam ser mais exploradas (SNOWDEN, 2003). As organizações intesivas em conhecimentos tornam-se diferenciadas por serem hábeis em aprender a aprender e a inovar continuamente (CHOO, 2007).

**Quadro 1.** Ocorrências de publicações e citações no período (2007-2011)

Argumentos	Publicações	Citações
Innovation Systems AND Complexity	4	2
Open Innovation AND Complexity	1	0
Innovation Systems AND System Thinking	3	1
Innovation AND Knowledge Management	9	20
Innovation AND Knowledge Management AND Intelligence	0	0
Complexity AND Knowledge Management	26	36
Knowledge Management AND Organizational Learning AND Innovation	9	16
Knowledge Management AND Organizational Learning AND Complexity	1	2
Knowledge Management AND Foresight	5	0
Knowledge Management AND Prospective	1	0
Knowledge Management AND Foresight AND Intelligence	3	5
Knowledge Management AND Prospective	1	0

Argumentos	Publicações	Citações
Innovation" AND "Complexity" AND "Knowledge Management"	1	0
Innovation AND Social Networks	64	164
Innovation AND Social Networks AND Complexity	0	0
Social Networks AND Complexity	14	13
"Open Innovation" AND "Knowledge Management"	4	5
"Open Innovation" AND "Complexity" AND "Knowledge Management"	0	0
Knowledge Management AND Social Intelligence AND Complexity	3	11
Knowledge Management AND Social Intelligence AND Innovation	0	0
Knowledge Management AND Social Intelligence AND Innovation	0	0

Fonte: Harzings Publish or Perish. Elaboração própria.

## 9. Gestão do conhecimento orientada às inovações

Inovação tecnológica tem sido cada vez mais relacionada aos processos e produtos complexos. A tendência de maior complexidade tem sido sugerida pelo fato de que em 1970 tecnologias complexas compunham 43% das exportações de mercadorias entre as 30 mais valiosas do mundo, mas em 1996 tecnologias complexas já representaram 84%. Essas tecnologias compreenderam inovações iniciadas por meio de redes e de processos de auto-organização. Mediante aquisição e integração de conhecimentos e habilidades necessárias para inovar no ambiente de tecnologias complexas (KASH & RYCROFT, 2002).

Auto-organização refere-se à capacidade que redes têm para ordenamento próprio mediante desenvolvimento de processos mais complexos (por exemplo, estratégias de evolução) sem gestão centralizada. Estudos de casos dos percursos de inovação rastreados em tecnologias complexas indicam que as inovações são introduzidas em períodos de turbulência (caóticos no sentido científico) com destruição criativa (KASH & RYCROFT, 2002). Complexidade e interação sistêmica são características importantes dos trabalhadores de conhecimento (YANG ET AL, 2010). Esses trabalhadores ou cidadãos são agentes importantes dos sistemas de inovação.

É evidente que as organizações de pesquisa e desenvolvimento precisam contribuir à geração de novas competências. No entanto, também enfrentam demandas para também serem eficientes e confiáveis para apropriar, usar e adaptar o conhecimento existente, a fim de inovar de forma produtiva, oportuna e confiável. Essas exigências impõem estratégias adequadas para equilibrar

comportamentos organizacionais às vezes contraditórios de aprendizagem: pesquisa para geração de conhecimento novo; e, apropriação dos já disponíveis (MARCH, 1991).

As atividades de pesquisa e apropriação compreendem qualidades fundamentalmente distintas. Pesquisa compreende horizontes de longo prazo e envolvem riscos, experimentação, criatividade e inovação. Apropriação caracteriza-se por ser atividade de curto prazo e se concentra em refinamento, eficiência, confiabilidade e aplicação de conhecimentos já disponíveis (GIBSON & BIRKINSHAW, 2004).

## 10. Hipótese

A revisão do estado da arte sugeriu a hipótese de que a disciplina Gestão do Conhecimento orientada à introdução de inovações carece de ser olhada, segundo a Teoria da Complexidade, relacionando-a com outras disciplinas, e que tem evoluído da terceira para a criação de conhecimentos, introdução de inovações e proteção do capital intelectual e inovações abertas.

## 11. Sistemas de inovação

A noção de sistemas de inovação compreende a conexão de uma variedade de agentes ou arranjos institucionais, que se comunicam e desempenham distintos papéis, com a finalidade de introduzir, desenvolver ou difundir inovações. Podem ser olhados (entendidos) como sistemas sociais complexos. As capacidades de auto-organização (conceito da complexidade) e de aprendizagem são obtidas por meio da comunicação (conectividade), envolvendo as interações entre os processos de decisão políticos e normativos, de viabilização ou estratégicos e, ação ou operacionais, bem como dos fluxos de informação entre esses âmbitos.

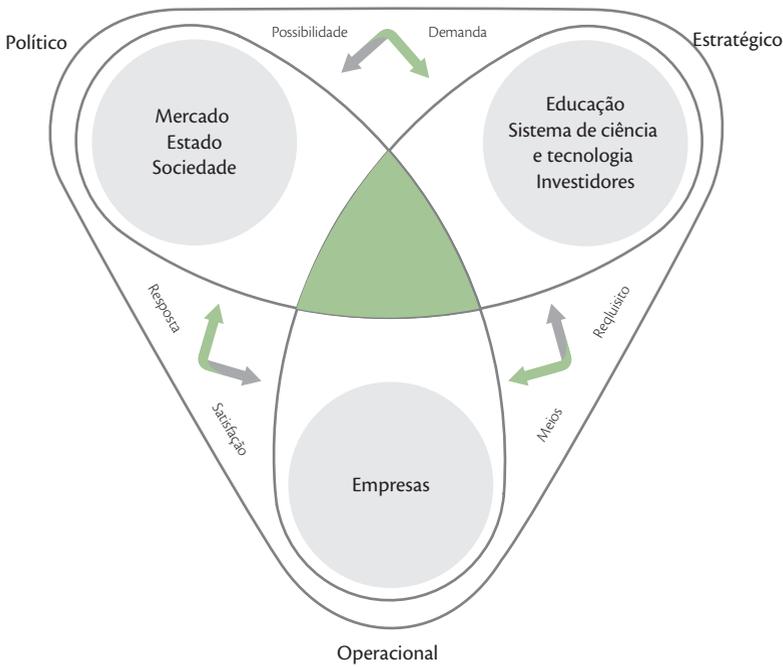
O modelo de representação proposto na Figura2 mostra as conexões dos processos de decisão (políticos), viabilização (estratégicos), e ação (operacionais), para realização de uma política ou de um plano, mediante troca de informações que permitem o estabelecimento de relações de interdependência entre objetivos e demandas, com as possibilidades e estratégias adotadas para sua realização satisfatória; os meios disponíveis e os requisitos operacionais, bem como das normas de funcionamento – resultados satisfatórios, quando comparados aos padrões de resposta desejados (qualidade).

As interações entre os três processos permitem visualizar tanto realimentações negativas – que ajustam o sistema por adaptação e tendem a levá-lo a um regime de estabilidade dinâmica,

quanto positivas – que podem conduzi-lo a ciclos virtuosos ou viciosos, descontinuidades, rupturas e bifurcações, inclusive para produzir situações caóticas (no sentido da ciência da complexidade, e não no popular).

Cabe enfatizar a complexidade e o papel da interação entre três âmbitos no processo de inovação, bem como a natureza holográfica, do modelo, que reproduz os processos de decisão, viabilização e ação envolvendo todos os agentes em distintas escalas de observação – internacionais, nacionais, locais, institucionais e grupais.

A representação da Figura 2 se reproduz nas distintas escalas nos âmbitos político, estratégico e operacional, desde os macrossistemas até os indivíduos, isto é, todos os agentes expressam desejos, escolhem prioridades, optam por distintas estratégias e atuam em redes a partir dos meios disponíveis para atender aos requisitos das estratégias escolhidas.



**Figura 2.** Representação dos sistemas de inovação

Fonte: Retirada para avaliação cega

Os fluxos de informação entre esses processos são apresentados a seguir.

Entre os âmbitos político/normativo e o estratégico (decisão vs viabilidade):

Informações relacionadas com a política econômica, à determinação de objetivos e prioridades para obter competitividade, à capacidade de regulação do Estado e da sociedade, bem como à identificação de demandas de mercado; e, possibilidades globais e estratégias de realização das políticas, bem como de atendimento às demandas do mercado;

Entre os âmbitos, estratégico vs operacional – meios vs requisitos operacionais:

Recursos disponíveis relacionados com a capacidade de poupança da sociedade; realização de investimentos de risco, instrumentos de fomento às atividades de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, qualidade dos serviços técnicos e científicos, oferta e capacidade de formação e treinamento de pessoal, entre outros; e, requisitos operacionais em termos de necessidade de qualificação de pessoal, de financiamento da produção e da inovação, demanda de serviços técnicos, científicos, entre outros.

Entre os âmbitos político/normativo e a produção – normas vs padrão de resposta:

Exigência econômica e social, requisitos de qualidade e preço, oportunidades de fragmentação do mercado para oferta de bens e serviços especiais, ambiente de concorrência e legal, relacionado com a propriedade intelectual e aspectos jurídicos, entre outros; e, resposta às exigências econômicas e sociais, oferta de produtos e serviços especiais, competitividade das empresas nos mercados interno e externo, introdução de inovações e difusão de tecnologias, além de outros aspectos.

Considerando a escala nacional, são os seguintes os agentes do sistema de inovação, que atuam em diferentes âmbitos, conforme mostrado no Quadro 2.

**Quadro 2:** Agentes dos sistemas de inovação

Político-normativo	Estratégico	Operacional
Mercado de consumo de bens e serviços (consumidores em geral); Sistema de produção, usuários de bens e serviços intermediários; Concorrência; O Estado, com seu poder de regulação para promover inovações e que extrapola as regras de mercado.	Sistema educacional; Infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento; População de pesquisadores; Recursos disponíveis; Agências e instrumentos de fomento; Sistema financeiro; Infraestrutura tecnológica, serviços, institutos, consultoras de engenharia e unidades de desenvolvimento das empresas.	Empresas com fins lucrativos e organizações Públicas.

Fonte: *Elaboração própria*

Importa destacar que as atividades no âmbito operacional não são menores ou menos importantes que as demais. As relações de interdependência e condicionantes nos sistemas de inovação envolvem muitas e diversificadas opções no sentido de se obter sinergia: educação em todos os níveis; legislação favorável à introdução de inovações; atuação competente no comércio internacional; disponibilidade de financiamentos de risco; adoção de medidas fiscais; desenvolvimento da capacidade tecnológica das empresas; cooperação com universidades e institutos de pesquisa e desenvolvimento orientados à inovação; formação de empreendedores e líderes; e, conexão sistêmica envolvendo grande diversidade de agentes.

Esses processos podem ser reproduzidos em todas as escalas e agentes, mediante formação em redes. De um lado, ideias são geradas ou testadas nos ambientes de pesquisa e desenvolvimento, dentro ou fora das empresas e, às vezes, na academia. Por outro, as inovações ou apropriação econômica ocorrem no âmbito das organizações, que as materializam por meio da oferta de novos produtos ou serviços ao mercado.

Enquanto a ética das atividades de pesquisa desenvolvidas na academia impõe a publicação dos avanços obtidos na maior amplitude possível como condição de reconhecimento e validação, às empresas interessa o sigilo e à proteção contra sua apropriação pela concorrência. Por outro lado, enquanto os temas “mais quentes” para publicação atraem a atenção e mobilizam os esforços de cientistas e pesquisadores de todo o mundo, as empresas se interessam por aqueles que possam ser apropriados economicamente. As diferenças de perspectiva entre outras razões dificultam a interação entre universidades, institutos e empresas, exigindo esforços de negociação na busca de possibilidades de cooperação.

A concretização de uma inovação ou sua difusão envolve o concurso de distintos agentes, que são mobilizados por diferentes motivações e éticas. Entre as principais dificuldades para estimular a introdução e a difusão de inovações tem sido justamente as diferenças de interesses, além das barreiras de linguagem e comunicação. Não obstante, cada vez mais dependem da realização de esforços coletivos, isto é, requerem sinergia entre diferentes agentes e a interação entre diversas variáveis. Trata-se, portanto, de identificar e aproveitar possíveis convergências de interesse.

Para obter sinergia a partir dos complexos processos de comunicação, envolvendo redes de distintos atores que atuam de forma autônoma torna-se necessário realizar esforços coordenados de catálise para criação de condições mais favoráveis de interação e convergência. Para isto é preciso compreender os papéis desempenhados e interesses dos interlocutores, criar linguagens de comunicação, e atuar no sentido de intensificar as conexões entre todos, nos ambientes em que atuam.

Apenas para ilustrar a diversidade de condicionantes que podem influir no processo de introdução de inovações e nas suas possibilidades de sua difusão são mencionados os seguintes:

- Estabilidade econômica, pois as possibilidades de ganhos comerciais são neutralizadas e os riscos envolvidos na introdução de inovações são aumentados em ambientes instáveis ou inflacionários;
- Regime de concorrência, que regula a competição entre empresas e as pressiona na busca de vantagens sobre seus competidores pela introdução pioneira de novos produtos ou processos, ou para abertura de novos mercados;
- Demandas do mercado de bens e serviços, cuja capacidade de aproveitamento pode depender da introdução de inovações ou da adoção de tecnologias já disponíveis;
- Educação dos consumidores e suas exigências, tanto no se refere às condições de preço e qualidade, quanto de procura e capacidade de aquisição de produtos ou serviços especiais;
- Capacidade e estratégias de regulação do Estado, como, por exemplo, a política econômica, que pode intensificar ou reduzir a concorrência, estimulando ou diminuindo a necessidade de incorporação do progresso técnico como diferencial competitivo;
- Direitos de propriedade intelectual ou de exploração comercial para introduzir instrumentos de proteção aos agentes inovadores;
- Qualificação dos trabalhadores, necessária à aprendizagem e à incorporação de novas tecnologias;
- Capacidade de resposta da base técnico/científica instalada, que podem limitar ou favorecer a cooperação e a transferência de tecnologia (negócios);
- Capacidade de antecipação do progresso técnico/científico (prospectiva) na busca das vantagens do pioneirismo;
- Aspectos socioculturais, que determinam os valores reais ou percebidos por uma comunidade (segmentação do mercado), que influenciam suas reações e atitudes em relação a determinados bens e serviços;
- Capacidade de poupança e investimentos de uma sociedade, isto é, existência de investidores em busca de oportunidades, com disposição para realizar aplicações de risco;

- Infraestrutura de serviços técnico/científicos (metrologia, normalização, certificação de conformidade e de qualidade, informação), que pode limitar ou facilitar a aprendizagem tecnológica e a introdução de inovações;
- Capacidade de gestão;
- Estratégias de competição das empresas.

Tal complexidade torna evidente a necessidade da abordagem sistêmica, para entendimento das relações de interdependência entre os vários condicionantes. O enfoque necessário é mais complexo porque busca a compreensão das dimensões política, econômica, sócio/cultural/antropológica, jurídica, e epistemológica entre outras, das relações de inserção de uma organização em meio a redes de interações entre atores relativamente autônomos e que carregam as heranças de suas histórias.

Os fluxos de informação e conhecimentos que realimentam as ações dos diversos elementos do sistema, gerando circuitos de adaptação ou ciclos virtuosos são os seguintes:

- Estratégias e possibilidades para atender a objetivos, demandas e prioridades. Quanto maiores e melhores as disponibilidades financeiras, domínio de conhecimentos, a infraestrutura de ciência e tecnologia e mais elevada a inteligência de uma sociedade, mais demandas poderão ser atendidas, com espectro mais amplo de prioridades; ou ao contrário, quanto mais restritos tais fatores, menor a capacidade de inovação;
- Meios financeiros, educacionais e técnico-científicos cotejados com os requisitos das organizações produtoras de bens ou prestadoras de serviços, que são regulados por suas estratégias competitivas em relação ao fator tecnologia;
- Padrão de resposta das empresas em termos de qualidade, preços e oferta de bens e serviços de alto valor agregado em relação ao ambiente de concorrência, proteção de propriedade e atendimento de normas.

O processo de regulação político-normativo inclui a escolha de objetivos, demandas e prioridades – quanto aos objetos e a qualidade desejada, ensejando a identificação de problemas e oportunidades, que requerem a inserção do condicionante tecnologia para suas soluções ou aproveitamento. Por outro lado, respondem pelo estabelecimento de normas ou convenções – que influem no comportamento dos atores como, por exemplo, o regime de concorrência entre empresas.

Os sistemas de inovação são caracterizados pela capacidade de autorregulação, pois não há nenhum ator hegemônico ou isolado que determine unilateralmente os movimentos dos

demais. Enquanto o mercado cria demandas e abre oportunidades para introdução de novos bens e serviços, o Estado, por meio da intervenção de suas instituições, influi no processo por meio da escolha de políticas, dentro de uma variedade de opções possíveis.

As relações internacionais de um país também influem nas condições que regulam a competição entre empresas e nas suas necessidades de incorporação do progresso tecnológico. Além disso, o mercado pode ser induzido a mudar suas opções e tendências como resultado de atividades de marketing. Em resumo, a autorregulação resulta de interações entre muitos atores e das suas dinâmicas relacionais. A falta de entendimento de tais conexões levou a adoção de modelos lineares por parte de alguns analistas que se tornaram populares para explicar o fenômeno das inovações: determinadas pelas possibilidades oferecidas pela introdução de novos conhecimentos (impulsão científica e tecnológica); ou pelas demandas de mercado (atração do mercado). Entretanto, a realidade revela-se mais complexa e as relações dos atores são interativas e não lineares, isto é, não são determinadas e tampouco se dão de forma unidirecional.

O processo de viabilização envolve a escolha de estratégias e a organização dos meios requeridos para promover inovações ou a difusão de tecnologia, destacando-se os recursos financeiros, educacionais e de formação profissional, além do fomento às atividades de pesquisa, perfil em termos de dimensão, qualidade e competências da base técnico-científica disponível. Claro que o progresso técnico internacional também influi no processo. As operações de introdução de inovações se dão no âmbito das empresas, com a produção e lançamento de produtos, modificação ou substituição de processos, ou de prestação de novos serviços.

A adoção de uma inovação desenvolvida por outro agente seja por outra empresa, unidade de pesquisa pública ou grupo acadêmico, implica desenvolvimento de processos de transferência de tecnologia e aprendizagem. Conseqüentemente, supõe negociação e comunicação entre diferentes interlocutores. Podem envolver interações que vão desde o desenvolvimento cooperativo de novas ideias e conhecimentos até o licenciamento para uso de terceiros. Em geral, isso implica formalização de contratos e a introdução de normas estabelecidas por lei – direitos de propriedade. É evidente que as condições legais para regular essas interações influem sobre a velocidade de propagação ou de difusão de uma inovação. Claro também que isso depende da capacidade de aprendizagem de quem apropria.

Em geral, esta fase envolve esforços de substituição, inclusive para superar limitações de ordem técnica, que impedem a evolução de uma tecnologia. No processo, rupturas com as velhas práticas, “destruição criadora”, outros avanços podem surgir, abrindo novas possibilidades de inovações, repetindo os seus ciclos de difusão (SCHUMPETER, 1982).

Nesses momentos os esforços de prospectiva tecnológica são intensificados e podem ser úteis para preparar as organizações para as substituições, servindo de base à adoção de estratégias competitivas para antecipação e aproveitamento pioneiro de novas ideias. É claro que as estratégias de apropriação de uma tecnologia ou de uma inovação, bem como as possibilidades de retorno econômico decorrentes de sua adoção, dependem do estágio de sua difusão e do grau de aprendizagem tecnológica da organização ou empresa.

Os diferentes arranjos produtivos evoluem como sistemas complexos. Não obstante, o paradigma cartesiano também influente na teoria econômica sugere que seria possível entender a dinâmica dos processos de inovação e difusão de tecnologia mediante compreensão do que se passa nos seus componentes.

Há obstáculos para elaborar uma teoria econômica competente com base no paradigma reducionista: o mistério humano e seu comportamento imprevisível, envolvendo caprichos, crenças e emoções; e a aprendizagem tecnológica, suas implicações nas mudanças de hábitos, e de qualidade de vida das pessoas. O Homem não é um Ser puramente racional conforme se costuma imaginar. Comportamentos racionais não deveriam ser esperados dado que os problemas da realidade não são perfeitamente enunciados e compreendidos, ou não são estruturados de forma a permitir raciocínios dedutivos.

Os resultados mostram que as facilidades de trocas de informação de um meio influem decisivamente no desempenho das organizações. Isso mostra também a importância do conhecimento compartilhado e da gestão do conhecimento. A intensidade de comunicação em um meio também pode manifestar comportamentos imitativos entre pessoas e também empresas.

O modelo proposto poderá ser útil também no tratamento dos seguintes aspectos: processo de disseminação de uma tecnologia em um grupo local de empresas; relações de comparação entre as empresas inovadoras e imitadoras; o potencial de difusão de um tipo de tecnologia; os impactos das variáveis externas sobre a disseminação da tecnologia; e configurações de redes. Promover situações de “ganha-ganha” (sinergia) em lugar de “soma zero” requer a realização de políticas que ensejem negociações entre os atores e grupos de interesse distintos.

Com relação à cultura, é necessário considerar os valores organizacionais que incluem a confiança e co-responsabilidade, bem como disposição e o estímulo para experimentação e apetite para assumir riscos, em lugar da cultura da insegurança e do medo. Não há fórmulas prontas para criar ambiência e cultura de GC e inovação, mas algumas ações e estratégias são recomendadas:

- Promover seminários de sensibilização não somente para as lideranças, mas para todos os funcionários;

- Criar novas formas de reconhecimento (não necessariamente financeiras, para incentivar os colaboradores a contribuir com seu potencial criativo);
- Incentivar a troca de conhecimento e experiência entre colaboradores diretos e indiretos e demais grupos de interesse;
- Identificar as competências organizacionais e profissionais necessárias para a inovação, específicas ao negócio da empresa, e oferecer programas de capacitação para desenvolvê-las;
- Identificar, mapear e acompanhar os conhecimentos críticos e as competências essenciais necessárias ao sucesso dos negócios para que possa: atrair, selecionar, desenvolver e reter pessoas com essas habilidades;
- Recrutar e selecionar pessoas avaliando o comportamento inovador e empreendedor, a capacidade de se arriscar e experimentar.

## 12. Inovações abertas e redes sociais

As inovações abertas resultam de processos de troca de ideias com consumidores, pesquisadores, fornecedores e centros de pesquisas, e outros atores, normalmente sem vínculos formais. Os participantes com potencial de exploração apropriam-se das ideias e desenvolvem suas próprias soluções (CHESBROUGH, 2008). A maior dificuldade é o processo de seleção das perguntas e soluções. Além disso, as inovações abertas se relacionam com a gestão do conhecimento segundo as estratégias de formação de redes.

## 13. Considerações finais

A revisão do estado da arte a respeito da gestão do conhecimento orientada às inovações mostrou a necessidade e a oportunidade de tratar esses processos com o olhar da complexidade e do pensamento sistêmico, abrindo novas oportunidades de investigação. A gestão do conhecimento orientada às inovações, segundo o olhar da complexidade, inclui as suas relações com inteligência e aprendizagem organizacionais. Também foi sugerida a emergência da geração da disciplina de GC orientada às inovações e à criação do conhecimento a partir de estudos das redes sociais, tais relações conceituais precisam ser mais exploradas. Além disso, foi proposto um modelo teórico de representação dos sistemas de inovação que permite superar limitações dos

modelos lineares e estabelecer conexões entre as inovações com o olhar da complexidade e a abordagem sistêmica.

A estratégia de busca adotada neste ensaio limitando-as às ocorrências aos títulos das publicações procurou estabelecer as relações entre esses conceitos com os objetos centrais de investigação. Claro que cabe investigar as ocorrências nos documentos completos ou pelo menos nos resumos para se obter uma revisão mais completa.

## Referências

- ANDREW, J.P.; DEROCO, E.S.; TAYLOR, A. What Drives Innovation Success?. In: **The Innovation Imperative in Manufacturing: How the United States Can Restore Its Edge**. The Boston Consulting Group. Boston, mai 2009. p.14-18.
- CHESBROUGH, H.W. **Open Innovation**. Books Google, 2006.
- CHOO. Method and context perspectives on learning and knowledge creation in quality management. **Journal of Operations**. Elsevier. 2007. <http://www.sciencedirect.com>
- DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como organizações gerenciam o capital intelectual**. Rio de Janeiro: Campus 1998.
- FONSECA, M.V. de A.; PINTO, M.C.L.F.P.; ALONSO, P.S.R. Gestão da Inovação: uma abordagem estratégica com foco na competitividade In: Simpro. **Proceedings**. 2007.
- GIBSON, C.B.; BIRKINSHAW, J. The antecedents, consequences, and mediating role of organizational ambidexterity. **Academy of Management Journal**, v. 47, n. 2, p. 209–226. 2004.
- KASH, D.E.; RYCROFT, R. Emerging patterns of complex technological innovation. **Technological Forecasting and Social Change**. v.69, n. 6, July 2002. p. 581-606
- LUNDEVALL, B.-A. **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter Publishers, 1992, p. 1-19.
- MARCH, J.G. Exploration and exploitation in organizational learning. **Organization Science**, v.2, n.1, p.71–87, 1991.
- MARIOTTI, H. **Reduccionismo, holísmo e pensamentos sistêmico e complex**. 2004. Disponível em: <http://www.geocities.com/pluriversu>. Acesso em 2011.
- MISHRA, J.K. **Knowledge management: complexity, learning & sustainable innovation**, 2009. Disponível em: [books.google.com](http://books.google.com)

NASCIMENTO SOUTO, P. Knowledge Management: uncovering risky gaps underlying and moving to another perspective. **Ciência da Informação**, V. 36, n. 2, 2007.

OECD. **Manual de Oslo**. 3. ed. Trad. FINEP — Financiadora de Estudos e Projetos. 2005.

SCHUMPETER, J.A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982

SENGE, P. **A quinta disciplina**. São Paulo: BestSellers. 1990.

SNOWDEN, D. Innovation as an object of knowledge management. In: **Knowledge Management Research and Practice** . 2003.

WANG K. Recommend publicly and contest for employment to promote the reform of the cadre and personnel system: thinking on the innovation of china's removal mechanism of leading cadres. **Journal of Fujian Administration Institute**. 2008

YANG, F.; ZHANG, X.. Study on complexity of Knowledge-typed workers. **Science & Technology Progress and Policy**. 2010.



# Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?

Aldrin Martin Perez-Marin<sup>1</sup>, Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante<sup>2</sup>,  
Salomão Sousa de Medeiros<sup>3</sup>, Leonardo Bezerra de Melo Tinôco<sup>4</sup>, Ignácio Hérnan Salcedo<sup>5</sup>

## Resumo

A desertificação é um problema de dimensões globais que afeta as regiões de clima árido, semiárido e sub-úmido seco da Terra, resultante de vários fatores que envolvem variações climáticas e atividades humanas. As áreas susceptíveis a desertificação no Brasil compreendem 1.340.863 km<sup>2</sup>, abraçando 1.488 municípios de nove Estados da região Nordeste, além de alguns municípios setentrionais dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O grau de conhecimento dos processos degradativos da terra e sua extensão necessitam de constantes atualizações, sobretudo, naquelas áreas rotuladas de Núcleos de Desertificação. Nesse contexto, aqui é discutido a desertificação correlacionada à natureza do solo nos Núcleos de Desertificação, buscando determinar sua origem.

**Palavras-chave:** núcleo de desertificação, semiárido

## Abstract

*Desertification is a global problem that affect arid, semiarid, and dry sub-humid regions of Earth, and it is a result of various factors involving climate changes and human activities. In Brazil, the susceptible areas to this process are mainly located in the Northeast region of the Country, comprising 1,340,863 km<sup>2</sup>, embracing 1,488 municipalities. In addition to that, some areas from northern municipalities of Southeastern States of Minas Gerais and Espirito Santo. The knowledge level on this degradative process needs to be constantly updated, especially regarding on areas so called "Desertification Nuclei". In this context, it is discussed the desertification in their Nucleus and its correlation with the soil type, in order to determine its origin.*

**Keywords:** Desertification nuclei, semi-arid

1 Engenheiro agrônomo, doutor em Solos (UFPE), tecnólogo do Instituto Nacional do Semiárido e professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo (UFPB). (aldrin@insa.gov.br).

2 Engenheiro agrônomo, doutor em Ecologia e Recursos Naturais (UFSCar), pesquisador do Instituto Nacional do Semiárido e professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UECE. (arnobio@insa.gov.br)

3 Engenheiro agrícola, doutor em Engenharia Agrícola (UFV), pesquisador do Instituto Nacional do Semiárido.

4 Engenheiro agrônomo, mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFRN), pesquisador bolsista do Instituto Nacional do Semiárido.

5 Engenheiro agrônomo, doutor em Solos (Michigan State University), diretor do Instituto Nacional do Semiárido e professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo - UFPB.

## 1. Introdução

A desertificação é um problema de dimensões globais que afeta as regiões de clima árido, semiárido e subúmido seco da Terra, resultante de vários fatores que envolvem variações climáticas e atividades humanas (BRASIL, 2006). No Brasil, esse fenômeno se restringe ao Semiárido Brasileiro (SAB). Conforme Brasil (2005), a área classificada oficialmente como SAB é de 969.589,4 km<sup>2</sup>. Toda essa área tem em comum a baixa relação entre precipitação pluviométrica e evapotranspiração resultando, em geral, na falta de água para o consumo vegetal, animal e humano. As áreas susceptíveis a desertificação (ASD) compreendem 1.340.863 km<sup>2</sup>, abraçando 1.488 municípios de nove Estados da região Nordeste, além de alguns municípios setentrionais dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

O grau de conhecimento dos processos degradativos e sua extensão ainda são deficitários e necessitam de constantes atualizações. No SAB, especificamente, a relação entre as áreas afetadas por processos de desertificação e a nova delimitação é de aproximadamente 58%. A população residente nessa área – aproximadamente 22 milhões de habitantes e densidade populacional de até 20 hab. km<sup>-2</sup> – apresenta alta dependência da Caatinga para sua subsistência, cuja resultante denota grande vulnerabilidade social, econômica e ambiental. Essa dependência leva à pressão crescente sobre os recursos naturais da região e, conseqüentemente, tornando-a extremamente suscetível aos processos de desertificação.

Não há dúvida que grande parte dessa área venha tendo seus recursos naturais degradados pelo sistema de produção vigente (SAMPAIO et al., 2003). Evidências dessa degradação estão presentes em quase todas as partes do SAB e, em alguns locais, são tão marcantes que foram rotuladas de núcleos de desertificação (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971). Em geral, esses núcleos são áreas com grandes manchas desnudas, presença ou não de cobertura vegetal rasteira e sinais claros de erosão do solo. No entanto, existem outros locais com aparência de degradação semelhante, porém, ainda não reconhecidos como núcleos.

### 1.1. Processos principais relacionados à desertificação

O processo de desertificação quase sempre se inicia com o desmatamento e a substituição da vegetação nativa por outra cultivada, de porte e/ou ciclo de vida diferente. Assim, a vegetação arbustiva e arbórea da caatinga, dominante no semiárido é substituída por pastos herbáceos ou culturas de ciclo curto. O cultivo continuado, com a retirada dos produtos agrícolas e sem reposição dos nutrientes retirados, leva à perda da fertilidade (SAMPAIO ET AL., 2003; DUBEUX JR ET AL., 2005; PEREZ-MARIN ET AL., 2006).

Nas áreas irrigadas, por sua vez, o uso de águas com elevados teores de sais, o manejo inadequado dos ciclos de molhamento e a ausência de drenagem levam à salinização (CORDEIRO, 1988; FREIRE, ET AL. 2003A, 2003B; LEAL ET AL., 2008). Ademais, o uso de equipamentos pesados, em solos de textura pesada e com teores de água inadequados, dão lugar à compactação. Salinização e compactação do solo tipificam áreas degradadas.

Entre esses processos impactantes sobre o meio ambiente, a erosão é considerada o principal fator de degradação do solo no SAB. Trata-se de um processo por meio do qual as partículas mais finas e ativas do solo, no aspecto físico, químico e biológico, são deslocadas e removidas para outros locais pela ação da água ou do vento (GALINDO ET AL., 2005). Isso tem provocado, ao longo dos anos, redução da área agricultável, baixo rendimento das culturas e assoreamento de rios e reservatórios, com graves prejuízos à produtividade, à integridade do meio ambiente e à rentabilidade do agricultor. Um aspecto mais preocupante ainda da erosão no SAB é que, mesmo perdas de grande magnitude são pouco observáveis em curto prazo, se não abrirem sulcos de pelo menos alguns centímetros de profundidade (SAMPAIO ET AL., 2003). Isso, em razão de que perdas laminares de 100,00 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> equivalem a menos de 1,00 cm de profundidade do solo e podem passar despercebidas e apenas o acúmulo das perdas por vários anos de cultivo tem o efeito marcante de reduzir visivelmente a profundidade do solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1999; SAMPAIO ET AL., 2003; ARAÚJO ET AL., 2005).

No sistema de agricultura itinerante esses anos podem ser diluídos em vários ciclos de cultivo, cada ciclo de 10 a 20 anos, ocupando todo o período de vida de um agricultor (SAMPAIO ET AL., 2003). Ao longo da vida de cada geração as perdas são pouco sentidas, mas os 200 a 300 anos de práticas agrícolas inadequadas já deixaram sua marca irreversível em muitos locais do SAB (SAMPAIO ET AL., 2003; SÁ ET AL. 1994). São incontáveis as encostas de solos rasos que hoje não têm mais profundidade suficiente para plantio de quais queres culturas alimentares e florestais.

Atualmente, uma área maior do que o Estado do Ceará foi atingida pela desertificação de forma grave ou muito grave. São 200 mil km<sup>2</sup> de terras degradadas no SAB. Literalmente, essas áreas em muitos locais estão imprestáveis para a agricultura. Somando a área supracitada com a área onde a desertificação ocorre ainda de forma moderada, o total de área atingida pelo fenômeno alcança, aproximadamente, 600.000 km<sup>2</sup> -- cerca de 1/3 de todo o território nordestino. Ceará e Pernambuco são os Estados mais castigados, embora, proporcionalmente, a Paraíba seja o Estado com maior extensão de área comprometida: 71% de seu território já sofreram com os efeitos da desertificação e na divisa da região do Seridó paraibano com o Seridó do Rio Grande do Norte, outro núcleo de desertificação encontra-se tipificado, somando-se na Paraíba, ao Núcleo dos Cariris Velhos. Atualmente, consideram-se seis Núcleos de Desertificação no SAB: Seridó, (RN/PB), Cariris Velhos (PB), Inhamuns (CE), Gilbués (PI), Sertão Central (PE), Sertão do São Francisco (BA) (Vasconcelos Sobrinho, 2002).

## 1.2. Situação dos indicadores de avaliação da desertificação

Embora os sinais de degradação nessas áreas sejam evidentes, sua organização em um sistema de indicadores quantitativos do avanço do processo ainda é incipiente, não fornecendo resultados consistentes com as observações. O único indicador aceito de forma geral é a “baixa cobertura vegetal”, um sinalizador do início do processo de degradação.

A situação dos indicadores do solo é mais crítica, comparativamente aos aspectos ambientais, econômicos e sociais que já foram considerados. Isso, em razão de que a maioria dos estudos não tem sido feito em escalas de fácil mensuração e, por outro lado, as medidas recomendadas foram todas aplicáveis a pequenas áreas, dificultando sua extrapolação às superfícies maiores, ou regionais. A combinação destas fontes, além de outras dificuldades, tem resultado na inexistência de avaliações regionais do avanço da degradação que sejam sistemáticas, metodologicamente seguras e conclusivas quanto à qualificação do avanço da desertificação dos Núcleos ou ao papel destas áreas como áreas nucleares da instalação do fenômeno (SAMPALHO E MENEZES, 2002).

Enquanto as avaliações a partir dos indicadores não estiverem disponíveis, todas as afirmativas sobre a desertificação e degradação das terras no Semiárido brasileiro terão uma forte dose de subjetividade, com sua conseqüente baixa confiabilidade (op. cit.). Além disso, enquanto a sociedade não se convencer da gravidade da degradação do solo, as ações dirigidas à sua prevenção e reversão não serão suficientes e prosseguirá até que a sua irreversibilidade torne improdutivas extensas áreas do semiárido brasileiro.

Nesse sentido, combater a desertificação implica em desenvolver ações voltadas ao controle e prevenção do avanço desse processo e, quando possível, recuperar áreas degradadas para uso produtivo. Combater a desertificação não significa essencialmente lutar contra a erosão, salinização, assoreamento ou tantas outras conseqüências, mas suprimir as causas que provocam estas conseqüências e, considerando-se o fenômeno no curto prazo, essas causas necessariamente estarão relacionadas com as atividades humanas. Portanto, combater a desertificação, mais que tudo implica influenciar no comportamento cultural, econômico e político da sociedade (RODRIGUES, 2000). Para isso, faz-se necessário uma ação coerente e coordenada que articule o saber, os meios e os conhecimentos práticos de todos. Esse esforço inclui compromissos nos níveis federal, estadual e municipal, específicos para uma ação concreta à escala local, regional e nacional que combata a desertificação com a maior força e energia possíveis. Exemplo da esfera federal no trato dessa questão são as ações do Instituto Nacional do Semiárido (Insa), unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

### 1.3. O Instituto Nacional do Semiárido (Insa) na temática da desertificação

O Insa, unidade de pesquisa do MCTI, visando tornar mais decisivo o papel da ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro, vêm promovendo a articulação, estruturação e dinamização de uma nova sistemática de articulação de pesquisa em rede. Esta, desenvolvida mediante o estabelecimento de parceria com outras instituições sediadas na região com apoio financeiro do CNPq, MMA, BNB, Embrapa e do próprio instituto.

Articulações anteriores já vinham sendo empreendidas as quais evoluíram, atualmente, para uma nova sistemática de pesquisa em rede, mais dinâmica e adequada à conjunção de ideias inovativas, bem como para a promoção de sinergia quanto à produção científica e tecnológica e, conseqüentemente, para uma aplicação mais racional e precisa dos recursos.

Nesse contexto, anteriormente, foram promovidos dois simpósios regionais – o primeiro em abril de 2008 (Petrolina/PE) e o segundo, em maio de 2009 (Campina Grande) – que juntos envolveram cerca de 300 participantes, representando instituições de naturezas diversas, de todos os Estados da Região e de outros Estados do país. Em Petrolina, apontou-se claramente para a necessidade da construção de caminhos que conduzissem a uma efetiva articulação interinstitucional regional. Por sua vez, em Campina Grande, um grupo de trabalho foi criado dando início já naquela oportunidade, reflexões sobre a estruturação de bases sólidas, tanto conceituais como institucionais, a abrangência, os objetivos e as temáticas prioritárias da Rede, entre outros pontos relevantes para sua caracterização.

Ainda como resultado do II Simpósio, foi realizada uma Oficina de Trabalho na cidade de Natal/RN, em outubro de 2009, com a finalidade de avançar na estruturação da Rede, bem como para ampliação do número de seus integrantes – profissionais e institucionais. Todo esse processo culminou com a institucionalização da “Rede sobre Desertificação no Semiárido Brasileiro”, por meio da publicação da Portaria Interministerial 92-A de 30 de março de 2010.

Em 2011, a partir da análise sobre a evolução da Rede e mediante a observação de outras articulações existentes no país, o Insa optou por reestruturar a sistemática visando consolidar as articulações e ações voltadas ao SAB, em um processo mais dinâmico e aberto. Espera-se com esta iniciativa dinamizar e aprofundar as atividades relativas ao combate à desertificação, objetivando viabilizar soluções que contribuam efetivamente para o desenvolvimento sustentável das ASD localizadas no SAB.

Portanto, isso se dará a partir de um sistema de gestão da informação, que estará voltado a subsidiar a geração e difusão de pesquisas sistemáticas, a apropriação de conhecimento, de tecnologias em

planejamento e gestão ambiental e a formulação de políticas públicas para a prevenção e mitigação dos processos de desertificação e dos efeitos das adversidades climáticas. Essas estratégias e ações visam à conservação da natureza e à melhoria da qualidade de vida da população. Assim, como parte desse processo um elemento crucial e inicial é a padronização da informação, como os aspectos relacionados com a gênese dos processos de desertificação no SAB.

#### 1.4. Gênese dos núcleos de desertificação

O ecólogo João Vasconcelos Sobrinho tem sido considerado o pioneiro nos estudos sobre a desertificação no Semiárido Brasileiro. Sua trajetória teve início com a publicação, em 1971, da obra intitulada “Núcleos de Desertificação no polígono das secas”, onde apresentou as primeiras ideias sobre os Núcleos de Desertificação.

A formulação da categoria Núcleos de Desertificação foi uma das estratégias usadas pelo autor com vistas a permitir melhor aproximação com o fenômeno, ou seja, para permitir uma abordagem em nível local. Na contextualização dos núcleos que aparecem inicialmente com a nomenclatura de “Áreas-piloto”, o autor reafirma que “a impossibilidade de um estudo abrangente de uma área por demais vasta, como seria a de um Estado ou de todo o polígono das secas, nos impõe a escolha de áreas específicas bem representativas passíveis de serem estudadas como áreas-piloto”.

Além da questão espacial, outra característica metodológica há que ser levada em consideração; tais núcleos se constituem no efeito máximo do processo de degradação, sendo o seu indicador mais importante. Dessa forma, os Núcleos de Desertificação devem ser considerados como as unidades mínimas a partir das quais os estudos devem ser conduzidos. A aplicação desses conceitos à realidade do SAB indicou seis áreas como sendo núcleos de desertificação ou áreas-piloto.

Vale destacar que no mapeamento Brasil (1998) foram incluídos apenas quatro núcleos (os quatro primeiros, a seguir). Por motivos não plenamente esclarecidos pelo Ministério do Meio Ambiente, as demais áreas-piloto (cinco e seis) não foram incluídas, recebendo assim menos atenção deste ministério e de outras instituições de fomento (RIBEIRO ET AL., 1994).

#### 1.5. Área-piloto 01 - Núcleo de Gilbués

Está localizado no extremo sul do Estado do Piauí, dentro da região fitogeográfica Caatinga – Cerrado. Compreende uma área afetada de 6.131 km<sup>2</sup>, com 20 mil habitantes. Abrange os municípios de Gilbués, Monte Alegre do Piauí, Barreiras do Piauí, São Gonçalo do Gurgueia,

Santa Filomena e Alto Parnaíba. A origem do processo de desertificação nesse núcleo está relacionada aos processos de erosão, que tem sua origem na formação, gênese e morfologia de seus solos e na relação solo-paisagem.

Os solos desse sítio são dos tipos mais característicos do Brasil Central: Latossolos e Argissolos. Aqui, ambos os tipos de solos tem ocorrência nas chapadas e encostas que se estendem numa larga faixa, que vai da borda das grandes chapadas até as calhas dos rios (SAMPAIO ET AL., 2003).

Os Latossolos são solos profundos (perfil com mais de 2 m), cor vermelha, alaranjada ou amarela, muito porosos, com textura variável, baixa capacidade de retenção de cátion ( $<17$  cmol kg<sup>-1</sup> de argila), altos teores de alumínio, bem drenados, pH em torno de 4 a 5, pobres em fósforo e bases Ca, Mg, K e Na (EMBRAPA, 2006). Em sua condição natural esses solos são poucos apropriados para a maioria das culturas, entretanto, com práticas corretivas de manejo de solo, como adubação e calagem, tornam-se altamente produtivos.

Por sua vez, os Argissolos são solos com argila de baixa atividade, com acúmulo da mesma no horizonte "B" translocada do horizonte "A" pela ação da água gravitacional, que pode ser observada numa transição clara, abrupta ou gradual. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte "A" e de média a muito argilosa no "B". São de profundidade variável (1,5 a 2 m), desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. São fortes a moderadamente ácidos, podendo apresentar saturação por bases alta ou baixa (op. cit.).

Ambos os tipos de solos, quando presentes nas encostas, ocupando altitudes intermediárias entre as chapadas e a calha dos rios, em razão da intensa e elevada precipitação, são submetidos a fortes processos erosivos que na vastidão das áreas planas das chapadas, desgastam suas bordas num processo milenar, aprofundando-se até encontrar o saprolito (SAMPAIO ET AL., 2003). Esta camada é composta por um material desagregado, poroso, muito susceptível a erosão, com valores de pH  $\geq 8$ .

Desta forma, quando os horizontes A e B são perdidos, o Saprolito fica exposto e a erosão aumenta exponencialmente, formando voçorocas que impactam pela profundidade que atingem em relação ao seu ponto de início e pela rapidez com que são escavadas (SAMPAIO ET AL., 2003). Além disso, nas áreas onde o saprolito aflora, a vegetação não se desenvolve ou não cresce nada em razão da mudança de pH do solo, de ácido (pH 4-5) nos horizontes "A" e "B" para alcalino no saprolito (pH  $\geq 8$ ). Nessas condições, a vegetação não sobrevive, pois ela evoluiu adaptada a condições ácidas e não alcalinas.

Naturalmente, que além da dinâmica geológica que desencadeia os processos de desertificação no sul do Piauí, as ações antrópicas como a agricultura e pecuária na faixa das encostas e a extração de diamantes nos leitos dos rios e riachos, contribuem para o agravamento da desertificação. Entretanto, de maneira menos marcante e diferentemente da forma como tem sido descrito na literatura.

A agricultura é pouco praticada pelas condições químicas do solo e a extração de diamante ocorre de forma localizada nos leitos dos rios, fora da área desertificada (op. cit.). A ação antrópica de maior impacto é a pecuária nas faixas de encostas, principalmente pelo corte e substituição da vegetação nativa por outras espécies. Contudo, nenhuma destas atividades humanas explicam ou justificam a intensa erosão na larga faixa de encostas e bordas das grandes chapadas até as calhas dos rios.

## 1.6. Área-piloto 02 - Núcleo de Irauçuba

Está localizado no oeste do Estado do Ceará, na região fitogeográfica dos Inhamuns. Compreende uma área afetada de 4.099,22 km<sup>2</sup> envolvendo os municípios de Sobral, Forquilha e Irauçuba (PINTO ET AL., 2009), com população rural de 35 mil habitantes. Sua caracterização como Núcleo de Desertificação está particularmente relacionada à classe de solo predominante da região: Os Planossolos Haplicos solodicos e natricos. São solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam por apresentar um horizonte "A" de textura leve (arenosa), de pouca profundidade, que contrasta abruptamente, numa distancia vertical de 2,5 cm com o horizonte "B", de textura argilosa imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila dispersa, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte "pã" responsável pela retenção de lençol de água sobreposto, de existência periódica e presença variável durante o ano.

Na época de chuvas a água se infiltra facilmente no horizonte A, acumulando-se e infiltrando-se lentamente no horizonte B, que fica saturado durante esse período. Como o horizonte A é pouco profundo, o terreno tende a permanecer encharcado. Quando as chuvas cessam a água acumulada é perdida por evapotranspiração, favorecendo a ocorrência ou concentração de sais cristalinos sob forma de revestimentos, crostas e bolsas de cálcio, magnésio, sódio na superfície do solo e ao longo do perfil.

Esses sais cristalinos consistem em grande parte e em proporções variadas dos cátions Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e dos ânions cloretos e sulfatos, sendo em menores proporções, os ânions, bicarbonatos, carbonato e nitratos (CORDEIRO, 1988). Em excesso esses sais prejudicam o crescimento das plantas, em virtude do efeito osmótico, onde solutos dissolvidos na zona das raízes geram um potencial osmótico baixo, que diminui o potencial hídrico do solo e além dos efeitos de

toxicidade pelos íons presentes em elevadas concentrações na solução do solo. Igualmente, o excesso de  $\text{Na}^+$  provoca a dispersão dos colóides, causando desestruturação do solo, criando problemas de compactação e dificultando o movimento da água e desenvolvimento radicular.

O conjunto dessas características limita o crescimento das plantas e impõem restrição ao estabelecimento de muitas espécies de porte alto. Assim, predomina nessas áreas vegetação herbácea que é, geralmente, usada para pastagem, na maior parte das vezes com lotação excessiva, que leva ao consumo de toda a parte da vegetação herbácea, deixando o solo descoberto e sem banco de sementes (SAMPAIO ET AL., 2003). Nessas condições, associadas ao alto gradiente textural entre o horizonte A (arenoso) e B (argiloso), os solos dessas áreas, já muito suscetíveis a erosão, ficam a mercê da ação do vento e da água da chuva.

Neste núcleo, em razão do tipo de relevo onde ocorrem esses solos, os processos de erosão não levam a formação de voçorocas como aquelas observadas no Núcleo de Gilbués. A erosão aqui é do tipo laminar. Uma das formas mais perigosas que existem, considerada um “câncer” para o solo, pois sendo pouco perceptível em contato visual direto, não desperta a preocupação ante a imagem observada. Vale ressaltar que as perdas de grande magnitude são pouco observáveis em curto prazo, porque não abrem sulcos com, pelo menos, alguns centímetros de profundidade. Esse efeito só é sentido com o acúmulo das perdas por vários anos de cultivo e o decorrente efeito da redução visível da profundidade do solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1999; SAMPAIO ET AL., 2003; ARAÚJO ET AL., 2005).

## 1.7. Área-piloto 03 - Núcleo do Seridó

Está localizado no centro do “Polígono das Secas”, em parte dos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, região fitogeográfica do Seridó. O Núcleo abrange os municípios de Currais Novos, Cruzeta, Equador, Carnaúba do Dantas, Acari, Parelhas, Caicó, Jardim do Seridó, Ouro Branco, Santana do Seridó e São José do Sabuji no RN, e na PB, Santa Luzia e Várzea. A área afetada é de 2.987 km<sup>2</sup> com 260 mil habitantes. A desertificação neste núcleo está relacionada particularmente a fatores climáticos, processos pedogenéticos e intervenções antrópicas.

Os fatores climáticos que atuam mais diretamente sobre os processos de desertificação nesse núcleo são a temperatura e a combinação de precipitação pluviométrica baixa e irregular. Essa combinação leva a uma limitação hídrica que reduz, significativamente, a intensidade de manifestação dos processos de intemperismo químico (e.g. hidrólise) resultando, desta forma, em solos relativamente poucos intemperizados, quimicamente ricos, pouco profundos, com muitos minerais primários facilmente intemperizáveis, argilas de alta atividade (>25 cmolc kg<sup>-1</sup> de argila) e até com acumulação de sais e de carbonatos. Além disso, a precipitação pluvial também tem forte influência na modelagem da paisagem.

A maior parte da área tem topografia acidentada, com declives acentuados e nela os solos são rasos e pedregosos, com baixa capacidade de retenção de água, classificados como Neossolos Litólicos e Luvisolos Cromicos. No sopé das encostas formam-se vales, em geral de pequenas dimensões, com ocorrência de Neossolos Flúvicos e Planossolos Solódicos.

Os Neossolos Litólicos apresentam severa restrição ao aprofundamento do sistema radicular das plantas posto que, o contato lítico ocorre a pouca profundidade (10 a 30 cm). Este fato determina um reduzido volume de água e de nutrientes disponíveis para as plantas e pequeno volume para o sistema radicular ancorar as plantas, especialmente, árvores que apresentam sistema radicular mais profundo. Agrava esta limitação o fato de grande parte desses solos ocorrerem em relevo forte ondulado a montanhoso e, em muitos casos, com rochas expostas.

Os Neossolos Flúvicos são uma variação da ordem dos Neossolos, apresentando em geral melhores condições físicas e químicas para o crescimento das plantas. Porém, nesse núcleo a sua ocorrência é limitada, nas partes baixas das encostas, como consequência do transporte de sedimentos das partes mais altas e declivosas.

Os Luvisolos Cromicos são solos quimicamente muito ricos, apresentando elevados potenciais nutricionais. Entretanto, apresentam teores de Na<sup>+</sup> e sais relativamente elevados, tornando-se importante limitação ao crescimento e desenvolvimento das plantas, especialmente quando ocorre a pouca profundidade. Quando apresentam horizonte cálcico ou caráter carbonático dentro de 100 cm de profundidade o pH torna-se alcalino, levando à indisponibilidade de certos micronutrientes especialmente zinco, ferro, cobre e manganês.

A presença de horizonte B textural de textura argilosa seguindo horizonte(s) suprajacente(s) de textura mais grosseira os torna muito suscetíveis à erosão (EMBRAPA, 2006). Tal fato se agrava, por tais solos estarem situados nos declives mais acentuados e com horizonte B textural a apenas poucos centímetros de profundidade (10 a 20 cm), em especial, naqueles com mudança textural abrupta numa distância vertical de 2,5 cm. A suscetibilidade dos Luvisolos Crômicos à erosão é ampliada pelo fato das chuvas serem concentradas o que lhes confere alto poder erosivo. É comum, nesses solos, a presença de calhaus e matacões na superfície do terreno o que dificulta o preparo do terreno para plantio e promove significativo desgaste dos implementos agrícolas.

A combinação da escassez de água, com pequena expressão dos processos pedogenéticos, em consequência da baixa intensidade de atuação do intemperismo químico que não permitiu, ainda, modificações expressivas do material de origem, tem reflexos numa vegetação arbustiva pouca densa (com maior permeabilidade), de porte baixo e com sintomatologia de nanismo, geralmente coincidindo com a presença da caatinga hiperxerófila, entremeada de herbáceas que crescem apenas na estação chuvosa, permanecendo secas nos longos períodos de estiagem.

Quando o período chuvoso volta, verifica-se um esforço de recuperação que nem sempre é recompensado integralmente (VASCONSELLOS SOBRINO, 2002). Ademais, com uma vegetação pouco densa existe menor proteção ao solo, raios solares, ação da água e vento. Assim, nesse tipo de caatinga e solo a desertificação surge espontaneamente, havendo a possibilidade de sua preexistência, mesmo na ausência da intervenção antrópica. Contudo, é evidente com a intervenção humana nesses ambientes frágeis que a desertificação se consolida.

As intervenções antrópicas nesse núcleo estão relacionadas com o corte da vegetação para lenha, utilização na indústria ceramista e pecuária extensiva. Na atividade cerâmica, grandes quantidades de argila são retiradas dos baixios (NEOSSOLOS FLUVICOS), deixando crateras desiguais à amostra, imprestáveis para a agricultura (SAMPAIO ET AL., 2003). A pecuária extensiva, por sua vez, leva a um consumo de toda a vegetação herbácea deixando o solo descoberto ainda mais tempo nas épocas secas e, quando no início das chuvas, ficando plenamente exposto à erosão pelas chuvas de grande intensidade.

## 1.8. Área-piloto 04 - Núcleo de Cabrobó

O Núcleo está localizado no sul do Estado de Pernambuco, região fitogeográfica do Sertão Central, e abraça os municípios de Cabrobó, Orocó, Santa Maria da Boa Vista, Belém do São Francisco, Salgueiro, Parnamirim, Itacuruba, Petrolina, Afrânio, Ouricuri, Araripina e Floresta. A área afetada é de 4.960 km<sup>2</sup> com 24 mil habitantes.

O Núcleo está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem clássica do SAB, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do semiárido (CPRM, 2005). O clima que prevalece é do tipo BSs'h', ou seja, muito quente, semiárido, tipo estepe, com estação chuvosa adiantada para o outono, entre janeiro e maio (EMBRAPA, 2001).

A origem da desertificação neste Núcleo está relacionada às condições climáticas, edáficas e de ocupação e uso da terra. O solo, relevo, precipitação, temperatura e os ventos criam dentro da área condições locais para uma maior ou menor desertificação, fazendo variar a fisionomia da paisagem com gradações de sombreamento resultantes de uma maior ou menor densidade de plantas.

No extrato superior, a vegetação predominante é caatinga hiperxerófila, lenhosa, decidual, de portes médio a baixo, e no extrato inferior predominam cactáceas e bromeliáceas. O clima é do tipo tropical semiárido com chuvas de verão. A temperatura e evapotranspiração são elevadas,

com índices pluviométricos em torno de 650 mm. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. Essas condições levam a uma redução da umidade do solo, provocando déficit hídrico por cerca de oito meses (SECTMA, 2009). Entretanto, as principais causas do processo de desertificação têm sido atribuídas ao sobrepastoreio, desmatamento e salinização do solo.

Essas áreas isoladas, em cujas condições de degradação da vegetação e solos (erosão hídrica, química) denunciam claramente a diminuição de sua capacidade produtiva, constituem áreas de formas variadas e pontuais, lineares e areolares. O horizonte superficial decapitado pela erosão laminar ou retalhados pelos ravinamentos, alguns desses chegam a ser medianamente profundos (nas acumulações coluviais dos pés-de-serra e dos terraços fluviais) e, por vezes, por certos movimentos de massa de pequena dimensão (ALVES, SOUZA E NASCIMENTO, 2009).

Os solos predominantes são os Planossolos, nos patamares compridos e baixas vertentes de relevo suave ondulado onde ocorrem, sendo solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B ou com transição abrupta conjugada com acentuada diferença de textura do A para o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela formação de lençol d'água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano.

Maior ocorrência para os Planossolos Natricos órtico típicos (solos apresentando horizonte plânico com caráter sódico imediatamente abaixo de um horizonte A ou E) e Planossolos Haplicos órticos solódicos. Luvisolos Cromicos órticos líticos, ocorrendo nos topos e altas vertentes, são rasos e com fertilidade natural alta. Neossolos Litólicos típicos e ao longo dos talwegues das redes de drenagem. Neossolos Fluvicos constituindo-se de solos rasos, pedregosos e fertilidade natural média, afetados por sais e com grandes crateras. Sendo assim, a ação do homem é apenas complementar ao processo.

## 1.9. Área-piloto 05 - Núcleo Cariris Velhos

Esse Núcleo está localizado na fração voltada ao sudoeste da Chapada da Borborema paraibana, região fitogeográfica dos Cariris Velhos, apresentando áreas de caatinga com índice xerotérmico, variando entre 150 e 300, com quatro tipos ou associações, predominantemente, de porte baixo, muitas vezes de baixa densidade e pobres em espécies arbustivo-arbóreas (SAMPAIO E RODAL, 2000) e com características de vegetação caducifólia espinhosa. Compreende os municípios de Juazeirinho, São João do Cariri, Serra Branca, Cabaceiras, Camalaú e municípios vizinhos. A área afetada é de 2.805 km<sup>2</sup> com 44.877 habitantes (IBGE, 2010).

A origem da desertificação nesse Núcleo está relacionada às condições climáticas, edáficas e à ocupação e uso da terra. Os solos são rasos em sua maioria, compactos e pedregosos. As causas da desertificação na Paraíba não diferem das que são encontradas em outros Estados do Nordeste. Elas são decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais, de práticas agrícolas inapropriadas e, sobretudo, de modelos de desenvolvimento macro e microeconômicos de curto prazo. Outro grave aspecto a considerar são as práticas agrícolas tradicionais, geralmente associadas a um sistema concentrado de propriedade da terra e da água, conduzindo a graves problemas socioeconômicos, que se aprofundam quando sobrevêm as secas (ALVES, SOUZA E NASCIMENTO, 2009).

Corroborando com essa afirmação, Sousa et al. (2007) disserta que as terras agrícolas estão comprometidas pelo desmatamento e pela manutenção de uma atividade pecuária acima da capacidade de suporte da caatinga. Tais práticas são responsáveis pelo aparecimento das erosões, que desencadeiam o processo de desertificação em estágio severo, como os núcleos de desertificação.

Vasconcelos Sobrinho (1978) qualifica duas causas principais para a desertificação na região dos Cariris da Paraíba: a) a predisposição geocológica ou o equilíbrio instável resultante dos fatores climáticos, edáficos e topográficos e; b) as diferentes modalidades das ações antrópicas, diretas ou indiretas, que começam pela eliminação ou degradação do revestimento vegetal, chegando a desencadear o comprometimento dos outros componentes do ecossistema e dando início à formação de núcleos de desertificação.

Do ponto de vista geomorfológico, os processos erosivos que atuaram nos cariris velhos, determinando as suas formas de relevo, proporcionaram a elaboração de extensas superfícies aplainadas presentes na área central do Planalto da Borborema, decorrentes de fases climáticas, ora mais xéricas ora menos xéricas, resultando na criação de amplos pediplanos. Conforme Embrapa (1999, 2006) e Souza et al. (2009) os solos predominantes nessa área são: Luvisolo Háplico, Luvisolo Crômico, Planossolo Háplico, Planossolo Nátrico, Cambissolo Húmico, Neossolo Flúvico, Neossolo Regolítico, Neossolo Litólico, Chernossolo Rêndzico e Vertissolo Hidromórfico. Nessa última classe, vale destacar que, apesar de apresentar cobertura vegetal relativamente densa e variada à primeira vista, em caso de desmatamento ocorrem dificuldades na recolonização vegetal, uma vez que suas sementes junto com algumas partículas desse tipo de solo são arrastadas horizontalmente nesse processo sazonal de expansão/retração. Além dessa característica, em virtude da maior deficiência de drenagem presente em algumas áreas podem, ocasionalmente, ocorrer problemas em relação ao estabelecimento e desenvolvimento das plantas devido ao acúmulo de sais.

Em todo o Núcleo ocorrem afloramentos de rocha do embasamento cristalino (gnaisses, granitos e granodioritos são os mais comuns), visualizados na forma de grandes lajedos ou blocos

desagregados, que formatam uma paisagem típica da região, com manchas de solos Litólicos Eutróficos, pouco desenvolvidos, rasos ou muito rasos. Nas proximidades dos municípios de Sumé e de Taperoá há solos desenvolvidos a partir dos granodioritos, situados nas encostas dos relevos elevados do Sul da região, que escapam a essa regra.

### 1.10. Área-piloto 06 - Núcleo do Sertão do São Francisco

Está localizado no nordeste do estado da Bahia, na região fitogeográfica do Sertão do São Francisco, apresentando caatinga arbustiva hiperxerófila dominante, mas também com ocorrência de caatinga arbórea em inselbergues, e margeando o Rio São Francisco. Compreende uma área afetada de aproximadamente 34.254 km<sup>2</sup>, com 366.561 habitantes (IBGE, 2010) e com densidade de ocupação média de 10,7 hab./km<sup>2</sup>.

Abrange os municípios de Uauá, Macururé, Chorrochó, Abaré, Rodelas, Curaçá, Glória, Jeremoabo, Juazeiro, Canudos e municípios vizinhos. Nessa região se insere uma área deprimida no relevo ondulado, denominada Raso da Catarina, conhecida por seu elevado estado de desertificação (OLIVEIRA E CHAVES, 2004). Municípios vizinhos como Antas, Coronel João Sá, Novo Triunfo e Paulo Afonso, por associarem baixo índice de aridez e densidade populacional expressiva, merecem atenção quanto a sua inclusão no Núcleo, visto que seus indicadores apontam para elevada propensão à desertificação.

A origem do processo de desertificação nesse Núcleo está relacionada à substituição da caatinga pela agricultura e pecuária, sendo essas atividades apontadas como as maiores responsáveis pela ocorrência de desertificação na região do Sertão do São Francisco na Bahia (PAIVA ET AL., 2007). Além dos fatores ambientais que favorecem a degradação das terras e o surgimento da desertificação, a pobreza e a insegurança alimentar são consideradas também como causas e, ao mesmo tempo, consequências da desertificação. Na Bahia, mais de 300 mil km<sup>2</sup> se encontram susceptíveis à desertificação, e apresentam características climáticas que podem evidenciar a degradação do ambiente, juntamente com a ação antrópica indiscriminada (SILVA E ROCHA, 2011).

A desertificação nessa região já vem sendo relatada há muito tempo. Um estudo realizado pelo Ceped (1979), na Bahia, identificou uma área em processo de desertificação localizada na parte do baixo Rio São Francisco, no sertão de Paulo Afonso e nos tabuleiros de Euclides da Cunha e Jeremoabo. Nessas áreas já foi removida boa parte da cobertura vegetal e do horizonte superficial do solo. Ali, os solos já não dispõem de capacidade de retenção de água, ou pela impermeabilidade ou pela permeabilidade excessiva, de modo que, cessadas as chuvas, eles se desidratam.

Segundo Oliveira e Chaves (2004) os solos desta região, com exceção dos Neossolos Quartzarênicos, são pouco profundos e mal drenados, prevalecendo, de acordo com a Embrapa (2006) os seguintes: Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, Luvisolo Crômico, Planossolo Nátrico e Planossolo Háplico.

Destaca-se que na região de Rodelas, onde o problema de aridez é acentuado, com predominância de Neossolos Quartzarênicos e vegetação formada por caatinga hiperxerófila, existe um deserto instalado, com cerca de 400 ha, formado por dunas com mais de cinco metros de altura (PAIVA ET AL., 2007). Essa área, conhecida como deserto de Surubabel, localizada na beira do lago da barragem de Itaparica, ficou abandonada depois da criação do lago na década de 1980. Com o passar dos anos, esse local serviu como área de pastoreio excessivo, principalmente de caprinos, e sofreu um desmatamento acentuado, com a retirada de lenha para atender às necessidades da população. Como essa, existem diversas outras áreas na região em processo de desertificação, assim, configurando o Núcleo do Sertão do São Francisco, na Bahia.

Essa região, que já possuía alta susceptibilidade natural à desertificação, passou por um processo acelerado de erosão hídrica após a retirada da cobertura vegetal dos solos arenosos. Antes da construção da barragem, o Rio São Francisco tinha uma largura menor e passou para cerca de cinco mil metros depois da criação do lago. Com isso, os ventos, também atingiram velocidade maior em função da grande distância do espelho d'água que não oferece qualquer barreira. Dessa maneira, a erosão eólica começou a atuar de forma mais intensa na área (op. cit.).

## 2. Considerações finais

Os Núcleos de Desertificação no Nordeste brasileiro se constituem na fiel expressão da inadequação ou ausência de práticas adequadas, quando da interação entre as ações produtivas e os recursos naturais disponíveis em um ambiente de equilíbrio ecologicamente frágil. As consequências se apresentam tanto em âmbito local, como regional, nacional e global, visto que resulta no empobrecimento da população local e declínio da qualidade ambiental nesses ambientes, em processos migratórios intrarregionais, perda de biodiversidade, perda de território produtivo do país e na elevação do risco social em uma extensa área e, finalmente, nos aspectos negativos referentes ao clima do planeta, com a elevação da temperatura, interferências em processos biogeoquímicos, particularmente, na ciclagem da água e do carbono. Dessa forma, o processo de desertificação deve ser encarado como um problema pan-geoespacial, articulado às demais áreas em desertificação do planeta.

As áreas afetadas apresentam condições (embora algumas, remotamente), de recuperação das áreas degradadas, recuperando sua capacidade produtiva a partir de sistemas de manejo do solo,

da água e da cobertura vegetal, adequados às características edafoclimáticas e ecossistêmicas locais. Nas áreas mais críticas, a partir da retirada parcial ou total de qualquer tipo de uso existente nas terras degradadas, seria, em princípio, uma tarefa de fácil execução, visto que a incapacidade produtiva dos solos, cada vez mais profunda tende a “expulsar” os agricultores locais para áreas ainda com capacidade de suporte.

Entretanto, o predomínio de estrutura fundiária dominada pela pequena propriedade, sugerindo o uso intensivo dos solos, associada às práticas de manejo adotadas e os baixos níveis socioeconômicos existentes, ao mesmo tempo em que compõem a cadeia causal da degradação dos solos, tornam as ações corretivas ou mitigadoras de complexidade elevada. Uma vez cessado o uso, a recomposição da mesma ocorreria de forma natural, tão logo fosse cessado ou diminuído o uso dessas terras. Esse aspecto é inclusive previsto em pesquisas onde se demonstra a existência de capacidade de regeneração da caatinga numa sequência média de 1 a 3 anos para o estágio herbáceo, 10 a 15 anos para o estágio arbustivo, acima de 15 a 25 anos para o estágio arbustivo-arbóreo, e acima de 25 anos para o estágio arbóreo-arbustivo (SOUZA ET AL., 2009). Quanto à agricultura, esta enfrenta sérias limitações, tanto em relação à água, como em relação à disponibilidade de nutrientes.

De forma geral, todos os Núcleos de Desertificação apresentam, em boa parte dos seus solos, baixos teores de fósforo. O nitrogênio também é muito escasso, particularmente associado aos baixos teores de matéria orgânica dos seus solos. Com a supressão vegetal e a baixa capacidade de produção de massa verde, quando da ocorrência das chuvas, o que resta de matéria orgânica nos solos desnudos são rapidamente mineralizados, agravando mais ainda a deficiência de Nitrogênio (SALCEDO E SAMPAIO, 2008).

Fica evidente que as práticas agropecuárias adotadas para o bioma caatinga, particularmente nos Núcleos de Desertificação, têm levado a exaustão dos solos e a degradação do solo e, finalmente, da vida humana. Destarte as práticas agropecuárias com o devido manejo terem demonstrado resultados positivos em várias regiões do semiárido nordestino, o manejo florestal tem se demonstrado como o mais promissor deles e, talvez, uma das derradeiras alternativas para os Núcleos em Desertificação.

A renda auferida com o manejo florestal para os agricultores familiares tem se mostrado como muito atraente, pois retoma a característica produtiva das áreas devastadas, a partir de um plano de manejo florestal consciente, destinando ao produtor rural uma renda expressiva para a manutenção de suas necessidades e de sua família.

Com a cobertura vegetal recomposta, os teores de matéria orgânica seriam pouco a pouco incorporados ao solo e a ciclagem de nutrientes e biomassa retomariam o seu processo normal.

O maior entrave se dá na economicidade do sistema, especialmente para estruturas fundiárias com menos de 20 hectares, que necessitariam também de áreas destinadas a reserva legal e a produção de alimentos de consumo familiar diário. Algumas alternativas com espécies plantadas e com a utilização de recursos não-madeireiros estão apresentando alternativas alvissareiras para diversos produtores familiares.

A integração de políticas públicas ambientais, territoriais, patrimoniais e urbanísticas, é fundamental para que as ações possam se dar de forma concatenada, ao invés da dispersão de esforços verificadas em diversas áreas, que muitas vezes se apresentam contraditórias, especialmente quando fomentam cargas excessivas sobre estratos florestais e solos que não apresentam tal capacidade de suporte e, por conseguinte, de respostas aos inputs produtivos, resultando em degradação ambiental.

Enquanto medidas de intervenção imediata não forem adotadas, os Núcleos de Desertificação continuarão a aumentar em área e em gravidade do processo de desertificação. Associado a essa questão, o monitoramento dessas áreas também deve se constituir em especial atenção por parte dos órgãos de governo, visto tratar-se da perda de território nacional produtivo para as presentes e futuras gerações de brasileiros. Para tanto, é fundamental a identificação, experimentação e pactuação de indicadores que permitam o monitoramento socioambiental dessas áreas submetidas ao grave processo de degradação de sua qualidade ambiental, designada genericamente de “processo de desertificação”.

## Referências

- ALVES, J. J. A.; SOUZA, E.N.; NASCIMENTO, S.S. Núcleos de desertificação no Estado da Paraíba. *Ra'ega*, Curitiba, v.17, p.139-152, 2009.
- ARAÚJO, G.H. de S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A. J.T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília: MIN. 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mapa de ocorrência de desertificação e áreas de atenção especial no Brasil**. Brasília: MMA/SRH. 1998.
- \_\_\_\_\_. **Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação**. Brasília, Distrito Federal: MMA/SRH, 2006.
- CEPED. **Diagnóstico preliminar do processo de desertificação no estado da Bahia**. Salvador: CEPED, 1979.
- CORDEIRO, G.G. **Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas: origem, diagnósticos e recuperação**. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1988.
- CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Cabrobó, estado de Pernambuco**. Orgs.MASCARENHAS, J.C.; BELTRÃO, B.A.; SOUZA JUNIOR, L.C.; GALVÃO, M.J.T.G.; PEREIRA, S.N.; MIRANDA, J.L.F. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
- DUBAUX JR, J.C., SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In MENEZES R. S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Ed.). **A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual de novas perspectivas de uso**. Recife: UFPE. 2005. p.105-128.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa- Solos, 1999.
- EMBRAPA. **Circular Técnica n. 10**. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2001.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006.
- FREIRE, M.B.G.S.; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ, V.H.V.; FREIRE, F. J. Condutividade hidráulica de solos de Pernambuco em resposta à condutividade elétrica e RAS da água de irrigação. **Agriambi**, Campina Grande, v.7, n.1, p.45-52, 2003a.
- FREIRE, M.B.G.S., RUIZ, H.A., RIBEIRO, M.R., FERREIRA, P.A., ALVAREZ, V.H.V., FREIRE F. J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Agriambi**, Campina Grande, v.7, n.2, p.227-232, 2003b.

- GALINDO, I.C.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; MENEZES, R.S.C. Uso da palma na conservação dos solos. In: MENEZES R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Ed.). **A palma no nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: UFPE, 2005. p.163-176.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico Brasileiro 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
- LEAL, I.G.; ACCIOLY, A.M.A.; NASCIMENTO, C.W.A.; FREIRE, M.B.G.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; FERREIRA, F. L. Fitorremediação de solo salino sódico por atriplex nummularia e gesso de jazida, *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v.32, p.1065-1072, 2008.
- OLIVEIRA, J.H.M.; CHAVES, J.M.; LOBÃO, J.B.; PEREIRA, Q.E.; BANDEIRA, F.P. Fragilidade ambiental de um setor do raso da Catarina-BA e entorno utilizando geoprocessamento: álgebra simples de mapas-sobreposição ponderada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 12. Viçosa: UFV, 2004.
- PAIVA, A.Q.; ARAÚJO, Q.R.; GROSS, E.; COSTA, L.M. O deserto de Surubabel na Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v.8, n.1, 2007.
- PEREZ-MARIN, A.M.; MENEZES, R.S.C.; DIAS, E.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v.30, p.555-564, 2006.
- PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco (SECTMA). **Programa de ação estadual de Pernambuco para o combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca** – PAE-PE. Recife: Governo do Estado de Pernambuco. 2009.
- PINTO, R.M.S.; CARVALHO, V.C.; ALVALÁ, R.C.S. Mapas de variabilidade temporal do uso e cobertura da terra do núcleo de desertificação de Irauçuba (CE) para utilização em modelos meteorológicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. **Anais ... INPE**, p. 6077-6083.
- RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J.; MONTENEGRO, A.A.A. Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; SÁ, I.B.; RICHÉ, G.R.; FOTIUS, G.A. (Ed.). **Degradação ambiental e reabilitação no trópico semiárido brasileiro**. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DA DESERTIFICAÇÃO. Fortaleza, 1994. Brasília, Fundação Grupo Esquel Brasil. **Anais...** p.310-331. 1994.
- RODRIGUES, V. Desertificação: problemas e soluções. In: OLIVEIRA, T. S. et al. (Ed.). **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Fortaleza: UFC/SBCS, 2000. p. 22-56.
- SÁ, I.B.; FOTIUS, G.A.; RICHÉ, G.R. Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semiárido brasileiro. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza. **Anais ... Fortaleza**, p. 260-275.

- SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Matéria orgânica do solo no bioma Caatinga. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 25-47.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga: Fitofisionomias da Caatinga**. Petrolina: 2000.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; MENEZES, S.C.M. Perspectivas do uso do solo no Semiárido Nordeste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO, 13, 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: UESC, 2002.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, G.R. Desertificação no Brasil: Conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência. Recife, UFPE, 2003. 202p.
- SILVA, T. B.; ROCHA, J.S.F. Análise integrada de indicadores socioeconômicos e socioambientais na avaliação do processo de desertificação na região Nordeste do Estado da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011.
- SOUSA, R.F.; BARBOSA, M.P.; MORAIS NETO, J.M.; FERNANDES, M.F. Estudo do processo da desertificação e das vulnerabilidades do Município de Cabaceiras-Paraíba. *Rev. Eng. Ambient*, Espírito Santo do Pinhal, v.4, n.1, p.89-102, 2007.
- SOUZA, B.I.; SUERTEGARAY, D.M.A.; LIMA, E.R.V. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri paraibano. *Mercator*: Fortaleza, v.8, n.16, p.217-232, 2009.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Metodologia para identificação dos processos de desertificação: manual de indicadores**. Recife: SUDENE, 1978.
- \_\_\_\_\_. Núcleos de desertificação no polígono das secas. **Anais ...ICB**. Recife: UFPE, v.1, n.1, p. 69- 73, 1971.
- \_\_\_\_\_. **Desertificação no Nordeste do Brasil**. Recife: Editora Universitária, 2002.

# Ciência e tecnologia para o desenvolvimento rural da Amazônia<sup>1</sup>

Alfredo Kingo Oyama Homma<sup>2</sup>

## Resumo

A região amazônica, ao longo dos séculos, não tem conseguido promover o seu desenvolvimento de forma duradoura e permanente, constituindo-se de diversos ciclos fortemente apoiada na utilização e destruição de seus recursos naturais. Muitos dos recursos de sua biodiversidade têm constituído em riquezas nos seus novos locais onde foram levados; existe uma falsa concepção no potencial da sua biodiversidade futurística, esquecendo-se da biodiversidade do passado e do presente onde realmente estão suas reais possibilidades. A escassez de tecnologias agrícolas e ambientais concretas tem sido a causa da destruição dos recursos naturais e da dificuldade de se criar alternativas de renda e emprego para o conjunto da população amazônica. A crença no extrativismo vegetal, na venda de créditos de carbono, dos megainvestimentos que estão sendo realizados em parques tecnológicos constituem alguns dos equívocos das atuais políticas públicas que estão sendo lançadas na Amazônia; considerando a opção da "floresta em

## Abstract

*The Amazon region over the centuries has failed to promote its development over a lasting and permanent basis, consisting of several cycles strongly supported by the use and destruction of its natural resources. Many of the features of its biodiversity have established in their new locations, there is a misconception in the potential of its futuristic biodiversity, forgetting the past and the present biodiversity, where its real possibilities are. The lack of concrete environmental and agricultural technologies has been the cause of destruction of natural resources and the difficulty to create alternative sources of income and employment for the Amazonian population as a whole. Belief in the plant extraction, the sale of carbon credits, the investments being made in technology parks are some of the misconceptions of current public policies that are being released in the Amazon, considering the option of "standing forest" (83%) and forgetting the potential represented by the use of already deforested areas (17%).*

1 Versão ampliada da conferência de abertura proferida no XLV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Manaus (AM), 19/08/2012.

2 Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, agrônomo, doutorado em economia rural. E-mail: alfredo.homma@embrapa.br ou homma@oi.com.br.

pé” (83%) e esquecendo o potencial representado pela utilização das áreas já desmatadas (17%).

**Keywords:** Amazon, science and technology, agricultural development

**Palavras-chave:** Amazônia. Ciência e tecnologia. Desenvolvimento agrícola.

## 1. Introdução

No dia 25 de maio de 2012, a presidenta Dilma Rousseff editou a Medida Provisória nº 571 (ainda sujeita a mudanças), que substituiu o Código Florestal 4.771 (15/09/1965) e a Medida Provisória nº 2.166-67 (24/08/2001). No período de 13 a 22 de junho de 2012, ocorreu a Rio+20, duas décadas depois da Rio 92 (junho de 1992). São dois eventos emblemáticos para o país, sobretudo para a Amazônia. Quais seriam as consequências para a Amazônia, sobretudo para o setor agrícola?

Neste interregno de 47 anos entre a edição do Código Florestal de 1965 e o “Novo Código Florestal”, a área desmatada da Amazônia Legal, que antes se constituía de desmatamentos esparsos ao longo dos cursos de rios, do início da ocupação da rodovia Belém-Brasília inaugurada em 1960 e de algumas rodovias estaduais e municipais, a área desmatada passou de quase três milhões de hectares em 1975 (0,586%) para mais de 75 milhões de hectares (2011) ou 17% da Amazônia Legal. Essa área desmatada representa três Estados de São Paulo ou quase a metade do Estado do Amazonas. A população da Amazônia Legal passou de mais de 11 milhões para 24,8 milhões de habitantes e a população rural passou de seis milhões para sete milhões de habitantes, indicando forte urbanização e com tendência da redução relativa e absoluta da população rural (HOMMA, 2003a).

Neste espaço de cinco décadas, a Região Amazônica sofreu grandes transformações econômicas, sociais, políticas e ambientais. A repercussão internacional do assassinato de Chico Mendes constituiu-se em um divisor de águas sobre o modelo de desenvolvimento que vinha sendo seguido na Amazônia. A realização da Rio 92 colocou a questão ambiental da região na agenda mundial, no qual a redução dos desmatamentos e queimadas passou a ser cobrada em todos os fóruns internacionais.

Em 1998, o Estado de Mato Grosso tornou-se o maior produtor de algodão do país e em 2000 de soja; em 2007, segundo maior de milho, sem falar de outras atividades. A pecuária na Amazônia Legal alcança a cifra de 77 milhões de cabeças, representando 36% do rebanho nacional. O saldo positivo da questão ambiental na Amazônia foi chamar a atenção para as frutas regionais que antes tinham consumo local e restrito ao período da safra foi estendido para o ano inteiro decorrente do beneficiamento e com exportações para outros Estados e para o exterior. Entre

as frutas destacam-se o açaí, pupunha, cupuaçu, bacuri e castanha-do-pará e, entre as hortaliças, o jambu despontou como nova iguaria amazônica.

A extração madeireira, a pecuária e a soja passaram a ser considerados como os grandes vilões dos desmatamentos e queimadas na Amazônia, impulsionada pelo crescimento do mercado. Os consumidores locais, nacionais e externos têm uma parcela de culpa no atual quadro de destruição ambiental. A violência no campo, com o assassinato de lideranças rurais, passa a constituir em manchetes na mídia mundial, agilizada pela internet a partir da segunda metade da década de 1990.

Em termos de avanço tecnológico, a entrada da motosserra no início da década de 1970 aumentou a produtividade da mão de obra no desmatamento em 700% e da extração madeireira em 3.400%. Grandes obras, como a abertura da rodovia Transamazônica (1972), a inauguração da Hidrelétrica de Tucuruí (1984), a ponte sobre o Rio Guamá (inaugurada pelo presidente Fernando Henrique Cardoso em 2001) e da ponte sobre o Rio Negro (inaugurada pela presidenta Dilma Rousseff em 2011), atestam a modernidade na Amazônia. Comprova-se que não existem desafios para as grandes obras de engenharia enquanto prevalecem as dificuldades para superar os problemas da pobreza, da educação, da saúde, da tecnologia agrícola e ambiental, muitas ainda utilizando tecnologias neolíticas ou do século 19.

A Amazônia utilizou diversos sistemas de uso da terra ao longo dos últimos quatro séculos, sobretudo, pela experiência das últimas cinco décadas, que tem sido pontuada com grandes custos sociais e ambientais, o que fez com que a região nunca fosse tão questionada e desafiada como no presente. Estar-se-á diante de uma encruzilhada, em que novos desafios científicos e tecnológicos se apresentam para conciliar o desenvolvimento agrícola com a conservação ambiental. A conclusão deste desafio pode ser expressa na seguinte pergunta: dar atenção para 83% da Amazônia com floresta ou para 17% que já foram desmatados? Este texto defende que a proteção da floresta vai depender muito mais de ações concretas para as áreas que já foram desmatadas.

## 2. Da tecnologia indígena ao polo industrial de Manaus

Os resultados de pesquisa são aditivos, associativos e multiplicativos. Isso indica que diversos resultados de pesquisa do passado e do presente podem ser somados, produzindo novas descobertas ou interpretações de fenômenos. Conseguem ser associativos, cujo conjunto de informações tende a produzir novos avanços na fronteira científica e tecnológica. Ou multiplicativos, uma vez que uma descoberta pode desencadear novas interpretações dos resultados anteriores (NASCIMENTO & HOMMA, 1984; HOMMA, 2003a).

Há quatro fontes de origem das tecnologias utilizadas na Amazônia: a dos indígenas, a transplantada pelos imigrantes (nacionais e externos), as transferidas das instituições de pesquisa (nacionais e externas) e da tecnologia autóctone. Da civilização indígena tem-se o produto emblemático da alimentação regional representada pela farinha de mandioca, envolvendo a descoberta e a domesticação dessa planta e o processo de beneficiamento iniciado há 3.500 anos. Dezenas de plantas alimentícias, medicinais, corantes, inseticidas, aromáticas e outras foram identificadas pelos indígenas, cuja presença comprovada na Amazônia data de 11.200 anos (ROOSEVELT et al., 1995). Acrescenta-se o conhecimento sobre a fauna, técnicas de captura e do ecossistema ao seu redor, da cultura, da organização social, entre outros atributos. Por exemplo, o amplo conhecimento sobre as frutas nativas da Amazônia que muitos antropólogos atribuem aos indígenas a domesticação primitiva das castanheiras, pupunheiras e outras espécies vegetais existentes na floresta.

O segundo aspecto diz respeito à transferência de tecnologia proporcionada pelos imigrantes, tanto nacionais como externos que se estabeleceram na Amazônia. Muitas plantas importantes como o cafeeiro, trazida de Caiena por Francisco Melo Palheta em 1727, para Belém, de frutas exóticas (manga, banana, laranja, limão, etc.) trazidas pelos colonizadores portugueses, e pelos imigrantes na época contemporânea (mamão Havaí, melão, noni, etc.). Os imigrantes japoneses introduziram a lavoura de juta que modificaram a economia local, na fase pós-crise da borracha e da economia pré-Zona Franca de Manaus. A juta foi aclimatada por Ryota Oyama, que ocupou as várzeas nos Estados do Amazonas e Pará e a pimenta-do-reino por Makinossuke Ussui, ocupando as áreas de terra firme do Estado do Pará. Essas duas culturas exóticas provenientes de antigas possessões britânicas representou uma vingança com a biopirataria encetada por Henry Alexander Wickham, ao levar 70 mil sementes de seringueira, em 1876, de um produto ativo da economia brasileira. A borracha representava o terceiro produto das exportações brasileiras, vindo logo após o café e algodão. Entre outras contribuições trazidas pelos migrantes destacam-se a expansão da pecuária bovina e bubalina, as técnicas de extração do látex, o cultivo do cafeeiro, das frutas exóticas (bananeira, mangueira, jameiro, mamoeiro, melão, aceroleira, etc.), plantas medicinais, etc. A maior parte da ampliação da fronteira do conhecimento científico até o século 19 se deve aos exploradores estrangeiros interessados em conhecer sobre a flora, a fauna e a geografia da Amazônia.

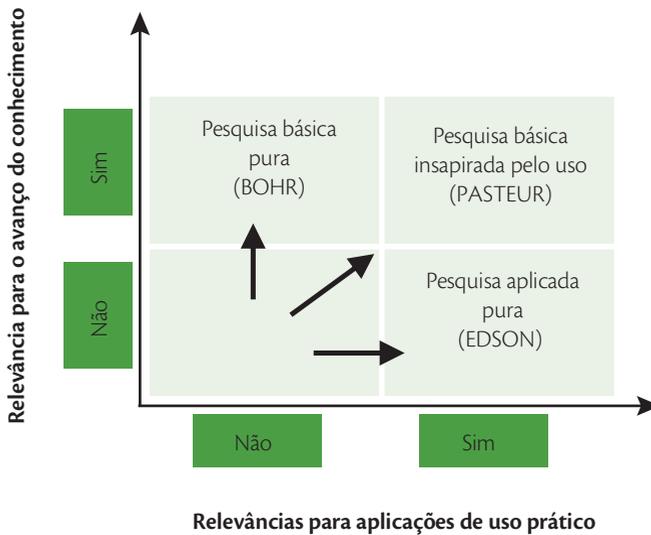
A terceira vertente refere-se à tecnologia gerada por instituições de pesquisa extra-amazônica (nacionais e externas), cujas tecnologias e conhecimentos terminam drenando para a região amazônica, quer através de seminários, feiras e exposições, pesquisadores, extensionistas, técnicos, empresários, agricultores, vendedores de insumos agrícolas. Dessa forma, muitas atividades relacionadas à fruticultura como a castanha-do-pará, coqueiro, açaí, cupuaçu, laranja, cacau, guaraná, abacaxi, agroindústrias de sucos e polpas, palmito, grãos, pecuária, reflorestamento, piscicultura, terminam sendo beneficiadas.

As instituições de pesquisas nacionais fora da Amazônia e do exterior geraram muitas tecnologias que estão sendo utilizadas no reflorestamento (eucalipto, gmelina, *Acacia mangium*, etc.), em plantios mecanizados de soja, algodão, arroz, milho e feijão, pecuária intensiva, laranja, dendêzeiro, entre os principais. A partir do século 20, destaca-se o Projeto Radambrasil, a prospecção por meio de satélites, as descobertas minerais, o entendimento do ecossistema amazônico e dos avanços nas diversas áreas disciplinares.

A quarta origem refere-se à tecnologia gerada pelas instituições locais, correlata com a agricultura, que na Amazônia tem uma história bastante recente. A fundação da Associação Philomática (Amigos da Ciência), em outubro de 1866, pelo mineiro Domingos Soares Ferreira Penna, atual Museu Paraense Emílio Goeldi, seria um contraponto para a busca da pesquisa autóctone, então dominada pelos exploradores estrangeiros. A Companhia Ford Industrial do Brasil, implantada em 1927, em Santarém, por Henry Ford, e o Projeto Jari, implantado em 1968, por Daniel Keith Ludwig, trouxeram inestimáveis resultados para a seringueira e para a silvicultura na Amazônia, respectivamente. Apesar das críticas com relação às multinacionais, essas duas empresas não tiveram lucros financeiros no país.

A partir da fundação do Instituto Agrônomo do Norte (IAN), em 1939, pelo presidente Getúlio Vargas, iniciou-se a geração de tecnologia local, da Escola de Agronomia da Amazônia em 1951, a criação do Inpa em 1954, da Universidade Federal do Pará em 1957, que seria seguido de outras universidades federais e estaduais, a entrada da Ceplac em 1965, como as mais importantes. Ressalta-se que a história do ensino agrícola na Amazônia é bastante antiga e tem origem na Escola Universitária Livre de Manaus (janeiro de 1909), a mais antiga do país, com a criação da Escola Média de Agricultura (fevereiro de 1912), transformada em Escola Agrônoma de Manaus, diplomando a primeira turma de três agrônomos em 1918, que teve entre seus brilhantes alunos Frederico de Menezes Veiga, razão do prêmio máximo concedido pela Embrapa. A criação da Embrapa, em 1973, iria dar real impulso para a geração de tecnologia agrícola na região.

Donald E. Stokes comenta que não são os pesados investimentos na ciência básica, guiada apenas pela curiosidade, capazes de assegurar, por si só, a tecnologia exigida para competir na economia mundial e satisfazer toda gama de necessidades da sociedade (STOKES, 2005). Assim, afirma que o desenvolvimento científico não assume uma relação linear (REBELLO & HOMMA, 2009). Nessa linha, a partir de dois eixos cartesianos, constrói um modelo de quadrantes da pesquisa científica, conforme apresentado na Figura 1. Essa construção evidencia quatro tipos de pesquisa: básica pura; aplicada; básica inspirada pelo uso; e, pesquisa que explora fenômenos particulares sem ter em vista objetivo exploratório e utilização prática dos resultados. O eixo vertical relaciona o projeto de pesquisa à sua relevância como gerador de conhecimento fundamental, aquele que leva a ciência a obter muito mais conhecimentos a partir dele. O eixo horizontal é associado à relevância em termos de aplicações tecnológicas, econômicas ou sociais, imediatas.



**Figura 1** – Modelo de quadrantes da pesquisa científica.

Fonte: Stokes (2005), com adaptações (REBELLO & HOMMA, 2009).

Assim, no quadrante da pesquisa básica, o objetivo é avançar o conhecimento, sem interesse na sua aplicação. O físico dinamarquês Niels Bohr, que estudou a estrutura atômica, representa bem esse quadrante. Seus estudos foram importantes para aplicação de outros cientistas.

O quadrante da pesquisa aplicada, onde a referência é o inventor e empresário norte-americano Thomas Edison, visa, exclusivamente, o uso prático, sem preocupação em avançar o conhecimento. Ele foi um dos inventores mais produtivos, entendia pouco de eletricidade, mas tinha uma ou duas pessoas que o assessoravam nessa área, possibilitando a criação da lâmpada elétrica entre centenas de inventos de uso geral. Sua motivação era inventar e estava pouco interessado em proporcionar avanços ao conhecimento.

O quadrante inferior à esquerda é destinado à pesquisa que visa sistematizar fenômenos particulares, não busca atingir nenhum dos dois objetivos anteriores, mas tem grande utilidade para algumas pessoas. Determinados pesquisadores fazem trabalhos interessantes sem desejarem avançar o conhecimento e tampouco a aplicação prática. Centrar a pesquisa neste quadrante seria conduzir ao fracasso e sem utilidade para a sociedade.

No quadrante de Louis Pasteur encontram-se as pesquisas estratégicas. Aqui o pesquisador tanto quer entender o mundo quanto quer que esse entendimento tenha aplicação prática.

As pesquisas desse quadrante têm dois objetivos: avançar as fronteiras do conhecimento, mas também possibilitar novas aplicações práticas, ou seja, ele resgata a importância da pesquisa estratégica e de desenvolvimento tecnológico. Pasteur representa esse quadrante por ter aplicado ao extremo seu conhecimento acumulado. Seus estudos na microbiologia, no conhecimento dos micro-organismos, possibilitaram o desenvolvimento de vacinas, contribuíram, também, para o entendimento da fermentação na produção do vinho e da cerveja e aprofundaram os conhecimentos da química orgânica.

Na Amazônia, dada a dimensão de seu atraso (alguns irreversíveis) e dos desafios para minimizar os gargalos produtivos, os custos de produção e o uso eficiente dos recursos naturais precisam ampliar os esforços e investimentos na pesquisa científica e tecnológica na direção dos três quadrantes propostos por Stokes (2005). Há grandes desafios na implantação de uma agricultura tropical para a Amazônia, sobretudo no controle de pragas e doenças: mal-das-folhas (seringueira), *Fusarium* (pimenta-do-reino), vassoura-de-bruxa (cacaueiro e cupuaçuzeiro), cigarrinha-das-pastagens, a *Hypsipyla grandella* (Zeller), afetando a ponteira-do-mogno, amarelecimento fatal do dendezeiro, entre os principais, com implicações para o desenvolvimento econômico.

É urgente promover uma revolução científica e tecnológica na Amazônia para se alcançar um desenvolvimento adequado para a região. A sociedade brasileira mostrou que tem essa capacidade em diversos momentos, a primeira, em 1953, quando foi criada a Petrobras, pelo presidente Getúlio Vargas. O Brasil alcançou a autossuficiência do petróleo em 2009 e desenvolveu a tecnologia para exploração em águas profundas, culminando com a descoberta do pré-sal, em 2006. Em 1969 foi criada a Embraer, pelo presidente Artur da Costa e Silva, e o país passou a exportar aeronaves para o mundo; em 1973 foi criada a Embrapa pelo presidente Emílio Garrastazu Médici que, em colaboração com outros centros de pesquisa e ensino agrícola, geraram a tecnologia de ocupação nos cerrados; em 1976, durante o governo do presidente Ernesto Geisel foi desenvolvida a tecnologia do carro movido a álcool e a produção de álcool de cana-de-açúcar em grande escala (BECKER, 2010). Poder-se-ia pensar em um modelo fabril de produtividade científica e avaliação administrativa (VALSINER, 2005), adotando procedimentos tayloristas<sup>3</sup> e de fordismo<sup>4</sup>, sem vetar a criatividade dos pesquisadores, no qual os resultados podem ser pré-fixados.

Há necessidade, portanto, de fazer uma quinta revolução tecnológica sobre a Amazônia. Para isso, é imprescindível ampliar a capacidade de geração de tecnologia. Em 2010, o governo federal investiu, em nível nacional, cerca de R\$ 60.895,5 milhões em ciência e tecnologia, correspondendo a 1,16 % do PIB. Em 2010, os recursos dos governos estaduais para ciência e tecnologia na Amazônia

3 Método proposto por Frederick Winslow Taylor para racionalizar a produção e possibilitar o aumento da produtividade do trabalho "economizando tempo", suprimindo gestos desnecessários e comportamentos supérfluos no interior do processo produtivo.

4 Princípios da produção em massa adotados por Henry Ford, criando a linha de montagem e o conceito de posto de trabalho.

Legal somaram o montante de R\$ 610 milhões, representando 5,99% do total nacional. Quanto aos recursos federais aplicados em ciência e tecnologia é bastante complexa a sua estimativa, pois muitos centros de pesquisa (unidades da Embrapa, Instituto de Pesquisa Evandro Chagas, etc.), instituições de pesquisa (Inpa, Museu Paraense Emílio Goeldi, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Inpe, Instituto Leônidas e Maria Deane, etc.), universidades federais, tem uma abrangência regional, sem mencionar os editais de pesquisa, convênios internacionais, entre outros.

Se aplicar o mesmo percentual do PIB nacional para C&T para a Região Amazônica, verificar-se-ia que teria que investir mais de R\$ 3,3 bilhões por ano. Este valor seria equivalente à metade do que o Estado de São Paulo investe em ciência e tecnologia, ou 10% do total nacional.

Em julho de 2012 haviam 5.485 doutores cadastrados para ensino e pesquisa na Plataforma Lattes na Amazônia Legal, para uma população de 96.493 doutores no país para todas as atividades, o que representa 5,68%, para uma região que concentra 12,9% da população do país. Em 2011, o Brasil graduou 12.134 doutores e 34.367 mestrados, indicando que o número de doutores na Amazônia Legal constitui a safra de um semestre e inferior ao contingente de professores da Universidade de São Paulo (7.533 doutores). Há uma assimetria tecnológica com relação às Regiões Sudeste e Sul, necessitando duplicar o número de doutores e de investimentos em C&T na Amazônia. Ressalta-se que a atual estrutura de C&T na Amazônia não tem condições de comportar essa magnitude de investimentos no momento, que precisa ser gradativo, uma vez que apresenta limites físicos e gerenciais. A criação da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa) e da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa) sinaliza mudança neste sentido. Há necessidade de criar novos centros de pesquisa agrícola em Santarém, Marabá e Imperatriz, bem como novas universidades federais, uma vez que com os recursos humanos disponíveis não adianta efetuar programas de transversalidade ou cooperação, pois estão no limite de sua capacidade. A criação da cidade universitária da Universidade Estadual do Amazonas (UEA), no município de Iranduba, anunciado pelo governador Omar Aziz (julho de 2012), constitui um investimento sem precedentes na Amazônia. Está se discutindo muito sobre C&T, apenas no contexto de colocar mais verbas e doutores, mas não existe um projeto ou programa sobre a Amazônia (ABC, 2008). Cabe destacar o esforço de interiorização efetuado pelas universidades, tanto as federais, estaduais e privadas, ao contrário da Embrapa, que tem sido tímida neste sentido. O custo social da falta de um agressivo sistema de pesquisa agrícola e de extensão rural voltado para a realidade amazônica é bastante elevado e pode ser traduzido pela destruição dos recursos naturais até o momento.

Já se passou o tempo de empinar uma pipa e descobrir o pararraios, como fizeram Benjamin Franklin (1753), Edward Jenner (1796–variola), Louis Jacques Mandé Daguerre (1837–filme fotográfico), Alexander Fleming (1921–penicilina) e outros decorrentes do acaso. Isto não exclui

as descobertas acidentais na ciência denominada de serendipismo ou serenditipidade, que constituem a razão de muitas descobertas nas últimas décadas: viagra, bloco de notas post-it, celofane, velcro, etc. O desafio contemporâneo seria resolver os problemas que são visíveis e superar a falta de pessoal qualificado, de maiores investimentos, da atmosfera científica competitiva, etc.

A oferta de C&T apresenta-se restrita na Amazônia, estar-se-á ainda assistindo o drama da “carroça estar na frente dos bois”. Isso aconteceu na implantação de grandes projetos agropecuários da Sudam, na colonização da Transamazônica, nos projetos de assentamentos no sul do Pará, construção das hidrelétricas, conflito de políticas públicas, entre outros. Os resultados de C&T ainda não deram o grande choque que a região está aguardando há décadas, e que uma grande parcela da destruição dos recursos naturais da Amazônia decorre desta fraqueza.

### 3. Agricultura na Amazônia: qual a importância da ciência e tecnologia?

Defende-se a importância de desenvolver uma agricultura mais sustentável e gerar renda e emprego na região Amazônica. A questão ambiental na Amazônia precisa sair da fantasia<sup>5</sup>, procurar o pragmatismo, buscar resultados concretos ao invés do culto ao atraso, e de atender os interesses de determinadas ONGs, de instituições internacionais e de países desenvolvidos. Entende-se que a reduzida oferta de tecnologias agrícolas e ambientais, associada ao baixo nível de capital social, tem sido a causa e o efeito das atividades altamente dependentes da depredação dos recursos naturais na Amazônia. As pragas e doenças que afetam os cultivos na região constituem-se grandes desafios atuais e futuros.

A agropecuária na Amazônia, nas últimas quatro décadas, tem sido bastante criticada como a grande causadora dos desmatamentos e queimadas. A partir da década de 1960, quando se iniciou a abertura dos grandes eixos rodoviários, a civilização das várzeas foi suplantada pela civilização da terra firme, com a ocupação nas margens das estradas. Milhares de famílias se deslocaram em direção à Amazônia movida por sonhos e esperanças decorrentes da pobreza, da falta de terras e de alternativas econômicas nos seus locais de origem, para trabalharem na agricultura e em obras de infraestrutura.

---

5 “Vamos propor um novo paradigma de crescimento que não pareça etéreo e fantasioso. Ninguém aceita discutir a fantasia. Eu tenho que explicar para as pessoas como é que elas vão comer. (BRASIL, 2012)”. Discurso da Presidenta Dilma Rousseff no Fórum Brasileiro sobre Mudanças Climáticas, no dia 4 de abril de 2012, em Brasília.

É urgente garantir um fluxo de descobertas de C&T concretas para desenvolver uma agricultura mais sustentável, aliando o fornecimento de matéria prima e geração de renda com a conservação e a preservação da Amazônia. O primeiro desafio, nesse sentido, refere-se à forma de se manter a “primeira natureza” (representada pela floresta original) intacta. O segundo desafio é o de transformar a “segunda natureza” (representada pelas áreas desmatadas) em uma “terceira natureza” com atividades produtivas mais adequadas. O terceiro é o de recuperar ecossistemas que não deveriam ter sido destruídos (COSTA, 2005; HOMMA, 2005; 2010; 2011).

O desafio do desenvolvimento da Amazônia não reside somente em estancar a sangria do desmatamento crônico, mas em transformar a curva decrescente da cobertura florestal e o de encontrar formas rápidas e econômicas de recomposição das Áreas de Reserva Legal (ARL) e de Preservação Permanente (APP). A contribuição da Amazônia Legal no PIB nacional é inferior a 8%, vivem 24,8 milhões de habitantes, representando 12,9% da população brasileira, a maior parte vivendo em cidades e em realidade de serviços públicos muito abaixo da média do país.

Ao se abordar a questão da sustentabilidade, parte do debate acadêmico, ONGs, empresários, instituições internacionais e de países desenvolvidos enfatizam a importância dos green products (couro vegetal, camisinha de látex de borracha extrativa, etc.), da venda de créditos de carbono, produtos orgânicos, produtos certificados, pagamentos por serviços ambientais, entre outras medidas (CARRASCO, 2007; FIUZA, 2008). Algumas dessas concepções estão ganhando relevância nas discussões internacionais, sobretudo do Reduce Emissions for Deforestation and Degradation (REDD), que prevê o pagamento para não desflorestar, envolvendo a mercantilização do carbono. Porém, há limitações da economia extrativa, que é à base de muitas dessas propostas ou das tentativas de democratização dos green products, pois o aumento da oferta de serviços ambientais provocaria a queda dos preços no longo prazo (COSTA, 2010). Nesse raciocínio, a mudança de paradigma ocorreria a partir de valores pessoais somados a incentivos e mecanismos externos à atividade produtiva local ou regional.

São listadas algumas categorias de produtos que têm potencial de mercado, que podem ser importantes para promover o desenvolvimento da Amazônia e, ao mesmo tempo, retirar incentivos aos desmatamentos e queimadas. Algumas das alternativas apresentadas não têm volume e valor de produção em níveis comparáveis aos cultivos líderes da agricultura brasileira. A modificação da base tecnológica constitui em alternativas importantes para o aumento da renda de um grande número de agricultores e podem ser a base de agroindústrias necessárias ao desenvolvimento local e regional (REZENDE, 2005; FERRO & KASSOUF, 2005; NAVARRO & PEDROSO, 2011).

### 3.1. Política de substituição de importações

Vários produtos da Amazônia (cacau, borracha, guaraná) e produtos exóticos com potencialidade de cultivo na região, como o dendê e a juta, são adquiridos, em grande escala, tanto de outras áreas do país quanto do exterior. Devido ao tamanho da área já desmatada e da disponibilidade de tecnologias e mão de obra, tal situação reflete a falta de políticas para a produção.

Por outro lado, é um equívoco a falta de integração da política ambiental com uma política produtiva para a agricultura na Amazônia. Isso decorre da ausência de ações que procurem incorporar áreas alteradas na mesma velocidade da redução do desmatamento. A Amazônia tem sido prejudicada pela perda de competitividade de produtos da sua biodiversidade, como ocorreu com a cinchona, o cacau, a borracha, o guaraná, a pupunha, levados para outras partes do país e do mundo. Outras culturas exóticas, que tiveram seu desenvolvimento inicial no Estado do Pará, como o cafeeiro, perdeu a competitividade, mas ganhou importância nos programas de colonização encetados a partir da década de 1970, nas margens da rodovia Transamazônica (Pará) e em Rondônia.

O movimento inverso, ou seja, de cultivos exógenos à região, também ocorre. É exemplo a expansão da pecuária, da soja e do algodão (Mato Grosso), do dendezeiro (Pará) e do coqueiro (maior plantio do país). O Estado do Pará, em 2010, exportou mais de UR\$ 600 milhões somente de boi vivo, enquanto a Amazônia Legal tem quase um quinto das exportações brasileiras de pescado, além da madeira de floresta nativa, todos com baixa agregação de valor e de forma insustentável.

Para muitos produtos, a contribuição da agricultura na Amazônia tem peso relevante em nível nacional (soja, algodão, bovinos, bubalinos, cacau, banana, abacaxi, café, arroz, milho, reflorestamento, etc.), sem mencionar àqueles que são típicos da região (pimenta-do-reino, bubalinos, castanha-do-pará, açaí, guaraná, pescado, etc.). Todas apresentam grande potencial, principalmente, tendo-se em conta o que possibilitam as áreas já desmatadas e as perspectivas de mercado.

A partir de 1951, o Brasil iniciou a importação de borracha vegetal, mercado que, atualmente, depende da importação de 70% do consumo nacional. Em 1990, a produção de borracha obtida de plantios superou a borracha extrativa. No triênio 2008/2010, a participação da borracha extrativa representava apenas 1,64% do total da produção de borracha natural do país. A produção de borracha vegetal, a despeito de planos como o Prohevea (1967), Probor I (1972), Probor II (1977) e Probor III (1981), foram um fracasso e mecanismo de corrupção (HOMMA, 2012).

Em 2010, o Brasil bateu o recorde de importação de borracha natural, atingindo a marca de US\$ 790,4 milhões (260,8 mil toneladas) contra US\$ 283 milhões (161,3 mil toneladas) no ano anterior; aumento de 179,3%. Para não ter de importar, seriam necessários 300 mil ha de seringueiras em idade de corte, o que poderia gerar emprego e renda para 150 mil famílias de agricultores familiares.

A Índia, a China e o Vietnã conseguiram aumentar a produção de borracha vegetal num curto período, enquanto o Brasil produz pouco mais de 200 mil toneladas, destacando-se os Estados de São Paulo, Bahia e Mato Grosso, cuja produção ocorre por cultivos e não por extrativismo.

A efetivação de um Plano Nacional da Borracha é mais do que urgente, considerando o risco do aparecimento do mal-das-folhas no Sudeste asiático, por razões acidentais ou de bioterrorismo, do esgotamento das reservas petrolíferas e por ser um produto estratégico da indústria mundial (DAVIS, 1997). A proposta de criação da Embrapa Seringueira, sugerida em fevereiro de 2012, com sede em São Paulo, numa modalidade de parceria-público-privada, pode ser importante apoio tecnológico para a expansão dessa cultura.

O cacau é outro exemplo clássico de que as regras do mercado se opõem ao extrativismo. O ciclo do extrativismo e do plantio semidomesticado do cacau foi a primeira atividade econômica na Amazônia que perdurou até a época da Independência do Brasil, quando foi suplantado pelos plantios da Bahia. O cacau foi levado em 1746 para o município de Canavieiras, Bahia. Da Bahia, o cacau foi levado para a África e Ásia, transformando-se em principal atividade econômica em diversos países desses continentes. Com a entrada da vassoura-de-bruxa nos cacauais da Bahia, em 1989, a produção decresceu do máximo alcançado em 1986, de 460 mil toneladas de amêndoas secas, para o nível mais baixo, em 2003, com 170 mil toneladas. A partir de 2003 teve início à recuperação, com as técnicas de enxertia de copa, atingindo-se 196 mil toneladas em 2004 e 235.389 toneladas em 2010.

A despeito da existência de 108 mil hectares de cacau plantados no Estado do Pará, 32 mil hectares em Rondônia, 8 mil hectares no Amazonas e mais de um mil hectares em Mato Grosso essa cultura não tem recebido a devida atenção por parte de planejadores agrícolas. No triênio 2008/2010, quase 65 mil toneladas de amêndoa de cacau foram importadas somando mais de 159 milhões de dólares, equivalente a 1/3 da produção brasileira de cacau. Isso indica a necessidade de duplicar a área plantada, sobretudo nos Estados do Pará e Rondônia, nos próximos cinco anos, gerando renda e emprego, sobretudo para a agricultura familiar, promovendo a recuperação de áreas alteradas mesmo com crises cíclicas de preços. A falta de mão de obra rural que se verifica em alguns Estados da Amazônia, precisa ser suplantada com o uso da mecanização agrícola, indicando nova vertente de pesquisa que precisa ser desencadeada.

O dendezeiro é um exemplo de cultivo de grande potencial como alimento e para agroenergia. As oportunidades que se apresentam para a lavoura de biomassa, como substitutos para a gasolina e o óleo diesel, colocam a agricultura nacional como privilegiada no desenvolvimento de culturas agroenergéticas. Considerando as possibilidades do dendezeiro é possível cultivar uma área equivalente à da Malásia, com mais de cinco milhões de hectares, conforme estudos de zoneamento ecológico-econômico realizado (RAMALHO FILHO et al., 2010; SOUZA, 2010). O

dendezeiro supera a soja pelo fato de ser cultivo perene e com produtividade dez vezes superior de óleo. A atual produção brasileira de óleo de dendê é bastante reduzida sendo inferior a de países como Colômbia e Equador, abastecendo apenas 1/3 do consumo aparente para fins nobres (margarina, sabonetes etc.), indicando a necessidade de duplicar a atual área plantada de 126 mil hectares (março 2012) no Estado do Pará. No momento verifica um grande dinamismo decorrente do lançamento do programa de expansão de dendezeiro em 2010, com previsão de atingir 350 mil hectares nos próximos anos. Como biocombustível, considerando a mistura de 5% seria necessário mais de 500 mil hectares, sem considerar o uso em 2010, de óleo de soja (82,2%) e de sebo bovino (13,0%). Dai o enfoque equivocado da Petrobrás Biocombustível em priorizar as exportações quando existe uma grande demanda nacional. O risco reside na substituição de áreas de agricultura familiar para o plantio dessa cultura, expulsando para outros locais e do aparecimento de pragas e doenças.

Juta e malva são outros exemplos. Em 2011 o Brasil importou mais de 21 milhões de dólares de fibra bruta e sacaria de juta da Índia e Bangladesh, totalizando 16 mil toneladas. A lavoura de juta foi introduzida na Amazônia pelos imigrantes japoneses em Parintins, após aclimação efetuada pelo colono japonês Ryota Oyama, em 1934, iniciando a produção comercial em 1937. Com a introdução da juta ocorreu a valorização da malva que era uma planta daninha que ocorria em grande intensidade no Nordeste Paraense, a qual passou a ocupar o lugar da juta nas áreas de várzeas a partir de 1971, passando a dominar a produção. Para o país atingir a autossuficiência é preciso duplicar a atual produção concentrada no Estado do Amazonas para atingir 25 mil a 30 mil toneladas de fibra, envolvendo 10 mil a 15 mil agricultores (HOMMA et al, 2011). Há, também, um crescente interesse do uso da juta e malva para a substituição de embalagens plásticas.

O cultivo da pimenta-do-reino, uma especiaria exótica, é outro exemplo da combinação de tecnificação com afinidades dos agricultores. A produção expandiu a partir da década de 1950 com os plantios dos imigrantes japoneses em Tomé-Açu/PA, levando o Brasil a autossuficiência em 1956. A lavoura de pimenta-do-reino iniciou a fase da agricultura na Amazônia, com o uso de fertilizantes químicos e tratores.

O levantamento do Censo Agropecuário 2006 mostrou que os pequenos plantios de até dois hectares representam 72% das propriedades, com 38% da área com pimenteiros e respondem por 52% da produção. Os agricultores familiares têm maior capacidade de resistir a crises de preços do mercado internacional de pimenta-do-reino e dos altos custos dos insumos, decorrente do uso de mão de obra familiar, do menor uso de fertilizantes e de equipamentos. A venda da pimenta-do-reino faz parte da estratégia de sobrevivência de mais de 10 mil famílias de agricultores familiares no Estado do Pará, sendo um passo inicial para a implantação de sistemas agroflorestais.

### 3.2. Fruteiras nativas da Amazônia

Um dos impactos mais visíveis da questão ambiental na Amazônia, desencadeado pós-assassinato de Chico Mendes, foi dar visibilidade às frutas amazônicas como açaí, cupuaçu, bacuri, pupunha, taperebá, tucumã, uxi, bacaba que antes tinham consumo local e restrito à época da safra de três a quatro meses. Com o crescimento do mercado nacional e internacional foram aperfeiçoadas técnicas de beneficiamento e armazenamento, fazendo com que o consumo ocorra durante o ano. É fato que outras frutas cultivadas no país também tiveram grande crescimento como abacaxi, laranja, banana, maracujá, acerola, mangostão, rambutã, entre as principais (HOMMA, 2009; 2012), resultado da mudança de hábitos da população que afetam, também, o consumo de produtos nativos.

As áreas de ocorrência de açazeiros no Estado do Pará, a partir da década de 1970, sofreram grandes derrubadas para extração do palmito, o que levou o Governo Geisel (1974-79) a assinar a Lei 6.576/1978, proibindo a sua derrubada, ato que não obteve êxito. A valorização do fruto, a partir da década de 1990, teve efeito positivo sobre a conservação de açazeiros. Os açazeiros, cuja localização permitia o transporte de frutos por um dia para os locais de beneficiamento deixaram de ser derrubados para a extração de palmito (NOGUEIRA & HOMMA, 1998).

Apesar da existência de um milhão de hectares onde se verifica a presença de açazeiros nativos na foz do rio Amazonas, nos quais, mediante manejo, a densidade poderia ser aumentada, a sua transformação em floresta oligárquica esconde riscos ambientais refletindo para a flora e a fauna. Estimam-se em 80 mil hectares a área de ecossistemas das várzeas que foram transformados em bosques homogêneos de açazeiros, sujeitas a inundações diárias. É necessário que os plantios de açazeiros sejam dirigidos para as áreas desmatadas de terra firme e para áreas que não deveriam ter sido desmatadas. O plantio em áreas de terra firme seria passível de adubação e da colheita semi mecanizada, bastante difícil para as áreas de várzeas. Isso evitaria o penoso trabalho dos trepadores de açazeiros.

O plantio irrigado em áreas de terra firme e o zoneamento climático poderão ampliar a obtenção de fruto de açaí para diferentes épocas do ano e reduzir os preços para os consumidores locais, que chegou a R\$ 24,00/litro em 2008, provocando uma exclusão social de um produto alimentício das classes menos favorecidas. A estimativa é que seja possível expandir os plantios de açazeiros em áreas de terra firme para mais de 50 mil hectares com mercado assegurado. Em 2004 a Embrapa Amazônia Oriental lançou a cultivar BRS Pará com ampla aceitação no setor produtivo, sobretudo nas áreas de terra firme.

Sobre a castanha-do-pará, atualmente a Bolívia é o maior produtor mundial, contando com uma planta industrial da Tahuamanu SA, considerada a indústria de beneficiamento mais moderna do

mundo. Uma parte da produção brasileira de castanha-do-pará está sendo exportada ou desviada para a Bolívia. A capacidade da oferta extrativa do Brasil, Bolívia e Peru apresentam limitações, sendo a produção mundial constante há seis décadas. Há necessidade de ampliar a oferta mediante plantios (HOMMA & MENEZES, 2008). Os estoques de castanheiras no Sudeste Paraense foram substituídos por pastagens, projetos de assentamentos, extração madeireira, mineração, expansão urbana, etc. No final da década de 1970, a Embrapa Amazônia Oriental dominou a tecnologia de produção de mudas e de enxertia. Seria possível expandir para 100 mil hectares, para recompor Áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente e com mercado assegurado, da mesma forma que o açaizeiro. Toda a atual produção extrativa, espalhada em mais de um milhão de hectares poderia ser obtida em apenas 20 mil hectares cultivados.

O cupuaçuzeiro é outro exemplo emblemático do potencial de plantas nativas da Amazônia. A oferta de cupuaçu nativo está em declínio na região de Marabá, decorrente da baixa densidade na floresta, destruição dos ecossistemas para o plantio de roças, pastagens e da obtenção de frutos mediante cultivo em tempo relativamente curto, o que induziu a expansão dos plantios. O maior perigo do desmatamento das áreas de ocorrência de cupuaçuzeiros nativos é a destruição de material genético que pode ser importante para programas de melhoramento. A estimativa é que existem 25 mil hectares plantados de cupuaçuzeiros na Amazônia e há necessidade do desenvolvimento de novas alternativas, como a implantação de indústria de bombons e cosméticos. As amêndoas de cupuaçu apresentam grandes possibilidades para a indústria de fármacos e cosméticos e, principalmente, para a produção de chocolate de cupuaçu (cupulate patenteada pela Embrapa Amazônia Oriental em 1990). Desde 2002 a Embrapa Amazônia Oriental tem lançado cultivares e, em 2012 inclusive com maior tolerância à vassoura-de-bruxa e, ao mesmo tempo, tendo alta produtividade.

O bacuri é outra fruta cujo consumo está em ascensão. O bacurizeiro é uma das poucas espécies arbóreas amazônicas de grande porte que apresenta estratégias de reprodução por sementes e por brotações oriundas de raízes. Nos locais de ocorrência natural, que se estende da ilha de Marajó até a faixa costeira do Pará e do Maranhão, adentrando no Piauí, a densidade de bacurizeiros em início de regeneração alcança a expressiva marca de 40 mil indivíduos/hectare. Este aspecto o torna uma importante alternativa para promover a recuperação de mais de 50 mil hectares de áreas degradadas, para recompor Áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente, mediante seu manejo ou efetuando plantios racionais. O manejo consiste em privilegiar as brotações mais vigorosas que nascem nos roçados abandonados colocando no espaçamento adequado e a primeira produção de frutos ocorre entre cinco e sete anos (HOMMA et al., 2010).

Com o crescimento do mercado de frutas amazônicas, que antes tinha consumo local e restrito ao período da safra, a polpa de bacuri tornou-se a mais cara, atingindo R\$ 32,00/kg e sem condições

de atender sequer o mercado local. Isto fez com que a pressão da demanda fosse sentida nas áreas de ocorrência, induzindo o manejo desses rebrotamentos e, também, o estabelecimento de plantios por agricultores nipo-paraenses. Portanto, há mercado potencial e capacidade produtiva. O aproveitamento dos rebrotamentos de bacurizeiros e o desenvolvimento de plantios constituem solução local para resolver um problema ambiental, além da geração de renda. O palmito de pupunheira e o uxizeiro são outros potenciais cultivos a serem ampliados na região.

### 3.3. Outras plantas da biodiversidade amazônica

Discute-se muito sobre o potencial da biodiversidade regional, na crença da obtenção de extratos de plantas, animais ou micro-organismos com os quais seria possível a cura de diversos males contemporâneos (CROSBY, 1993; ACADEMIA ..., 2008). Na outra vertente enquadram-se a obtenção de corantes, inseticidas naturais e essências aromáticas, para substituir produtos sintéticos, entre outros. A partir da década de 1990 surgiram diversos cosméticos utilizando plantas da biodiversidade amazônica. A grande questão é se esses novos produtos vão ser tão populares como o Leite de Rosas desenvolvido pelo seringalista amazonense Francisco Olympio de Oliveira em 1929 e do Leite de Colônia desenvolvido pelo médico, farmacêutico e advogado Arthur Studart, em 1960, no Rio de Janeiro.

A criação de novos mercados dos produtos da biodiversidade amazônica consiste em sair da abstração e aproveitar as plantas e animais da biodiversidade do passado, do presente e investir em novas descobertas. Por outro lado, não seguem esse caminho as megapropostas de mecanismos como Parques Tecnológicos em curso na Amazônia e a criação do Centro de Biotecnologia da Amazônia, em 2002, em Manaus.

A exportação de óleo essencial do pau-rosa, outra riqueza do Amazonas e Pará chegou ao máximo de 444 t, em 1951. A média do triênio 2009/2011 foi pouco mais de 8 t e o custo do óleo essencial por volta de US\$ 129/kg. Para produzir a quantidade máxima exportada o cultivo deveria ter-se iniciado há cerca de 20 a 30 anos, permitindo o corte de 30 mil árvores/ano, gerando divisas da ordem de 74 milhões de dólares anuais. A sua verticalização na região constitui alternativa na formação de um polo floro-xilo-químico para a produção de óleos essenciais para perfumaria, cosméticos e fármacos na Amazônia (HOMMA, 2003b).

O timbó foi muito utilizado como inseticida natural antes do advento dos inseticidas sintéticos, desapareceu e está retornando a sua importância para a agricultura orgânica. Antes da II Guerra Mundial os Estados do Amazonas e Pará eram grandes exportadores de raiz de timbó, que era utilizada como inseticida. A descoberta da utilização do DDT, em 1939, para controle de insetos transmissores de doenças reduziu o mercado de inseticidas naturais. O lançamento do livro "A Primavera Silenciosa" de Rachel Louise Carson (1907-1964), em 1962, tornou evidente os riscos

do uso indiscriminado de inseticidas sintéticos na agricultura. Com isso, cresceu a importância de inseticidas orgânicos, aumentando o interesse por plantas inseticidas, como o timbó, o neen, o fumo, entre outros. É um mercado potencial para agricultura orgânica e para a recuperação de áreas degradadas por ser leguminosa, com capacidade de fixar o nitrogênio do ar em simbiose com bactérias nas raízes. O timbó é exemplo de uma planta que foi amplamente cultivada no Sudeste Asiático, Japão, Porto Rico e Peru, com seleção de variedades, posteriormente perdidas, necessitando novo recomeço (HOMMA, 2004).

Andirobeira e copaibeira são outros exemplos de possibilidade de cultivos. Já existem diversos plantios de andirobeira combinando com cultivos de cacauzeiros, integrando sistemas agroflorestais nos municípios de Tomé-Açu e Acará. Como o período de colheita é coincidente, o aproveitamento tem sido efetuado em favor do cacau, que é mais lucrativo. Há necessidade de desenvolvimento de máquinas para a retirada das cascas após o cozimento que é bastante trabalhosa. O potencial extrativo é grande, necessitando da organização de comunidades, bem como incentivar o beneficiamento e a comercialização. As opções do plantio da andirobeira para produção madeireira e fruto como subproduto nas áreas já desmatadas constituem alternativas que precisam ser consideradas.

A lista de outras oportunidades seria extensa e, pelas limitações de espaço, apenas se mencionam outras plantas como: urucum, jaborandi, jambu, camú-camú, patauá, baunilha, priprioça, breu-branco, patchuli, cubiu, buriti, taperebá, tucumã, bromélias e orquídeas, muitas delas com plantios comerciais e, inclusive, para exportação. É necessário que a passagem de processos de extrativismo para domesticação considere a inserção de agricultores familiares para se evitar o ocorrido em Barra do Corda, Maranhão, que a partir de 2002, com o plantio realizado pela Merck, tornou-se autossuficiente desagregando o segmento de extrativistas do jaborandi.

Especialmente para muitos produtos extrativos, não se pode esquecer que, por razões de crescimento de mercado, é necessário, em alguns casos, investir na padronização, devido à diversidade de espécies e suas características como cor, densidade e composição diferenciadas. Também é fato que a silvicultura, tanto para extração da madeira quanto de resinas, óleos e outros produtos, necessita investimentos de longo prazo e incentivos à comercialização, além do necessário desincentivo à produção por desmatamento.

### 3.4. Piscicultura, pecuária e agricultura: que caminhos seguir?

A partir da década de 1960 o país iniciou uma grande expansão da avicultura e a produção de carne de frango suplantou a da carne bovina em 2003 a 2006 e a partir de 2009, com menor impacto ambiental em comparação com a pecuária. O país tornou-se o maior exportador de frangos e de carne bovina, destinando 30% e 20%, respectivamente, da produção nacional.

O desmatamento da Amazônia teria sido muito maior se a produção de frango não tivesse alcançado esta magnitude.

O mesmo não ocorre com a pesca, onde 73% da produção nacional é de origem extrativa e 27% proveniente de criatórios. Em nível mundial, essa proporção é 50% entre extrativa e aquicultura. Deve-se ressaltar que nossa produção de pescado não atinge 10% do que é produzido de carne bovina ou de frango, em um contexto em que o país é ainda importador de pescados. Para ser competitivo o caminho correto para pescados, da mesma forma que foi para aves, é o aumento de criação em lugar da superexploração pela pesca. A disponibilidade de água na Amazônia permite comparar a piscicultura com a pecuária de corte, desde que sejam viabilizados investimentos em criatórios de peixes amazônicos com vistas ao abastecimento interno e também à sua exportação.

Muitas pessoas são contra a atividade pecuária na Amazônia. Mas não se pode esquecer que as pastagens representam a maior forma de uso da terra na região. Cerca de 51 milhões de hectares, representando 70% da área desmatada são de pastagens em diferentes estágios de degradação. Trata-se de uma pecuária (corte e leite) com grande heterogeneidade tecnológica, tanto do rebanho como das pastagens. Há criadores utilizando as técnicas mais modernas de criação bovina que contrasta com a grande maioria de agricultores familiares produzindo 3 litros leite/vaca/dia. É regra usar a taxa de lotação (cabeças por hectare) como sendo sinônimo de produtividade. Deve-se substituí-la multiplicando-se a taxa de lotação pelo desempenho animal (ganho de peso). Outro equívoco é sustentar que a pecuária é um setor de baixa tecnologia, que cresce prioritariamente à custa da expansão da área de pastagem (MARTHA JÚNIOR, 2012). Desenvolver uma nova pecuária na Amazônia, passa pela sua intensificação e redução da atual área ocupada pela metade. Isso pode ocorrer com o aumento da produtividade com rebanho e de pastagens de maior qualidade, liberando área para outras atividades produtivas e de regeneração. A título de comparação, os Estados Unidos, tendo a metade do rebanho brasileiro, produz 50% a mais do que a produção de carne do Brasil.

Quanto à agricultura tradicional, surge sempre a questão de como fica o mercado para os grãos na Amazônia Legal. Um terço da produção brasileira de soja é da Amazônia Legal. Isto enseja críticas internacionais com relação à Amazônia, mas não se pode negligenciar o papel da soja e de outros grãos para a criação de aves, suínos e para a intensificação da pecuária e da implantação de usinas de esmagamento de óleo. Há, certamente, a necessidade de administrar a expansão da cultura de grãos nas áreas alteradas, com a recomposição de Áreas de Reserva Legal e de Áreas de Preservação Permanente, devendo-se promover a verticalização destes produtos na região e evitar a sua expansão na margem esquerda do rio Amazonas. A cultura de grãos tem um efeito positivo ampliando a oferta de insumos (calcário, fertilizantes e implementos agrícolas) reduzindo o custo de recuperação de áreas alteradas.

O reflorestamento também deve ser observado com maior foco de oportunidade e não apenas custo. Segundo a National Academy of Sciences dos Estados Unidos, o mundo consome 67% de madeira proveniente de florestas nativas que tende a decrescer para 50% (2025) e 25% (2050). Dessa forma, algumas políticas recentes no país (Lei 11.284/2006) podem estar na contramão da história, ao propor concessões florestais, quando vários países desenvolvidos e em desenvolvimento estão efetuando reflorestamento em grande escala (KAUPPI et al., 2006). É possível decuplicar a atual área reflorestada e substituir o modelo de extração de florestas nativas, garantindo a oferta de madeira e celulose e promover a verticalização do setor com o incremento da indústria moveleira.

Exceto pela experiência do Projeto Jari, iniciado em 1968, o reflorestamento é ínfimo na Amazônia (335 mil hectares ou 6% do total do país) comparada, por exemplo, com o plantio no Espírito Santo, que tem mais de 200 mil hectares, em 2010, devido à integração com a indústria de papel e celulose e outros usos. A expansão do paricá (árvore madeireira da Amazônia), em plantios comerciais atingiu mais de 60 mil hectares, tendo como foco irradiador o município de Dom Eliseu/PA, partir do final da década de 1990, estimulado pela criação do Centro de Pesquisas do Paricá, em 2003 (MARQUES et al., 2006). Deve-se destacar, no mesmo sentido, o interesse pelo plantio do mogno africano no país, que já atinge um milhão de árvores, quase todas originadas de matrizes introduzidas pela Embrapa Amazônia Oriental na década de 1970. Hoje há mais de 400 agricultores que dedicam ao plantio de mogno africano no país.

## 4. Conclusão

Pode-se verificar que há espaço para o apoio a atividades produtivas que gerem renda a partir do manejo adequado da terra, seja com cultivos da própria região e ou exógenos. Por outro lado, a continuidade da baixa oferta de tecnologia agrícola e ambiental, de baixa adoção de tecnologias e de baixo investimento produtivo tem se mostrado ineficiente para gerar renda e, ao mesmo tempo, manter a floresta em pé.

A geração e a difusão de tecnologias agrícolas e ambientais concretas permitirão o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável para a Amazônia. A hipótese aqui defendida é que a criação de mercados concretos em vez de mercados artificiais (créditos de carbono, REDD, pagamento por serviços ambientais, etc.) pode reduzir os impactos ambientais na Amazônia com dignidade para sua população. A antítese é que o mercado pode induzir a destruição dos recursos naturais como ocorreu com a expansão da pecuária, soja, madeira, pesca, entre os principais. A despeito de as críticas estarem direcionadas para o lado da oferta (agricultores), esta é induzida pela demanda por estes produtos. Dado que os consumidores têm sua

responsabilidade na conservação e na preservação da Amazônia, da mesma forma que outros biomas, a oferta de produtos de qualidade, produzidos com sustentabilidade, é um caminho para que isso se concretize.

Para os agricultores familiares na Amazônia, as perspectivas estão direcionadas, principalmente, para atividades onde há uso mais intenso da mão de obra, sem esquecer a inovação tecnológica. É também necessária a redução de preços dos insumos agrícolas, devido ao alto custo de recuperação das áreas alteradas. A região espera, ainda, alternativas de mecanização agrícola, melhor assistência técnica e incentivos a novos produtos e novos mercados. A redução dos impactos ambientais e estes novos mercados da agricultura amazônica devem ocorrer com a reconversão de 11 milhões de hectares de pastagens degradadas e com parte dos 15 milhões de hectares com vegetação secundária. Somadas elas representam, mais de 26 milhões de hectares. Parte das áreas de vegetação secundária, porém, devem ser poupadas, visando a sua reconversão em floresta no futuro. As grandes empresas na Amazônia teriam um grande papel neste esforço, mas não estão cumprindo o potencial de articulação entre o grande capital, a pequena produção e para o conjunto da população regional.

Para uma região com abundância de terra, o procedimento tecnológico adotado tem sido na utilização do fator mais abundante. Isto tem conduzido ao desmatamento acumulado de mais de 75 milhões de hectares, sobretudo a partir da década de 1970, com a abertura dos grandes eixos rodoviários. Com a questão ambiental, cuja gravidade assume dimensão mundial com o assassinato do líder sindical Chico Mendes, em 22 de dezembro de 1988, o uso da terra, como um bem livre, passa a ser questionado. O atual contexto coloca a posse das propriedades privadas com conceito relativo em face das implicações sociais e ambientais.

Em várias atividades agrícolas, a dificuldade de mecanização, em alguma etapa do processo produtivo, cria nichos de mercado para a agricultura familiar. Pode-se mencionar as lavouras de cacaueteiro, cupuaçueteiro, coqueiro, seringueira, pimenta-do-reino, dendezeiro, taperebazeiro, aceroleira, entre outros, no qual a coleta manual é imprescindível. A redução absoluta da população rural e do uso da fronteira interna já desmatada induz a necessidade de aumentar a produtividade da mão-de-obra e da terra via mecanização e de tecnologias voltadas para a conservação de solos e na recuperação de ecossistemas destruídos.

Comenta-se muito quanto à importância da biodiversidade amazônica como sendo o novo Midas da Amazônia. Trata-se de um discurso abstrato, no qual se esquecem das potencialidades da biodiversidade do passado, do presente e da necessidade de prospectar novas plantas. O aproveitamento de mercado regional para garantir a segurança alimentar, substituição de importações, bem como a mudança do enfoque extrativo para diversos produtos amazônicos (madeira, pesca, seringueira, cacaueteiro, castanheira-do-pará, etc.), têm sido negligenciados. Este

texto procurou apontar algumas oportunidades e caminhos para uma mudança de paradigma, sem deixar de reconhecer outros usos da terra amazônica.

A despeito da exaltação da magnitude da biodiversidade futurística, os grandes mercados e a sobrevivência da população regional ainda vão depender dos atuais produtos tradicionais, representados pela biodiversidade exótica como o rebanho bovino e bubalino, cultivos como cafeeiro, dendezeiro, soja, milho, algodão, pimenta-do-reino, bananeira, juta, coqueiro, laranjeira, entre os principais. A biodiversidade nativa ainda não ocupou parte relevante do seu potencial, que pode aliar a preservação ambiental, renda e qualidade de vida para os agricultores da Amazônia. A experiência da introdução das lavouras de juta e pimenta-do-reino pela imigração japonesa na Amazônia, duas plantas exóticas do Sudeste Asiático, na década de 1930, foi rapidamente absorvida pelos agricultores brasileiros. Essa e outras experiências indicam que os agricultores familiares na Amazônia não são avessos a inovações, desde que preço e mercado sejam satisfatórios, mesmo em se tratando de cultivos de grande complexidade e, no caso citado, numa época em que não existia serviço de extensão rural. Por outro lado, a valorização e o crescimento do mercado do açaí incentivou a conservação de açaizeiros, enquanto nem a legislação não conseguiu tal efeito quando proibiu a sua derrubada para obtenção do palmito. A escassez de tecnologia deve ser minimizada no curto prazo mediante o aproveitamento das etnotecnologias desenvolvida pelos agricultores mais criativos, procurando reduzir a heterogeneidade tecnológica vigente.

## Referências

- ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Amazônia: desafio brasileiro do século XXI**. São Paulo: Fundação Conrado Wessel, 2008. 32p.
- BECKER, B.K. Ciência, tecnologia e inovação: condição do desenvolvimento sustentável da Amazônia. In: Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, 4. Sessão Plenária 1: Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2010. p. 91-106. BRASIL. Presidente (2011- : Dilma Rousseff). Discurso. In: FÓRUM BRASILEIRO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 4 abr. 2012, Brasília, DF. **Reunião ordinária...** Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/imprensa/discursos/discorso-da-presidenta-da-republica-dilma-rousseff-durante-a-reuniao-ordinaria-do-forum-brasileiro-de-mudancas-climaticas-brasilia-df>>. Acesso em: 28 ago. 2012.
- CARRASCO, L. **A máfia verde: o ambientalismo a serviço do governo mundial**. Rio de Janeiro: Executive Intelligence Review, 2007. 137 p.
- COSTA, E.J.M. da. **Arranjos produtivos locais, políticas públicas e desenvolvimento regional**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2010. 404p.
- COSTA, F.A. Capoeiras, inovações e tecnologias rurais concorrentes na Amazônia. In: SIMULATING SUSTAINABLE DEVELOPMENT WORKSHOP; agent based modelling of economy-environment nexus in the Brazilian Amazon, 1, Belém, PA, 2005. Anais ..., Belém, UFPA/Departamento de Economia, 2005. 30p.
- CROSBY, A.W. **Imperialismo ecológico: a expansão biológica da Europa 900-1900**. São Paulo: Companhia das Letras, 1993. 319p.
- DAVIS, W. The rubber industry's biological nightmare. **Fortune**, Aug. 4, 1997. p.86-93.
- FERRO, A.R.; KASSOUF, A.L. Efeitos do aumento da idade mínima legal de trabalho dos brasileiros de 14 e 15 anos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v.43, n.2, p.307-329, abr./jun. 2005.
- FIUZA, G. **Amazônia, 20º andar**. Rio de Janeiro, Record, 2008. 270p.
- HOMMA, A.K.O. Amazônia: como aproveitar os benefícios da destruição? **Estudos Avançados**, São Paulo, v.54, n.19, p.115-135, mai./ago, 2005.
- \_\_\_\_\_. Amazônia: transformando a segunda natureza degradada para uma terceira natureza mais sustentável. In: DINIZ, M.B. (Org.). **Desafios e potencialidades para a Amazônia do Século XX**. Belém: Paka-Tatu, 2011. p. 42-70
- \_\_\_\_\_. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? **Estudos Avançados**, São Paulo, v.74, n.26, p.:167-186, 2012.

- \_\_\_\_\_. **História da agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio.** Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2003a. 274p.
- \_\_\_\_\_. **O extrativismo do óleo essencial de pau-rosa na Amazônia.** Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 2003b. 32p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 171).
- \_\_\_\_\_. **O timbó: expansão, declínio e novas possibilidades para agricultura orgânica.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 48p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 195).
- \_\_\_\_\_. **Política agrícola ou ambiental para resolver os problemas da Amazônia? Revista de Política Agrícola,** Brasília, v.19, n.1, p.99-102, jan./fev./mar. 2010.
- \_\_\_\_\_. **Setenta anos de pesquisa agropecuária na Amazônia: contribuições da Embrapa para fruticultura tropical. In: Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria,** 4, Belém, 2009. **Anais ...**, Fortaleza, Instituto Frutal, 2009. 20p.
- HOMMA, A.; CARVALHO, J.E.U.; MENEZES, A.J.E.A. **Bacuri: fruta amazônica em ascensão.** Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v.46, n.271, 40-45, jun. 2010.
- HOMMA, A.K.O.; FERREIRA, A.S.; FREITAS, M.C.S.; FRAXE, T.J.P. (Orgs.). **Imigração japonesa na Amazônia: contribuição na agricultura e vínculo com o desenvolvimento regional.** Manaus: EDUA, 2011. 450p.
- HOMMA, A.K.O.; MENEZES, A.J.E.A. **Avaliação de uma indústria beneficiadora de castanha-do-pará, na microrregião de Cametá, Estado do Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 10. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 213).
- KAUPPI, P.E.; AUSUBEL, J.H.; FANG, J.; MATHER, A.S.; SEDJO, R.A.; WAGGONER, P.E. **Returning forests analyzed with the forest identity. Proceedings of the National Academy of Sciences,** v.103, n.46, p.17574-17579, 14 nov. 2006.
- MARQUES, L.C.T.; YARED, J.A.G.; SIVIERO, M.A. **A evolução do conhecimento sobre o paricá para reflorestamento no Estado do Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 5p. (Comunicado Técnico, 158).
- MARTHA JÚNIOR, G. **A realidade dos dados e visões distorcidas. O Estado de São Paulo,** São Paulo, 03 mar. 2012.
- NASCIMENTO, C.; HOMMA, A. **Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola.** Belém: CPATU, 1984. 282p. (EMBRAPA-CPATU, Documentos, 27).
- NAVARRO, Z.; PEDROSO, M.T.M. **Agricultura familiar: é preciso mudar para avançar.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 248p. (Texto para Discussão, 42).

NOGUEIRA, O.L.; HOMMA, A.K.O. Importância do manejo de recursos extrativos em aumentar o carrying capacity: o caso de açazeiros (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico. **Poematropic**, Belém, n.2, p.31-35, jul./dez. 1998.

RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P.E.F.; FREITAS, P.L.; TEIXEIRA, W.G. (Eds. Tec.). **Zoneamento agroecológico, produção e manejo para a cultura da palma de óleo na Amazônia**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 215p.

REBELLO, F.K.; HOMMA, A.K.O. Estratégias para reduzir desmatamentos e queimadas na Amazônia. In: VEIGA, J.E. (org.). **Economia socioambiental**. São Paulo: Editora Senac, 2009. p. 235-261.

REZENDE, G.C. Políticas trabalhista, fundiária e de crédito agrícola e seus efeitos adversos sobre o emprego agrícola e a agricultura familiar no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43, Ribeirão Preto, São Paulo, 2005. Anais... Ribeirão Preto, FEARP/USP, PENZA/USP, FUNDACE, 2005. (Texto completo em CD-ROM).

SOUZA, I.S.F. de. **Rumo a uma sociologia da agroenergia**. Brasília: Embrapa, 2010. 259p. (Textos para Discussão, 38).

STOKES, D. E. **O quadrante de Pasteur**: a ciência básica e a inovação tecnológica. Campinas: Unicamp, 2005. 248 p.

VALSINER debate as mudanças na psicologia. **Informativo IEA**, São Paulo, v.17, n.78, p.3, mai. jun. 2005.

# Cenário internacional em biotecnologias: espaços para o Brasil?

Rogério Edivaldo Freitas<sup>1</sup>, Hildo Meirelles de Souza Filho<sup>2</sup>

## Resumo

O objetivo do trabalho foi o de avaliar o cenário internacional em biotecnologias, identificar os principais concorrentes da atual corrida biotecnológica mundial, e inferir oportunidades eventualmente disponíveis para o Brasil. Empregaram-se ferramentas de estatística descritiva, além de um esforço de revisão acerca das principais virtudes e dificuldades dos países líderes no segmento. Os resultados mostram que a posição brasileira é promissora, mas ainda é potencial, seja devido à posição de vanguarda de outras nações em termos de biotecnologias, seja em decorrência de limitações macroeconômicas ou de características estruturais típicas da trajetória brasileira.

**Palavras-chave:** biotecnologias, ciência e tecnologia, Brasil, mercados mundiais.

## Abstract

*This study tried to evaluate the international biotechnology scenario and identify the main global players in this kind of technologies and foreseen available opportunities for Brazil. Descriptive statistics analyses and literature review on the strengths and weaknesses of main countries in those technologies were employed. The results suggest that the Brazilian position is a potential yet, so because the leading position of developed countries in biotechnologies, as well as macroeconomic and typical structural constraints found in Brazil.*

**Keywords:** biotechnologies, science and technology, Brazil, global markets.

1 Economista (Universidade de São Paulo), doutor em Ciências (Universidade de São Paulo), e pós-doutor (Universidade Federal de São Carlos). Cargo atual e vinculação: técnico de Planejamento e Pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

2 Economista (Universidade Federal de Viçosa), mestre em Ciência Econômica (Universidade Estadual de Campinas) e doutor em Agricultural Economics (University of Manchester). Cargo atual e vinculação: professor da Universidade Federal de São Carlos.

## 1. Introdução

As atividades biotecnológicas compreendem um rol de tecnologias genéricas, a exemplo da tecnologia da informação. Este fato vê-se refletido na própria categorização deste grupo de tecnologias, cuja taxonomia é imperfeita e não se enquadra nas classificações setoriais estruturadas para mensurar os setores econômicos.

Ao mesmo tempo, as atividades de pesquisa que originam tais tecnologias distribuem-se por um longo período de tempo desde a ideia original até as etapas de comercialização. Os estágios compreendidos não raro totalizam até 15 anos de desenvolvimento do produto, seja no caso de variedades vegetais (CUNHA, 2007; EMBRAPA, 2007) seja para o desenvolvimento de medicamentos para uso humano (STUART, OZDEMIR e DING; 2007).

Três variáveis são importantes para o desenvolvimento científico de biotecnologias bem como para o seu emprego e aplicação comercial, e retratam a estrutura de produção dos diferentes países nestas tecnologias (MC NAMARA e BADEN-FULLER, 2007). São elas: a mão de obra do setor, a sua estrutura de financiamento, e as patentes resultantes.

Ao mesmo tempo, o marco regulatório que disciplina tais tecnologias igualmente é variável determinante em seu desenvolvimento, em cada país. Porém, inexistem bases de dados harmonizadas que tratam destas informações.

No Brasil, observa-se uma base científica relativamente bem estruturada e produtiva em ciências biológicas, agrárias e da saúde (MCT, 2010), a construção de mecanismos mais longevos de financiamento às investigações biotecnológicas (ASSAD e AUCÉLIO, 2004) e um crescimento da atenção proprietária do conhecimento gerado (DRUMMOND, 2009).

Isto posto, o trabalho está estruturado da seguinte forma. A próxima seção apresenta o objetivo do artigo. Uma discussão específica sobre recursos humanos, instrumentos de financiamento e registro de patentes em biotecnologia está posta na terceira seção do trabalho. A quarta, reporta o material e os métodos utilizados, e a seção 5 discute os resultados. Por fim, são feitas as considerações finais.

## 2. Objetivo

Este trabalho pretende analisar o cenário internacional em biotecnologias, identificar os países mais importantes neste segmento tecnológico e contextualizar a posição brasileira no desenvolvimento de recursos humanos, instrumentos de financiamento e registro de patentes.

### 3. As inovações biotecnológicas e suas variáveis-chave

Neste artigo, consideraram-se três variáveis-chave na pesquisa e desenvolvimento de biotecnologias: recursos humanos, financiamento, e proteção proprietária do conhecimento (registro de patentes). A escolha dessas variáveis fundamentou-se em trabalhos empírico-aplicados e de discussão de políticas tecnológicas associadas ao desenvolvimento das biotecnologias (STUART e SORENSON, 2003; DANZON, NICHOLSON e PEREIRA, 2005; NIOSI e REID, 2007).

A formação de recursos humanos relacionados às biotecnologias é central para o desenvolvimento das respectivas iniciativas de pesquisa & desenvolvimento (P&D). Ademais, esses profissionais são menos substituíveis que outros fatores de produção, o que confere elevada especificidade ao capital humano empregado em tais atividades.

A colaboração com grupos acadêmicos é decisiva, em especial quando são requeridos trabalhos em rede para a conversão de conhecimento em inovação. Numa acepção mais ampla, segundo Niosi e Reid (2007), o capital humano é uma variável determinante para alguns países tomarem vantagem das janelas de oportunidade que se apresentam.

No que concerne às possibilidades de financiamento às pesquisas biotecnológicas, os países desenvolvidos contam com uma plêiade de opções para o desenvolvimento e comercialização de produtos de origem biotecnológica.

Entre as opções empregadas estão recursos públicos de programas específicos em áreas de energia (JAFFE, 2000), saúde (TRAORE e ROSE, 2003), agropecuária (XIA, 2003; XIA e BUCCOLA, 2005) e meio ambiente (TRAORE e ROSE, 2003; MOORE, 2008), instrumentos típicos dos mercados financeiros (MORAIS, 2007; MC NAMARA e BADEN-FULLER, 2007), abertura de capital acionário (MANGEMATIN ET AL., 2003), e fundos privados específicos, além dos chamados investidores angels, indivíduos que apostam seus recursos face à possibilidade de lucros oriundos de uma inovação ainda em aprimoramento.

Já no que toca às patentes em biotecnologias, as mesmas tendem a ser entendidas como indicador de potencial inovativo, em especial para os setores farmacêuticos, de agroquímicos, de sementes, de processamento de alimentos e para as atividades de monitoramento e remediação ambiental, usuários principais dos resultados de pesquisas biotecnológicas.

Conquanto a ciência básica seja desenvolvida principalmente em instituições públicas de pesquisa, o desenvolvimento de produtos e serviços é notadamente conduzido pelo setor privado. Na maioria dos países ocidentais desenvolvidos, esse aprimoramento ancora-se no

sistema internacional de direitos patentários e em sua proteção. Por isso, inclusive, a proteção patentária tem se tornado um dos pontos de contenda em biotecnologias (MOSES, 2004).

Neste ponto, uma das dificuldades é que em muitos casos as legislações não permitem uma resposta definitiva sobre a possibilidade de patenteamento, sendo presentes as situações de exceção. Em temáticas ainda polêmicas, como as que envolvem células-tronco, o debate ainda não se exauriu em diversos países, reduzindo a clareza sobre as possibilidades de patenteamento.

Há evidências do rápido crescimento do número de depósitos em engenharia genética e tecnologia de DNA recombinante (FORTES e LAGE, 2006; DRUMMOND, 2009). Este resultado é um provável reflexo da corrida genômica<sup>3</sup> que ocorre hoje em escala mundial. No longo prazo, as patentes afetam a estratégia setorial das empresas que empregam as biotecnologias e, de acordo com Danzon, Nicholson e Pereira (2005), podem funcionar como preditores do tempo de consolidação de uma tecnologia.

Neste sentido, as aquisições e fusões de empresas em biotecnologia vegetal podem ser motivadas por estímulos do sistema patentário quando as firmas têm tecnologias sobrepostas. De outra parte, firmas dedicadas ao exercício de seus direitos de propriedade intelectual representam barreiras para outras firmas que tentem usar os ativos intelectuais daquelas.

Também, o sistema internacional de patentes exhibe limitações em registrar novas formas de produção da informação, sobretudo, a necessidade de estabelecer novos critérios de patenteabilidade (KINGSTON, 2001). Segundo Szarka (1999), há o agravante de que a biotecnologia é o único campo técnico em que material vivo pode ser objeto de patenteamento.

É o caso, por exemplo, do sistema de proteção de plantas nos Estados Unidos onde é possível, entre outras formas, a proteção conferida por um sistema de patentes semiconvencional, nos termos tradicionais do processo de patenteamento, e dedicado às plantas reproduzíveis assexuadamente (Plant Patent Act, 35 U.S.C. 161).

Também, surgem problemas éticos quanto ao patenteamento de células e genes humanos, sobre os quais não há acordo entre firmas de P&D, escritórios de patente e movimentos ambientalistas. Destarte, para alguns autores (FARNLEY, MOREY-NASE e STERNFELD, 2004), o sistema de patentes está tendo de se adaptar, mas ainda não está à altura do desafio de incluir determinadas inovações, como as biotecnológicas.

---

3 Uma análise do caso brasileiro está em Dal Poz, Fonseca e Silveira (2004) e ilustra a formação de redes de pesquisa no país, quando da atuação do Brasil no consórcio de projetos genoma.

## 4. Material e métodos

Neste artigo, foram utilizados dados de Beuzekom e Arundel (2009), trabalho construído no âmbito da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e que almeja concatenar informações sobre biotecnologias produzidas nos principais países envolvidos nessas atividades e pesquisas. Complementarmente, utilizaram-se também dados de OCDE (2012), de modo a abranger séries as mais atualizadas possíveis.

A partir desses dados, foram calculadas estatísticas descritivas e feitas análises acerca da trajetória de crescimento das respectivas variáveis. As estatísticas descritivas empregadas foram: média, mediana, desvio padrão, máximo,  $j_1$  (primeiro quartil, 25%),  $j_3$  (terceiro quartil, 75%), e  $D_j$  (intervalo interquartilício), que corresponde à diferença entre  $j_3$  e  $j_1$ .

É importante destacar que a ausência de uma taxonomia universal e reconhecida para agregar as atividades biotecnológicas em classificações setoriais ou de produtos cria dificuldades para a realização de comparações mais precisas entre países. Adicionalmente, as definições de firmas que operam com biotecnologias são imprecisas, fato reconhecido dentro do próprio debate científico (MILLER, 2007; ARUNDEL, BEUZEKOM, e GILLESPIE, 2007).

Esses condicionantes originam-se da complexidade e abrangência do objeto de estudo, e constituem um desafio de investigação científica per se. Ressalte-se, igualmente, que as informações de Beuzekom e Arundel (2009) e OCDE (2012) compõem as bases de dados mais atualizadas e de maior amplitude disponível para a pesquisa, sendo insumos para a discussão de políticas do setor. Ela inclui países desenvolvidos e nações tradicionalmente comparadas ao caso brasileiro, como Coréia do Sul, Índia, China, Rússia, África do Sul, e países do Leste Europeu.

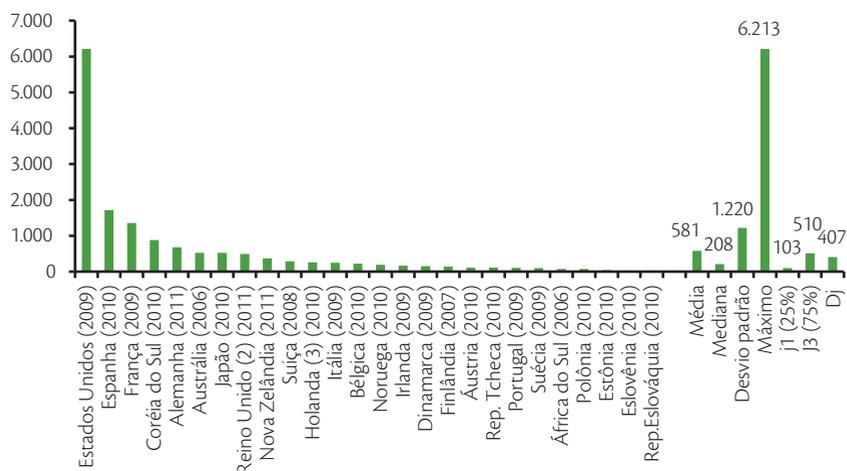
Os dados avaliados referem-se ao número de firmas do segmento, à realização e gastos de P&D em biotecnologias, ao total de empregados nas firmas do segmento, às respectivas alianças de pesquisas ou para transferência de tecnologias, e aos correspondentes investimentos de Venture Capital (VC).

## 5. Resultados: cenário internacional em biotecnologias e a posição brasileira

Neste tópico são apresentados os resultados do trabalho. Discutem-se as informações do quadro internacional em biotecnologias, e a conjuntura vigente entre as nações que empreendem a corrida biotecnológica e que representam reais competidoras para o esforço brasileiro neste segmento. Informações acerca da posição brasileira são complementarmente apresentadas.

## 5.1. Número de firmas de biotecnologias e inversão em P&D

No que reporta às firmas de biotecnologia<sup>4</sup>, conforme as informações do Gráfico 1, os países com destaque são Estados Unidos, Espanha, França, Coreia do Sul, e Alemanha, com valores acima da média do grupo para esta variável. É interessante notar a posição da Coreia do Sul, à frente de países como Alemanha, Austrália, e Japão.



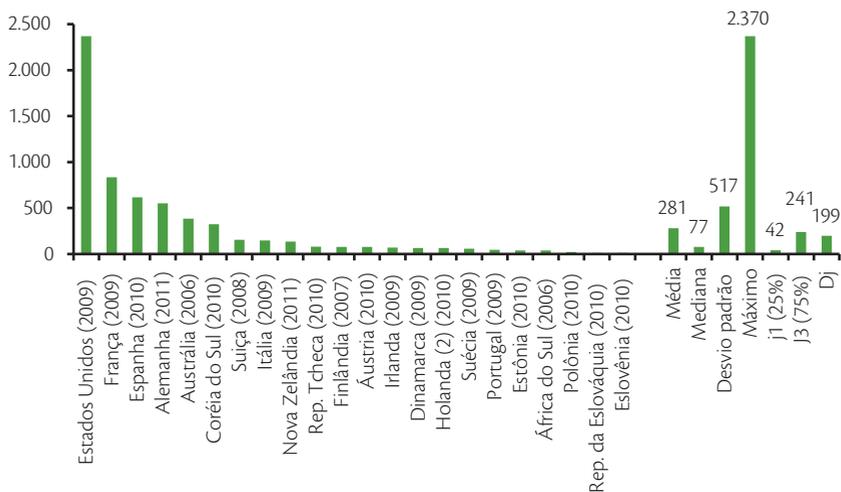
**Gráfico 1.** Número de firmas de biotecnologia

Fonte: dados trabalhados pelos autores a partir de OCDE (2012). Notas: 1. Os anos entre parênteses referem-se à data da informação para cada país; 2. Para a Holanda, dados provisórios e apenas de firmas com 10 ou mais empregados; 3. Para o Reino Unido, uma estimativa de 66% das firmas de biotecnologia (para a maior parte das quais a biotecnologia como definida pela OCDE é uma atividade predominante) responde pelas atividades de P&D.

Em uma segunda análise, no caso das firmas de biotecnologia dedicadas<sup>5</sup>, apresentadas no Gráfico 2, Estados Unidos, França, Espanha, Alemanha, Austrália e Coreia do Sul são os países que apresentam o maior número de empresas, notadamente acima do valor médio (281 empresas) do respectivo grupo de países.

4 Firma que usa a biotecnologia para produzir bens ou serviços e/ou que realiza P&D em biotecnologias (OCDE, 2012). No âmbito da OCDE as biotecnologias contemplam os seguintes códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP): A01H1/00, A01H4/00, A61K38/00, A61K39/00, A61K48/00, C02F3/34, C07G(11/00,13/00,15/00), C07K(4/00,14/00,16/00,17/00,19/00), C12M, C12N, C12P, C12Q, C12S, G01N27/327, G01N33/(53\*,54\*,55\*,57\*,68,74,76,78,88,92) (BEUZEKOM e ARUNDEL, 2009).

5 Firmas de biotecnologia cuja atividade predominante envolve a aplicação de técnicas biotecnológicas para produzir bens ou serviços e/ou para realizar P&D em biotecnologias (OCDE, 2012).



**Gráfico 2.** Número de firmas de biotecnologia dedicadas

Fonte: dados trabalhados pelos autores a partir de OCDE (2012). Notas: 1. Os anos entre parênteses referem-se à data da informação para cada país; 2. Para a Holanda, dados provisórios e apenas de firmas com 10 ou mais empregados.

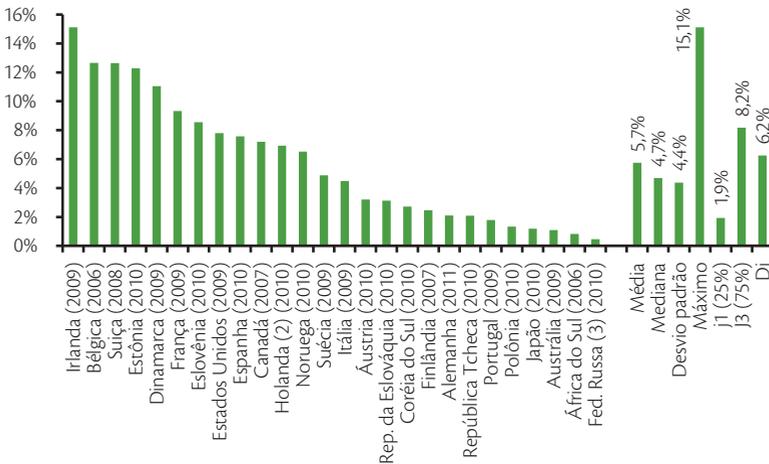
Observa-se que há um grupo de países líderes nestas tecnologias, e que representam o núcleo de maior representatividade em número de firmas do segmento, grupo este representado por Estados Unidos, Espanha, França, Coreia do Sul e Alemanha. Interessante notar que no conceito de firmas biotecnologia dedicadas, França, Espanha e Alemanha (o grupo europeu com países acima da média) contabilizaram 2.004 firmas, aproximando-se dos Estados Unidos.

Por outro lado, segundo as informações do Gráfico 3, para a variável P&D em biotecnologia como uma proporção dos gastos em P&D do setor privado<sup>6</sup>, os maiores resultados foram obtidos por Irlanda, Bélgica, Suíça, Estônia, Dinamarca, França e Eslovênia, com percentuais dentro do quartil superior de distribuição para o respectivo grupo de países.

Concomitantemente, evidenciam-se os números de Estados Unidos, Espanha, Canadá, Holanda e Noruega, registrando valores superiores à média, mas abaixo do quartil superior da distribuição dos dados.

6 Além das firmas de biotecnologia e das firmas de biotecnologia dedicadas, foram contabilizadas as firmas que fazem P&D em biotecnologia (firmas que realizam P&D em biotecnologias), e as firmas de P&D biotecnologia dedicadas (que devotam 75% ou mais de seu P&D às biotecnologias) (OCDE, 2012).

Cumpra observar que o primeiro grupo de países destacados nesta variável é composto exclusivamente por países europeus, predominantemente de pequena área geográfica, o que pode ser uma pista de projetos de inversão em trajetórias tecnológicas específicas ou especializadas. Entretanto, excetuado o caso irlandês, o conjunto dos dados é razoavelmente simétrico, o coeficiente de variação é inferior à unidade e o intervalo interquartil representa menos da metade do resultado máximo dos dados.



**Gráfico 3.** P&D em biotecnologia como proporção dos gastos em P&D do setor privado.

Fonte: dados trabalhados pelos autores a partir de OCDE (2012). Notas: 1. Os anos entre parênteses referem-se à data da informação para cada país; 2. Para a Holanda, dados provisórios e apenas de firmas com 10 ou mais empregados; 3. Para a Federação Russa um indicador aproximado é usado, isto é, gastos de P&D por áreas prioritárias de Sistemas Vivos (Bioengenharia, Biocatálise, tecnologias de biossíntese e biossensoriamento, tecnologias veterinárias e Biomédicas, Genômica e fármaco-genética, tecnologias de células vivas).

Ainda neste contexto, a Tabela 1 apresenta os gastos das firmas que fazem P&D em biotecnologias. Destacam-se a posição hegemônica dos Estados Unidos e, em segundo lugar, da França, com montantes aplicados superiores ao correspondente valor médio.

A presença sem igual dos Estados Unidos impacta os coeficientes de variação e as estatísticas calculadas para esta distribuição de dados. Além disso, ao aferirem-se os países com valores incluídos no último quartil, Coreia do Sul, Canadá, Suíça e Espanha não podem ser negligenciadas neste quesito.

**Tabela 1.** P&D em biotecnologia (PPP\$) em firmas que fazem P&D em biotecnologia

País	P&D em biotecnologia (milhões PPP\$) em firmas que fazem P&D em biotecnologia
Estados Unidos (2009)	22.030,0
França (2009)	2.769,3
Coréia do Sul (2010)	1.082,7
Canadá (2007)	944,5
Suíça (2008)	922,3
Espanha (2010)	794,1
Bélgica (2006)	574,0
Itália (2009)	572,4
Dinamarca (2009)	463,7
Holanda (2) (2010)	420,2
Suécia (2009)	411,3
Irlanda (2009)	301,6
Noruega (2010)	158,6
Austrália (2009)	119,3
Finlândia (2007)	115,6
Eslovênia (2010)	69,2
Rep. Tcheca (2010)	53,6
Portugal (2009)	36,9
Estônia (2010)	27,3
Rep. Eslováquia (2010)	10,9
Média	1.594
Mediana	416
Desvio padrão	4.851
Máximo	22.030
j1 (25%)	69
J3 (75%)	794
Dj	725

Fonte: dados trabalhados pelos autores a partir de OCDE (2012). Notas: 1. Os anos entre parênteses referem-se à data da informação para cada país; 2. Para a Holanda, dados provisórios e apenas de firmas com 10 ou mais empregados.

Todavia, quando consideradas apenas as empresas menores (até 50 trabalhadores), os países do Leste Europeu lideram em termos de proporção de gastos de P&D nas firmas que exercem estas funções em biotecnologias. Embora Estados Unidos, França, e Coréia do Sul liderem em montantes aplicados, este desempenho deve estar ancorado nas iniciativas de pesquisa e desenvolvimento conduzidas por grandes empresas, dotadas de um quadro de pessoal com mais de 50 trabalhadores.

**Tabela 2.** Porcentagem de gastos de P&D em biotecnologia realizado por pequenas firmas que fazem P&D em biotecnologia, firmas com menos de 50 trabalhadores

País	%	País	%
Estônia (2010)	80,0	Dinamarca (2009)	12,1
Rep. Tcheca (2010)	55,4	Estados Unidos (2009)	11,7
Rep. Eslováquia (2010)	55,2	Suíça (2) (2008)	9,0
Noruega (2010)	43,4	Holanda (3) (2010)	7,9
Espanha (2010)	41,1	Eslovênia (2010)	7,3
Portugal (2009)	40,6	Média	30,8
Polônia (2010)	39,9	Mediana	32,0
Finlândia (2007)	30,2	Desvio padrão	19,8
Itália (2009)	19,7	Máximo	80,0
Suécia (2009)	16,0	j1 (25%)	12,1
Coréia do Sul (2010)	15,0	j3 (75%)	41,5
França (2009)	13,9	Dj	29,4

Fonte: dados trabalhados pelos autores a partir de OCDE (2012). Notas: 1. Os anos entre parênteses referem-se à data da informação para cada país; 2. Para a Suíça, firmas com menos do que 100 empregados; 3. Para a Holanda, dados provisórios e apenas de firmas com 10 ou mais empregados.

Inexiste informação direta sobre o número de firmas de biotecnologia no Brasil, em função da própria dificuldade de conceituação da unidade. Porém, segundo dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec/IBGE, 2005), 819 empresas, menos de 1% do universo amostral de empresas, informaram realizar alguma atividade relacionada às biotecnologias.

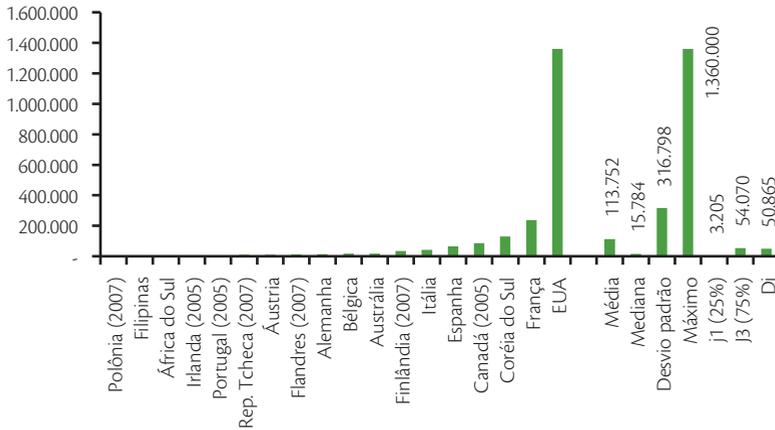
## 5.2. Mão de obra

No cenário internacional, ainda que alguns países entre os chamados Brics (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) tenham avançado em anos recentes, resta ainda uma defasagem entre as capacidades de P&D dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Segundo Lele (2003), o número de cientistas per capita nos países desenvolvidos é 10 vezes o número de cientistas per capita dos países em desenvolvimento.

Outro aspecto fundamental é que, com frequência, nos países desenvolvidos, observam-se inventores que são financiados por uma empresa industrial e que detêm uma posição acadêmica no sistema universitário, o que evidencia a importância das atividades científicas para a oferta de capital humano neste segmento (MEYER, 2000; LINSKEY, 2006).

Conforme se percebe no Gráfico 4, a seguir, o fator mão de obra nas firmas que fazem P&D em biotecnologia retrata o papel preponderante dos Estados Unidos. Nesse país, o número de

empregados em firmas que fazem P&D em biotecnologia é mais que 10 vezes superior à média do grupo de países mensurados na mesma variável.



**Gráfico 4.** Total de empregados em firmas que fazem P&D em biotecnologia

Fonte: dados trabalhados pelos autores a partir de Beuzekom e Arundel (2009).

Notas: 1. Os anos entre parênteses referem-se à data da informação para cada país. Caso ausente, o dado é de 2006. 2. Para aqueles países nos quais não havia dados de firmas que fazem P&D em biotecnologia, dados de firmas biotecnologia dedicadas foram empregados.

Além dos Estados Unidos, Coreia do Sul e França também merecem citação, com resultados superiores à média do grupamento. Canadá e Espanha pertencem igualmente ao último quartil dos dados, o que os inclui no grupo de países líderes neste critério.

Nesta, como em outras situações que envolvem as chamadas biotecnologias, os Estados Unidos exercem um peso desigual e afetam as estatísticas do segmento em termos mundiais. Para os dados do gráfico precedente, isto significa média superior à mediana, coeficiente de variação quase três vezes o valor da unidade e razão (Dj/máximo) de 0,037, traduzindo o diminuto tamanho do intervalo interquartil frente ao valor máximo da distribuição.

Para o caso brasileiro, três considerações mostram o potencial do país nessas pesquisas. Em primeiro plano, a estruturação do CNPq e, por tabela, da Plataforma Lattes, para o registro de competências nacionais em iniciativas de pesquisas (ALMEIDA, 2005). Paralelamente, o crescimento da parcela brasileira na produção científica mundial (MARQUES, 2009). E, não menos importante, o crescimento dos grupos de pesquisa com preocupação em biotecnologias (MENDONÇA e FREITAS, 2010).

Em contrapeso, evidenciam-se os resultados ainda tímidos de participação empresarial no segmento, o que se origina dos elevados riscos técnico, financeiro e econômico das investigações biotecnológicas e das condições institucionais ótimas (marcos regulatórios e condições macro e microeconômicas) requeridas para tais desenvolvimentos, ainda em construção no Brasil.

### 5.3. Patentes

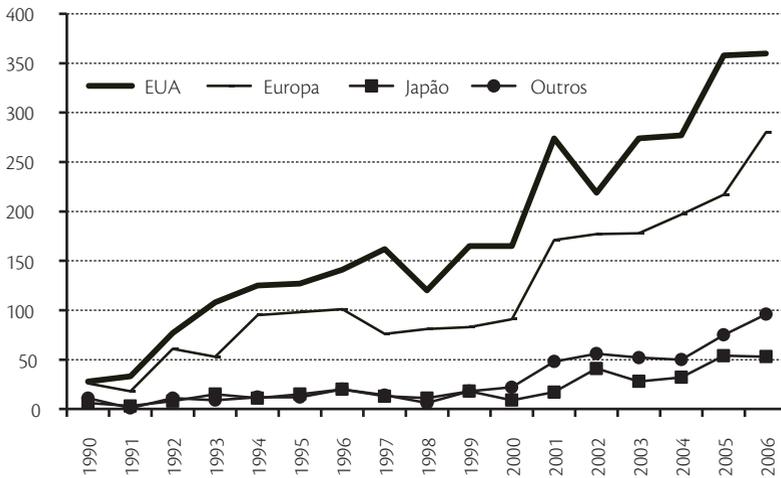
Os Estados Unidos também desempenham um papel de liderança no sistema patentário global em biotecnologias. Desde a passagem do Bayh-Dole Act, o patenteamento e o licenciamento do setor público têm crescido substantivamente naquele país, concentrando-se nas áreas médica e biológica que empregam métodos de bioengenharia (XIA, 2003).

O Bayh-Dole Act autorizou os executores de pesquisas financiadas por recursos federais a submeter patentes dos resultados de tais pesquisas e transferir licenças das mesmas, inclusive licenças exclusivas, para outras partes interessadas. Diversos estudos [MOWERY ET AL. (2001), MOWERY e SAMPAT (2005), SAMPAT (2006), e ALCÁCER, GITTELMAN e SAMPAT (2008) apud MOWERY ET AL. (2001)] ratificam a importância da citada lei, mas alertam para a relevância de condições regulatórias sistêmicas, anteriores e posteriores à mesma.

Ao mesmo tempo, o modelo europeu demonstra problemas quanto à utilização do sistema patentário local como ponte entre academia e setor privado nos mesmos moldes do modelo norte-americano. No entanto, ações práticas, como a participação no *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda* (OCDE, 2007) sinalizam para maior uso prático das biotecnologias no, ao menos em prioridades específicas como no segmento de fontes renováveis de energia.

Igualmente, é importante frisar que nem sempre as práticas de patenteamento são uniformes entre os países. A título de exemplo, confrontando-se os casos de EUA e UE tem-se que, no primeiro, a legislação está condensada em condições ou descrições comparativamente mais gerais, ao passo que, no caso europeu, as situações possíveis no patenteamento de biotecnologias são mais detalhadas e se espraiam muito mais nos respectivos documentos legais correspondentes. Meyer (2000) havia detectado este condicionante ao analisar o fluxo de relações entre citações acadêmicas e patentes depositadas nos principais órgãos internacionais.

Sob este aspecto, no Gráfico 5, a análise dos dados de número de alianças em biotecnologia para pesquisa ou transferência de tecnologia ao longo do período 1990-2006 mostra uma trajetória crescente para os dados dos Estados Unidos, exceção feita aos anos de 1998 e 2002. Além disso, a média de alianças naquele país foi de 177 por ano, 50% acima do resultado europeu, e substantivamente maior que o valor para o Japão (21 alianças/ano).



**Gráfico 5.** Alianças em biotecnologia para pesquisa ou transferência de tecnologia

Fonte: dados trabalhados pelos autores a partir de Beuzekom e Arundel (2009) [apud UNI-MERIT (2009)].

A Europa, de sua parte, mostra uma série crescente entre 1997 e 2006, e sua taxa de crescimento anual médio em alianças neste segmento foi de 26%, contra 22% dos Estados Unidos. Entretanto, é interessante observar que em nenhum momento dos anos da série o número de alianças na Europa superou o número de alianças nos Estados Unidos.

Na série como um todo, outros países (exclusão de Estados Unidos, Europa, e Japão) surgem como a terceira força, com uma média de 30 acordos de cooperação por ano, e um crescimento anual médio de 83% nesta variável, bastante acima do desempenho de crescimento anual médio japonês entre 1990 e 2006 (31%).

Nesse contexto, muitas jovens firmas biotecnológicas dos países desenvolvidos atuam como intermediárias em acordos tripartites, nos quais efetuam parcerias com instituições públicas (a montante da pesquisa) e acordos com empresas maiores já estabelecidas a jusante, nas etapas de comercialização (MEYER, 2000).

No exemplo dos EUA, o texto de Stuart e Sorenson (2003) retrata as condições de entorno encontradas nas várias regiões do país. Pelos resultados deste trabalho, a presença de mão de obra altamente qualificada e de firmas de Venture Capital (VC) são local-específicos e condicionam as taxas de nascimento e o desempenho das respectivas empresas biotecnológicas.

No Brasil, diversos estudos (FORTES e LAGE, 2006; DRUMMOND, 2009) identificaram o predomínio de depósitos patentários biotecnológicos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) C12N. Ademais, o caso brasileiro retrata diferentes estratégias de proteção intelectual dessas tecnologias, vez que a proteção patentária requerida para o mercado local junto ao Inpi é marcada por expressiva participação de universidades e instituições públicas, ao passo que os depósitos patentários feitos nos escritórios de patentes internacionais para a proteção nos maiores mercados exibem representativa participação dos capitais privados.

Tal fenômeno pode ter raiz em alguns elementos principais. O primeiro está na estratégia de patenteamento de atores multinacionais dos segmentos agroquímico e farmacêutico. O segundo diz respeito ao fato de que pesquisas desenvolvidas nas universidades, com potencial de patenteamento, muitas vezes se transformam em artigos acadêmicos por conta do próprio estímulo do sistema de financiamento das agências de fomento à pesquisa.

Há, também, possibilidade de conflitos de interpretação entre os componentes-chave do marco regulatório correspondente, como a Lei de Cultivares (Lei 9.456/1997), a MP 2.186-16 (acesso ao patrimônio genético local), e a Lei de Propriedade Industrial (9.279/1996). Igualmente, a falha ou limitação de um sistema local de transferência de tecnologia, haja vista que não basta patentear um produto/processo para que ele se torne um bem ou processo usufruído pela sociedade. E, por fim, mas similarmente importante, a segurança macroeconômica e jurídica que ainda estão sendo construídas sobre os investimentos de tão longo prazo.

Entre os países em desenvolvimento com iniciativas mais relevantes em biotecnologias, citam-se a China e a Índia; conquanto a questão da propriedade intelectual ainda seja embrionária nos dois países (PRAY, 2001). Para a maioria das nações em desenvolvimento, consoante Lele (2003), em que pese o fato de muitas multinacionais controlarem direitos de propriedade intelectual, a fragmentação dos direitos proprietários ainda é um sério problema.

Há também questões de informação assimétrica sobre patentes, altos custos de transação nas negociações, ambiente regulatório confuso e muito variável em direitos intelectuais entre as nações, sem citar custos expressivos de conversão da pesquisa em produtos comerciais (NOTTENBERG, PARDEY e WRIGHT, 2003; COHEN e PAALBERG, 2002; GRAFF e ZILBERMAN, 2001 apud LELE, 2003).

## 5.4. Financiamento

Em relação ao financiamento, no exterior, o uso de recursos financeiros para inversão em pesquisas está desenvolvido ao ponto de se observar que há um valor incremental das ações das respectivas empresas associado à aprovação de estágios de protocolos (testes clínicos e testes

em estufa ou condições de contenção, por exemplo) das pesquisas nos órgãos reguladores (MC NAMARA e BADEN-FULLER, 2007).

Segundo identificado no estudo de Stuart e Sorenson (2003), muitas vezes os custos de pesquisa e inovação levam as firmas de biotecnologia que trabalham com terapêutica para uso humano a depender criticamente da venda de quotas acionárias para levantar fundos de desenvolvimento tecnológico. Ainda assim, mesmo nos mercados desenvolvidos a indústria contribui parcialmente para a evolução da base científica por conta do caráter “quase bem público” da pesquisa científica (TASSEY, 2005).

Sob tal conjunção de forças, uma situação híbrida pode estar se configurando. Face às recentes dificuldades de financiamento público à pesquisa em países centrais, novas relações entre os setores público e privado têm se estabelecido na direção de partilhar custos, riscos e resultados das inovações. E estes custos não são desprezíveis, à proporção que cada nova droga no mercado pode custar em média US\$ 800 milhões em todo o seu processo de desenvolvimento até a comercialização (NIOSI e REID, 2007).

No Japão, as sucessivas reformas legais promovidas pelo governo constituem um processo de mudança institucional-regulatória contemplando-se, inclusive, o surgimento de instituições relativamente novas para o até então vigente modelo japonês de ciência e tecnologia (C&T), em especial as firmas de Venture Capital (VC) (LINSKEY, 2006).

No âmbito das iniciativas de VC, incluem-se:

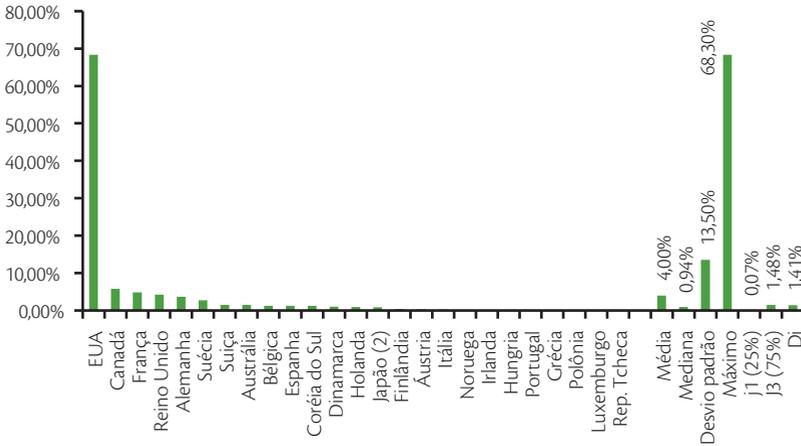
“... os investimentos no capital acionário de empresas iniciantes ou em fase de expansão, com perspectivas de alto crescimento e rentabilidade elevada, cujos proprietários aceitem compartilhar parte da propriedade da empresa.” (MORAIS, 2007, p.11)

Em relação aos investimentos de VC, apresentados no Gráfico 6, os Estados Unidos detêm 68,30% do montante de VC realizado em ciências da vida pelo conjunto de países amostrados, respondendo por mais que o dobro da parcela devida às demais nações (31,70%) que apresentaram dados para esta variável.

Apenas outros três países também exibiram percentuais de investimento acima da média do grupo nesta modalidade, a saber, Reino Unido, França, e Canadá. Suíça, Suécia e Alemanha completam o rol de nações que integram o último quartil da distribuição.

Novamente, a maciça participação dos EUA no conjunto dos países para a variável sob análise criou uma distribuição muito desigual, na qual o desvio-padrão é mais de três vezes o valor

médio, o intervalo interquartil é diminuto (1,41%) face ao valor máximo da distribuição (EUA), além de a média ser substantivamente superior à mediana.



**Gráfico 6.** Participação dos países no VC direcionado às ciências da vida, 2007

Fonte: dados trabalhados pelos autores a partir de Beuzekom e Arundel (2009). As bases originais são da Thomson Financial, PwC, EVCA, e National Venture Capital Associations, abril de 2009. Notas: 1. O VC está limitado a investimento em capital semente, a start-ups, e aos estágios iniciais de desenvolvimento e expansão de uma inovação ou produto. 2. Para o Japão os resultados são de 2006.

Se no mundo desenvolvido há tendências para o fortalecimento de pesquisas co-financiadas público-privadas, em nações como Brasil, China e Índia, os indícios sugerem que o investimento do setor público em biotecnologias é que está crescendo (LELE, 2003). No caso de China e Índia, existe a explícita preocupação de segurança alimentar e com o uso de biotecnologias agrícolas para mitigar problemas possíveis neste aspecto.

Por outro lado, ainda na questão dos investimentos atrelados a estas tecnologias, a Tabela 3 informa os gastos de P&D em biotecnologias no setor privado como uma percentagem do valor adicionado na indústria. Aqui, são dominantes as firmas que fazem P&D em biotecnologia, compondo-se o quartil superior de Dinamarca, Suíça, Bélgica, Estados Unidos, Irlanda e França. Ademais, nota-se também que os gastos médios de 0,12%, na forma de P&D em biotecnologia, são relativamente modestos frente ao valor agregado na indústria.

**Tabela 3.** Gastos de P&D em biotecnologias no setor privado como uma porcentagem do Valor Adicionado (VA) na indústria

País	%	Tipo de firma
Dinamarca (2009)	0,388%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Suíça (2008)	0,369%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Bélgica (2006)	0,258%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Estados Unidos (2009)	0,256%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Irlanda (2009)	0,244%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
França (2009)	0,220%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Suécia (2009)	0,194%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Eslovênia (2010)	0,185%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Estônia (2010)	0,145%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Coréia do Sul (2010)	0,114%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Canadá (2007)	0,109%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Finlândia (2007)	0,097%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Holanda (2) (2010)	0,095%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Áustria (2010)	0,093%	Firmas de biotecnologia dedicadas
Noruega (2010)	0,085%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Espanha (2010)	0,079%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Alemanha (2011)	0,062%	Firmas de biotecnologia dedicadas
Itália (2009)	0,049%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Japão (2010)	0,043%	Firmas de biotecnologia
Rep. Tcheca (2010)	0,029%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Portugal (2009)	0,024%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Austrália (2009)	0,020%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
Rep. Eslováquia (2010)	0,011%	Firmas que fazem P&D em biotecnologia
África do Sul (2006)	0,006%	Firmas de biotecnologia dedicadas
Fed. Russa (3) (2010)	0,005%	Firmas de P&D biotecnologia dedicadas
Polônia (2010)	0,004%	Firmas de biotecnologia
Média		0,12%
Mediana		0,09%
Desvio padrão		0,11%
Máximo		0,39%
j1 (25%)		0,03%
j3 (75%)		0,17%
Dj		0,14%

Fonte: dados trabalhados pelos autores a partir de OCDE (2012). Notas: 1. Os anos entre parênteses referem-se à data da informação para cada país; 2. Para a Holanda, dados provisórios e apenas de firmas com 10 ou mais empregados; 3. Para a Federação Russa um indicador aproximado é usado, isto é, gastos de P&D por áreas prioritárias de sistemas vivos (bioengenharia, biocatálise, tecnologias de biossíntese e biossensoriamento, tecnologias veterinárias e biomédicas, genômica e fármaco-genética, tecnologias de células vivas).

O exemplo brasileiro compreende reduzida tradição em instrumentos financeiros privados de suporte a protocolos de pesquisa de longa maturação e riscos elevados. Assim ferramentas de financiamento oriundas dos mercados acionários ou ancoradas em VC são tímidas ou localizadas.

Em contrapartida, têm sido estruturados mecanismos longevos de financiamento como no caso dos Fundos Setoriais radicados no sistema Finep-MCT. Destarte, foram estruturados 189 projetos de pesquisa no contexto do Fundo Setorial de Biotecnologia entre 2002 e 2008, além de projetos biotecnológicos desenvolvidos no âmbito dos demais Fundos Setoriais, identificando-se palavras-chave das biotecnologias no título de tais investigações de pesquisa.

O próprio Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) estruturou fundos específicos, com recursos inversíveis a empreendedores, inclusive nos segmentos da biotecnologia, o Funtec e o Criatec. No entanto, tais iniciativas são bastante recentes (2006 e 2007, respectivamente), e há ainda poucos dados para uma avaliação dos respectivos investimentos direcionados às inovações biotecnológicas.

Da mesma forma, não podem deixar de ser citados casos individuais de inversão de recursos como as iniciativas da Fundação Biominas de MG, os investimentos do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) em bioálcool, e mesmo de empresas como a Allelyx na área de eventos em bioquímica, cerveja, álcool, vinho, vinagre, microbiologia, enzimologia, engenharia genética ou de mutação, meios de cultura e meios de ensaio microbiológico.

Também não podem ser esquecidas as pesquisas biotecnológicas patrocinadas pela Petrobras em diversas parcerias com o sistema universitário local, ou mesmo no âmbito de projetos específicos das Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), que embora sejam pontuados geograficamente e bastante heterogêneos entre si, tendem a desenvolver expertises específicas que podem se mostrar úteis em um cenário de longo prazo da pesquisa biotecnológica no país.

## 6. Considerações finais

Trabalhos anteriores (GREIS, DIBNER e BEAN, 1995; LELE, 2003; BEUZEKOM e ARUNDEL, 2009) sugeriram a prevalência dos Estados Unidos e da União Europeia nessas tecnologias, além da referência explícita de Lehrer e Asakawa (2004) aos esforços japoneses e alemães para o aproveitamento econômico de tais tecnologias.

De acordo com os resultados do trabalho, os EUA exercem uma posição de prevalência quanto às principais variáveis que se relacionam à biotecnologia moderna. Em seu Sistema Nacional de Inovação (SNI) as conexões entre universidades, agências governamentais e empresas privadas

são regidas por regras formais e informais já bem estabelecidas. Isto propicia um moto efetivo em termos de resultados, e com intensa cooperação negociada entre os agentes.

Na UE, o desenvolvimento e emprego comercial das biotecnologias são mais lentos, conquanto observem-se indícios na direção de maior utilização das biotecnologias em setores que a UE vê maior necessidade e menor risco. Em relação à UE, vários estudos sugerem que o segmento de biotecnologia está mais próximo da área de P&D do que da comercialização de produtos finais, possivelmente por conta de ambiguidades regulatórias do setor naquela região

Além dos Estados Unidos, identificaram-se países que devem ser considerados em análises acerca das biotecnologias e de suas aplicações no mundo. Quando a questão é o número de firmas envolvidas em tais tecnologias, citam-se a Coreia do Sul, a França, a Alemanha, e a Espanha. Também devem ser referidos num grupo complementar Canadá e Austrália.

Atenção especial deve ser dedicada aos pequenos países europeus, inclusive os do Leste Europeu, que se mostraram relativamente ativos quanto à realização de P&D em biotecnologias (Irlanda, Bélgica, Suíça, Dinamarca, Estônia, República Tcheca, República da Eslováquia, Noruega e Eslovênia). É possível aventar a existência de especialização de alguns países destes com maior proporção de firmas pequenas (até 50 trabalhadores) em determinadas rotas biotecnológicas, sobretudo se levar-se em conta que grandes conglomerados dos setores agroquímico e de saúde sediam-se, prioritariamente, nos Estados Unidos, França e Suíça.

Na trajetória brasileira, a expressão stop and go consagrou-se como referência aos períodos sucessivos nos quais o país vivia acelerado crescimento econômico, seguido por uma fase de estagnação e baixas taxas de expansão do produto, geralmente acompanhadas por dificuldades no setor externo e instabilidades cambial e de preços (GREMAUD, SAES e TONETO JR., 1997; FURTADO, 2007). Guardadas as devidas proporções, em muitos momentos a orientação das políticas públicas afetas às biotecnologias no Brasil viveu um dilema de caráter stop and go.

Para a realidade brasileira, a articulação de fato produtiva entre as agências governamentais, as empresas privadas e as instituições de pesquisa é ainda um processo em construção dentro do SNI local, e está um passo atrás do estágio efetivado nos países elencados. Mesmo após 18 anos de estabilização inflacionária, o país tem urgências outras nas áreas macroeconômica, social (educação e saúde), e de infraestrutura (logística, transporte, habitação, e saneamento básico), aspectos nos quais aqueles países já solucionaram seus problemas maiores.

No contexto das condições macroeconômicas históricas em que se deu o desenvolvimento do setor produtivo nacional, os sucessivos momentos de instabilidade de preços e de crescimento e de desequilíbrio externo foram limitantes severos para inversões produtivas privadas em

pesquisas cujos protocolos regulatórios são de longo prazo. Este é um impeditivo para os desenvolvimentos biotecnológicos à proporção que os relatos da literatura sinalizam para um lapso temporal de 10 anos ou mais até a obtenção do processo ou produto final.

Em biotecnologia, o Brasil tem suas atividades concentradas nas universidades e instituições públicas. A geração de patentes biotecnológicas no Brasil mostra em parte esta característica. Ademais, muitas corporações internacionais, que inovam em setores como farmacêuticos e agroquímicos, têm suas estratégias de desenvolvimento e proteção intelectual de novos produtos calcadas em seus países de origem. Assim, as utilizações de vanguarda das biotecnologias tendem a ocorrer no exterior, mesmo sob condições melhoradas para a realização de P&D biotecnológico no Brasil.

No entanto, apesar dos argumentos até aqui postos, há desenvolvimentos importantes da biotecnologia no Brasil, que podem significar apostas interessantes para o país em usufruto das oportunidades implícitas em tais tecnologias. Neste contexto, citam-se os progressos em curso na Fundação Instituto Osvaldo Cruz (Fiocruz) e no Instituto Butantã no tratamento de doenças negligenciadas pelas grandes corporações farmacêuticas e que ainda fazem parte do cotidiano brasileiro. Somente este já seria um resultado de monta para o país na corrida biotecnológica.

Dois elementos outros se mostram promissores em relação ao caso brasileiro, carecendo de posterior investigação. Com primeiro ponto, a diversidade biológica do Brasil. O país apresenta no mínimo seis biomas terrestres: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa (IBGE, 2004), além de potencial econômico não mensurado em seus recursos hídricos.

Em paralelo, é crescente a participação do Brasil no conhecimento produzido nas áreas de ciências biológicas, ciências agrárias e ciências da saúde, e começam a ganhar solidez mecanismos de longevidade nas frentes de financiamento e mão de obra em biotecnologias. Em ambos os casos, a consolidação dos fundamentos macroeconômicos gerais pode funcionar como fator paralelo de atração de recursos, inclusive capitais de risco.

Por fim, informações adicionais sobre a formação de redes de pesquisa e parcerias de cooperação entre instituições dos países desenvolvidos também podem oferecer pistas para uma melhor condução das políticas públicas brasileiras voltadas à administração de patentes ou à formação e fortalecimento de parques biotecnológicos no Brasil.

## Referências

- ALCÁCER, J.; GITTELMAN, M.; SAMPAT, B. applicant and examiner citations in US Patents: an overview and analysis. **Working Paper** 09-016, Harvard Business School. 43p. 2008.
- ALMEIDA, P.R. Da extração de pau-brasil ao seqüenciamento do genoma: a lenta emergência de uma história das ciências e da tecnologia no Brasil. **Parcerias Estratégicas**, n.21, p.301-313, dez. 2005.
- ARUNDEL, A.V.; BEUZEKOM, B.V.; GILLESPIE, I. Defining biotechnology – carefully. **Trends in Biotechnology**, v.25, p.331-332, Aug. 2007.
- ASSAD, A.; AUCÉLIO, J. Biotecnologia no Brasil: recentes esforços. In: SILVEIRA, J. M. F. J.; DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. (Orgs). **Biotecnologia e Recursos Genéticos: Desafios e Oportunidades para o Brasil**. Campinas: Unicamp, 2004. 412p.
- BEUZEKOM, B. V.; ARUNDEL, A. **OCDE Biotechnology Statistics 2009**. OCDE, 2009.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Indicadores. produção científica**. Brasília: MCT, 2010. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/>>. Acesso em: 27 ago. 2010.
- COHEN, J.; PALLBERG, R. Explaining restricted approval and availability of GM crops in developing countries. **AgBiotech Net**, v.4, p.1-6, oct. 2002.
- CUNHA, E.B. **Organismos geneticamente modificados (OGMs): obstáculos à obtenção e uso no Brasil**. 2007. 327p. Dissertação (Mestrado) – Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/ Universidade de Brasília, 2007.
- DAL POZ, M. E.; FONSECA, M. G. D.; SILVEIRA, J. M. F. J. In: SILVEIRA, J. M. F. J.; DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. (Orgs). **Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil**. Campinas: Unicamp, 2004. 412p.
- DANZON, P., NICHOLSON, S., PEREIRA, N., 2005. Productivity in pharmaceutical-biotechnology R&D: the role of experience and alliances. **Journal of Health Economics**, v.24, p.317–339, mar. 2005.
- DRUMMOND, I. **Avaliação da atividade de patenteamento em biotecnologia no Brasil no período de 1996 a 2007**. 2009. 73p. Dissertação (Mestrado) – Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas/ Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Seminário Propriedade Intelectual e Inovação para o Desenvolvimento do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <<http://www22.sede.embrapa.br/snt/html/propriedadeintelectual/eventos.htm>>. Acesso em: 29 mai. 2007.
- FARNLEY, S.; MOREY-NASE, P.; STERNFELD, D. Biotechnology - a challenge to the patent system. **Current Opinion in Biotechnology**, v.15, p.254-257, jun. 2004.

- FORTES, M. H. P.; LAGE, C. L. S. Depósitos nacionais de patentes em biotecnologia, subclasse C12N, no Brasil de 1998 a 2000. **Biotemas**, v.19, p.7-12, mar. de 2006.
- FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. 351p.
- GRAAF, G.; ZILBERMAN, D. An intellectual property clearinghouse for agricultural biotechnology. **Nature Biotechnology**, v.19, p.1179-80, dec. 2001.
- GREIS, N. P.; DIBNER, M. D.; BEAN, A. S. External partnering as a response to innovation barriers and global competition in biotechnology. **Research Policy**, v.24, p.609-630, 1995.
- GREMAUD, A. P.; SAES, F. A. M.; TOLEDO JR., R. **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Atlas, 1997. 247p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de biomas e de vegetação**. Rio de Janeiro: IBGE, 21 de maio de 2004. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=169](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169)> Acesso em: 17 jan. 2010.
- \_\_\_\_\_. Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005 – **Anexo 2. Questionário da Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 12p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **IPC Reformado OMPI – Seção C**. Disponível em: <[http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/patente/pasta\\_classificacao](http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/patente/pasta_classificacao)>. Acesso em: 21 de jan. 2010.
- JAFFE, A.B. The U.S. patent system in transition: policy innovation and the innovation process. **Research Policy**, v.29, p.531–557, apr. 2000.
- KINGSTON, W. Innovation needs patents reform. **Research Policy**, v. 30, n.3, p.403-423, mar. 2001.
- LEHRER, M.; ASAKAWA, K. Rethinking the public sector: idiosyncrasies of biotechnology commercialization as motors of national R&D reform in Germany and Japan. **Research Policy**, v.33, p.921-938, 2004.
- LELE, U. Biotechnology: opportunities and challenges for developing countries. **American Journal of Agricultural Economics**, v.85, p.1119-1125, nov. 2003.
- LINSKEY, M.J. Transformative technology and institutional transformation: Coevolution of biotechnology venture firms and the institutional framework in Japan. **Research Policy**, v.35, p.1389-1422, nov. 2006.
- MANGEMATIN, V.; LEMARIÉ, S.; BOISSIN, J. P.; CATHERINE, D.; COROLLEUR, F.; CORONINI, R.; TROMMETTER, M. Development of SMEs and heterogeneity of trajectories: the case of biotechnology in France. **Research Policy**, v.32, p.621-638, apr. 2003.
- MARQUES, F. Colaboração. Modelo em expansão. FAPs montam redes para pesquisar a dengue, desenvolver biocsméticos e aumentar a segurança nas transfusões de sangue. **Pesquisa Fapesp – Ciência e tecnologia no Brasil**, n.159, p.35, mai. 2009.

- MC NAMARA, P.; BADEN-FULLER, C. Shareholder returns and the exploration-exploitation dilemma: R&D announcements by biotechnology firms. **Research Policy**, v.36, p.548-565, may 2007.
- MENDONÇA, M. A. A.; FREITAS, R. E. Análise dos grupos de pesquisa em biotecnologias no Brasil. **Revista de Economia Agrícola**, v.57, p.5-18, 2010.
- MEYER, M. Does science push technology? Patents citing scientific literature. **Research Policy**, v.29, p.409-434, mar. 2000.
- MILLER, H. I. Biotech's defining moments. **Trends in Biotechnology**, v.25, p. 56-59, feb. 2007.
- MOORE, A. Biofuels are dead: long live biofuels(?) - part two. **New Biotechnology**, v.25, i.2-3, p.96-99, oct.-dec. 2008.
- MORAIS, J. M. Políticas de apoio financeiro à inovação tecnológica: avaliação dos programas MCT/Finep para empresas de pequeno porte. **Texto para Discussão do IPEA**, v.1296, p.1-81, 2007.
- MOSES, V. Biotechnology and science policy. **Current Opinion in Biotechnology**, v.15, p.237-240, jun. 2004.
- MOWERY, D. C.; NELSON, R. R.; SAMPAT, B. N.; ZIEDONIS, A. A. The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole act of 1980. **Research Policy**, v.30, p.99-119, 2001.
- MOWERY, D.C.; SAMPAT, B. The Bayh-Dole Act of 1980 and university-industry technology transfer: a model for other oecd governments? **Journal of Technology Transfer**, v.30, 1/2, p.115-127, 2005.
- NIOSI, J. ; REID, S. E. Biotechnology and nanotechnology: science-base enabling technologies as windows of opportunity for LDCs? **World Development**, v.35, p.426-438, mar. 2007.
- NOTTENBERG, C.; PARDEY, P.; WRIGHT, D. Accessing other people's technology for non-profit research. In: P. PARDEY & B. KOO (eds.). **Biotechnology and genetic resource policies**. Washington DC: International Foode Policy Research Institute, Brief4, 2003, p.1-4.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC AND COOPERATION DEVELOPMENT (OCDE). **The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda**. Paris: OEDC Headquarters, 2007. 322p.
- \_\_\_\_\_. **Key biotechnology indicators (last updated june 2012)**. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/innovationinsciencetechnologyandindustry/keybiotechnologyindicators.htm>>. Acesso: 31 ago. 2012.
- PRAY, C. E. Public-private sector linkages in research and development: biotechnology and the seed industry in Brazil, China and India. **American Journal of Agricultural Economics**, v.83, p.742-747, aug. 2001.
- SAMPAT, J. Patenting and US academic research in the 20th century: the world before and after Bayh-Dole. **Research Policy**, v.35, p.772-789, jul. 2006.

- STUART, T. E. OZDEMIR, S. Z., DING, W. W. Vertical alliance networks: The case of university-biotechnology-pharmaceutical alliance chains. **Research Policy**, v.36, p.477-498, may. 2007.
- STUART, T.; SORENSON, O. The geography of opportunity: spatial heterogeneity in founding rates and the performance of biotechnology firms. **Research Policy**, v.32, p.229-253, feb. 2003.
- SZARKA, E. Patenting in biotechnology: a review of the 20th Symposium of ECB. **Journal of Biotechnology**, v.67, p.1-11, jan. 1999.
- TASSEY, G. The disaggregated technology production function: A new model of university and corporate research. **Research Policy**, v.34, p.287-303, apr. 2005.
- UNU-MERIT. **CATI database**. Maastricht: The Netherlands, April 2009.
- TRAORE, N.; ROSE, A. Determinants of biotechnology utilization by the Canadian industry. **Research Policy**, v.32, p.1719-1735, 2003.
- XIA, Y. Financing agricultural research in the new biotechnology era. **American Journal of Agricultural Economics**, v.85, p.1259-1265, nov. 2003.
- XIA, Y.; BUCCOLA, S. University life science programs and agricultural biotechnology. **American Journal of Agricultural Economics**, v.87, p.229-243, feb. 2005.

## A ciência no Império<sup>1</sup>

*Simon Schwartzman*

A conquista da independência política do Brasil foi suave e pacífica, graças à transferência da corte portuguesa para o Rio de Janeiro, em 1808, durante as guerras napoleônicas, sob a proteção da Grã-Bretanha. Durante cerca de vinte anos o Rio de Janeiro continuou a ser a sede do Império português, e as tentativas de reverter o país ao status colonial provocou a independência formal do país, em 1822, patrocinada pelo herdeiro da Coroa de Portugal, Dom Pedro I. As primeiras décadas do século dezenove testemunharam uma relativa estagnação da economia, com a exaustão das minas de ouro de Minas Gerais. A expansão do comércio internacional trouxe uma nova vida às plantações de cana de açúcar do Nordeste, mas nada comparável ao seu apogeu, nos séculos precedentes. O algodão florescia também na mesma região, mas não podia competir com a produção das plantações do Sul dos Estados Unidos<sup>2</sup>.

À medida que perdia impulso o setor externo, mais dinâmico, a vida brasileira recuou para um regime de isolamento e autossuficiência, em velhas fazendas e vilas adormecidas, ligadas apenas pelas lentas tropas de mulas, enquanto no Rio de Janeiro uma elite política instável procurava consolidar a sua posição. Desde o princípio surgiram conflitos entre as elites brasileiras (quase sempre regionais) e as portuguesas, e em 1830 Dom Pedro I abdicou e viajou para Portugal, onde mais tarde seria coroado como Pedro IV. Entre 1830 e 1840 o país foi governado, em nome do seu filho e herdeiro, por uma sucessão de regentes. Durante a regência uma série de levantes regionais ameaçaram destruir a unidade política do país, mas todos fracassaram. Em 1840, com apenas quinze anos, Dom Pedro I foi coroado Imperador, e se manteria no trono até o princípio da República, em 1889.

<sup>1</sup> Este capítulo é parte do livro "Um espaço para a ciência", cuja edição foi traduzida e publicada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em 2001, a partir da versão reescrita e atualizada pelo autor em 1991, e lançada na Pennsylvania State University Press. A primeira edição do livro foi apresentada em 1979 pela Companhia Editora Nacional com recursos da Finep.

<sup>2</sup> Sobre as condições da economia nesse período vide Simonsen 1962 e C. Prado Jr. 1967. Sobre o algodão, vide Stein 1957

A segunda metade do século dezenove foi um período de consolidação política e crescente expansão econômica e demográfica. Durante quase cinquenta anos o Brasil funcionou como uma monarquia constitucional estável, baseada em um sufrágio limitado e em um sistema bipartidário, em que os partidos se alternavam no poder sob a supervisão benevolente do Imperador, que representava o Poder Moderador, acrescentado aos três tradicionais. As províncias, uma herança das velhas divisões administrativas da colônia, eram governadas por enviados do Rio de Janeiro, que nunca permaneciam no posto o tempo suficiente para criar vínculos e lealdades locais, e as eleições parlamentares eram manipuladas rotineiramente pelo centro do poder, garantindo assim a lealdade dos eleitos ao partido governista.

A expansão econômica era devida principalmente à crescente importância do café no mercado internacional. No princípio do século dezenove o café se tornou uma cultura de peso em Minas Gerais e no Rio de Janeiro, dada a disponibilidade de terras baratas e mão de obra escrava. À medida que a terra era exaurida, o plantio de café se deslocava para o Sul, e no fim do século São Paulo tinha substituído as outras províncias como a principal região produtora. Essa mudança na geografia do café coincidiu com a escassez de mão de obra, pois em 1850 o governo brasileiro cedeu por fim às pressões inglesas para terminar o tráfico negreiro. Com a redução do número de escravos, a imigração procedente da Europa e da Ásia para substituir essa mão de obra por trabalhadores assalariados emergiu como uma solução natural para a crise<sup>2</sup>.

Só em parte as mudanças demográficas e sociais podem ser explicadas por essas modificações na economia. A ocupação do território brasileiro, a partir do século dezesseis, foi motivada por uma variedade de razões, desde preocupações militares até a presença de povos indígenas suscetíveis à escravização e à conversão religiosa; da presença de produtos extrativos à existência de portos seguros e rotas para a fácil penetração do interior. Até meados do século dezoito o Brasil foi governado de Salvador, na Bahia, e durante a maior parte do período colonial uma administração independente governou a parte setentrional do país, desde São Luís, no Maranhão, e Belém, na foz do rio Amazonas. Recife foi também a sede da aventura colonial holandesa na América do Sul, e por muito tempo funcionou como entreposto e porto de saída natural para a economia açucareira do Nordeste brasileiro. Os Impérios coloniais português e espanhol se encontraram, e disputaram seus limites, em torno do rio da Prata. Com sua tradição de insurreições e mobilização militar, a província do Rio Grande do Sul foi em parte um produto desse conflito. São Paulo era uma porta para o interior, uma fonte de escravos indígenas e um primeiro centro das missões jesuíticas. A descoberta de ouro em Minas Gerais, no século dezoito, concentrou a população brasileira naquela província, que manteve um tipo peculiar de sociedade urbana e rural baseada no trabalho escravo, e que sobreviveu por muito tempo à febre do ouro. De modo geral, cada ciclo econômico ou administrativo deixou sua marca nos centros urbanos,

---

2 Vide em Balán 1973 e Graham 1973 visões comparativas sobre a imigração européia no Brasil.

nas instituições associadas e na população, levando à formação de uma sociedade complexa e urbanizada que coexistia, por vezes de forma autônoma ou pouco integrada, com a economia das grandes culturas agrícolas<sup>3</sup>.

Este breve sumário deveria bastar para sugerir que não se poderia esperar que a ciência e a tecnologia despontassem no Brasil em resposta a demandas da economia colonial ou pós-colonial. O que vemos, na verdade, são tentativas reiteradas das autoridades portuguesas, e depois das brasileiras, de criar instituições de natureza prática, seguidas logo pela decadência ou a transformação dessas instituições em algum tipo imprevisto de entidade de pesquisa ou instituição educacional de caráter genérico. Essa mudanças espontâneas e inesperadas devem ser compreendidas em termos da cultura moderna que começava a se desenvolver na capital do país, em parte devido à europeização intelectual de alguns segmentos da elite brasileira, em parte devido ao número cada vez maior de europeus atraídos pelas oportunidades de emprego ou aventura que esperavam encontrar no Brasil --- não só portugueses mas franceses, alemães e cidadãos de outros países.

### Ciência colonial: os naturalistas

Ao contrário de nações como a França, Holanda e Inglaterra, que transferiram alguma forma de “ciência colonial” para os territórios e as nações que ocupavam, não se podia esperar o mesmo de Portugal, que não tinha desenvolvido uma tradição científica própria<sup>4</sup>. O colonialismo português era predatório e espoliativo, sem a intenção de criar no Novo Mundo uma sociedade complexa, com instituições para produzir e transmitir o conhecimento<sup>5</sup>. Alguns procedimentos tecnológicos foram desenvolvidos para a mineração do ouro e a produção de açúcar, as principais atividades econômicas durante os quatro séculos de ocupação colonial no Brasil, e pouco mais do que isso.<sup>6</sup>

No entanto, o Brasil não se manteve completamente isolado do resto do mundo. Durante todo o século dezesseis Portugal disputou com outras potências marítimas europeias a posse do território brasileiro, e entre 1630 e 1661 a Holanda controlou a região mais lucrativa desse território, o Nordeste, tendo como base a cidade de Recife<sup>7</sup>. A administração holandesa trouxe para o Brasil pessoas dedicadas ao estudo da geografia, zoologia e botânica, e deixou uma importante coleção de desenhos que só agora está sendo redescoberta. As atividades científicas realizadas no Brasil até a independência tinham por foco descrições da natureza do Novo Mundo --- sua

3 Vide Martins Filho e Martins 1983.

4 McLeod 1975; Moyal 1976.

5 Godinho, 1961-70; Lang 1979; Maxwell 1972.

6 A. de B. Castro 1971.

7 Melo 1976; Boxer 1965 e 1973.

fauna, flora, minerais, seus habitantes. Era uma ciência descritiva, praticada em grande parte por viajantes estrangeiros, que acrescentavam ao acervo de observações sobre a história natural que estava sendo acumulado na Europa.

O interesse da Coroa portuguesa pelas matérias primas existentes no Brasil provocou certo esforço para coligir informações sobre novos produtos de possível valor comercial. Até a segunda metade do século dezanove as instituições científicas e educacionais brasileiras não podiam ser comparadas com as da América hispânica. A educação, por exemplo, sob a direção dos jesuítas, nunca ultrapassou o equivalente à escola secundária. Preocupada com a ideia de que algum instituto brasileiro pudesse rivalizar com os portugueses, a Coroa impediu que os jesuítas instalassem na colônia a universidade que desejavam, assim como impediu a criação de qualquer tipo de imprensa que pudesse contribuir para a disseminação de novas ideias.

Com a ascensão do Marquês de Pombal em Portugal, o cenário da colônia passou por mudanças substanciais. Em 1783 o governo português confiou a Alexandre Rodrigues Ferreira, o primeiro naturalista brasileiro a estudar em Coimbra, a responsabilidade de explorar a flora e a fauna do país. Os resultados do estudo de Ferreira, uma contribuição importante à botânica e à zoologia brasileiras, foram perdidos por Portugal durante a invasão das tropas napoleônicas, quando o acervo do Museu Real foi transportado para Paris por Geoffroy de Saint-Hilaire.

Em 1772, no vice-reinado do Marquês do Lavradio, foi fundada no Rio de Janeiro a Sociedade Científica, com o objetivo de disseminar conhecimentos científicos. A Sociedade patrocinou conferências públicas e lidou com toda uma gama de temas de botânica, zoologia, química, física e mineralogia. O Marquês do Lavradio criou também um pequeno jardim botânico para experiências com plantas. Em 1779 a Sociedade mudou o seu nome para Sociedade Literária do Rio de Janeiro. Suas atividades foram mantidas até 1794, quando foi fechada, provavelmente por motivos políticos de menor importância<sup>8</sup>. Em 1797 instalou-se finalmente a primeira instituição oficial de pesquisa do Brasil, quando o Rei de Portugal ordenou ao Capitão Geral do Pará que criasse um jardim botânico na cidade de Belém, para a aclimação de plantas<sup>9</sup>.

## Ciência Imperial: o século dezanove

Só no século dezanove, depois da transferência da corte portuguesa, começaram a surgir alguns institutos técnicos e certas atividades de pesquisa mais sistemáticas. Para o geólogo Othon Leonardos, a ciência brasileira começou de fato com os irmãos Martim Francisco e José Bonifácio de Andrada e Silva, que viajaram pelo interior de São Paulo em 1819 para estudar sua geologia

8 Azevedo 1885; Alexandre Marchant 1961; Alden 1968.

9 Anyda Marchant 1961.

e mineralogia, e aplicar esses conhecimentos às atividades de mineração<sup>10</sup>. Já em 1808 tinham sido criadas várias instituições: a Academia de Guardas-Marinha, no Rio de Janeiro, que passaria depois a Academia Naval; o Colégio Médico-Cirúrgico da Bahia e a Escola Médico-Cirúrgica do Rio de Janeiro, que seriam as duas primeiras escolas de medicina do país; a Biblioteca Nacional, o Jardim Botânico do Rio de Janeiro, conhecido originalmente como o Horto Real; e a Escola Central, uma academia militar que seria a primeira escola de engenharia do Brasil.

O propósito pragmático dessas primeiras instituições, e a forma como dele se afastaram ficam claras nos exemplos do Jardim Botânico e do Museu Imperial<sup>11</sup>. O jardim Botânico teve sua origem na criação de uma fábrica de pólvora perto da lagoa Rodrigo de Freitas. Paralelamente à criação dessa fábrica, em 13 de junho de 1808 o Príncipe Regente<sup>12</sup> decretou fosse preparado um terreno perto do alojamento do inspetor da fábrica e para a construção de um centro de aclimação de espécies orientais, jardim que seria usado também para o cultivo de chá destinado ao mercado europeu. Em 1814 um grupo de colonos chineses se instalou na região, e demonstrou como preparar o produto. Embora o cultivo do chá desse resultados razoavelmente bons, o plano original de exportar para a Europa nunca foi implementado. No entanto, o Jardim Botânico serviu como o principal centro para a aclimação e desenvolvimento de plantas como noz-moscada, abacate, cravo, canela, cana de açúcar, etc. O exemplo se difundiu, e outros jardins botânicos foram criados na Bahia, em Minas Gerais, Pernambuco, São Paulo e outras províncias, usando mudas e sementes procedentes do exterior e recebidas inicialmente no Rio de Janeiro. Mais tarde, Dom João VI expandiu o Real Horto, que foi franqueado ao público com o nome de Real Jardim Botânico. Sob a administração de Frei Leandro do Sacramento, primeiro professor de botânica na Escola Médico-Cirúrgica e primeiro diretor do Jardim Botânico depois da independência, a função inicial do Jardim foi muito ampliada. De um simples terreno para a introdução e aclimação de plantas, ele passou a funcionar como um instituto científico dedicado ao estudo e à experimentação. Além de dar início ao cultivo de algumas plantas, inclusive o chá, a administração de Frei Leandro promoveu um intercâmbio de espécies com o Jardim Botânico de Cambridge e distribuiu sementes e plantas aos jardins do Pará, de Pernambuco e da Bahia. Como o pouco valor econômico desses produtos se tornou evidente, o Jardim Botânico passou a ser um centro de estudos tradicionais de taxonomia vegetal, e principalmente um parque agradável e lugar de recreio para a população do Rio de Janeiro.

O Museu Real (depois chamado de Museu Imperial, e finalmente de Museu Nacional) começou com uma coleção de amostras minerais do mineralogista alemão Abraham Werner, que

10 Leonardos 1955:271.

11 Outra instituição criada nessa época foi o Laboratório Químico-Prático, fundado por Dom João VI em 1812, que H. Rheinboldt considera o primeiro centro brasileiro de química industrial. Vide Rheinboldt 1955:23-5.

12 A corte portuguesa que fugiu para o Brasil em 1808 era chefiada pelo Príncipe Regente Dom João, que reinava em nome da incapacitada Rainha mãe, e que foi depois coroado como Dom João VI.

estava sendo usada nas aulas práticas da Academia Militar; objetos artísticos de madeira, mármore, prata, marfim e coral; uma coleção de pinturas a óleo doadas pelo Rei Dom João VI; artefatos nativos e produtos naturais dispersos por várias instituições do Rio de Janeiro; e animais empalhados de uma velha coleção iniciada na época da colônia, e conhecida como a Casa dos Pássaros<sup>13</sup>. Além disso, houve muitas doações particulares. A administração original incluía um diretor, um contínuo, um assistente zoológico, um escriturário e um guarda-livros. Um total de 2.880 mil réis --- o equivalente a aproximadamente 580 libras inglesas --- foi orçado para a compra de material.

O Museu Nacional se desenvolveu lentamente, e levou algum tempo para que a exibição pública das suas coleções se tornasse uma atividade importante, ou mesmo possível. Até 1821 só duas salas no térreo do edifício do Campo de Santana estavam abertas ao público, com uma mostra de modelos de máquinas industriais, montada por iniciativa de outra instituição, a Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional. Aquele ano as coleções científicas do Museu foram abertas aos visitantes. Depois da independência, em 1822, o Museu iniciou um novo período, bastante frutífero. Os Ministros do Império lhe davam o seu apoio solicitando aos naturalistas estrangeiros que visitavam o Brasil a doação de material coligido, e assim o Museu ampliou gradualmente o seu acervo com doações de Langsdorff, Natterer, Sellow e outros. Foi instalado um laboratório de física e química e teve início o intercâmbio regular de coleções ou amostras com instituições estrangeiras.

À medida que o século progredia, o Museu Nacional se tornou um centro científico, onde os naturalistas europeus se reuniam ao chegar ao Brasil. Ludwig Riedel, que veio em 1820 para juntar-se à expedição científica de G. I. Langsdorff<sup>14</sup>, serviu durante algum tempo como chefe da seção botânica do Museu; Friedrich Sellow, que viajou também ao Brasil por sugestão de Langsdorff, percorreu o interior comissionado pelo Museu. Fritz Müller, cuja obra *Für Darwin* é considerada uma contribuição à teoria da evolução, foi durante muitos anos um naturalista viajante do Museu. Outros nomes memoráveis associados ao Museu Nacional incluem Hermann von Ihering

---

13 O interesse português pelo Brasil, utilitarista, é evidente no decreto de 6 de junho de 1808 que criou o Museu Real: "No interesse de difundir o conhecimento e o estudo das ciências naturais no Reino do Brasil, que abrange milhares de objetos dignos de observação e exame e que podem ser úteis para o comércio, a indústria e as artes (todos os quais desejaria abençoar com grandes fontes de riqueza), determino por este meio que se estabeleça nesta corte um museu real, para o qual serão transferidos os instrumentos, máquinas e ofícios atualmente espalhados por outros locais, tudo sob a responsabilidade daqueles que designar no futuro. E sendo do meu conhecimento que os locais de moradia agora ocupados no Campo de Santana pelo seu proprietário, João Rodrigues Pereira de Almeida, tem proporções adequadas, e salas para esse fim, e que o mencionado proprietário concordou voluntariamente em vender essa propriedade pela soma de trinta e dois contos, para me prestar um serviço, decidi aceitar essa oferta, prosseguindo com a transferência de título através da Junta de Finanças, de modo a incorporá-la às posses da Coroa." (citado em Lacerda 1905:3-4).

14 Langsdorff, descendente de alemães, foi nomeado Cônsul da Rússia no Brasil, e entre 1820 e 1827 organizou duas expedições, percorrendo a maior parte do interior do país e reunindo uma grande quantidade de material botânico, zoológico e etnográfico, enviado a São Petersburgo e só recentemente aberto aos interessados. Vide Chur, Komissarov & Licenko 1981.

e Émil Göldi. Servindo como naturalista viajante para o Museu depois de chegar da Alemanha, von Ihering tornou-se o fundador e primeiro diretor do Museu Paulista, em 1894. Göldi juntou-se ao Museu Imperial como assistente da seção zoológica, e mais tarde foi convidado a organizar o Museu do Pará, que hoje traz o seu nome.

Em 1876 a Comissão Geológica do Império forneceu ao Museu uma importante coleção geológica organizada por Charles F. Hartt. Constam dessa coleção ouro, prata, ferro, cobre, chumbo, zinco e gemas preciosas, com mostras do México, Estados Unidos, Rússia, Áustria e outros países. Em 1850 o bem equipado laboratório de mineralogia do Museu ampliou suas análises e experiências para incluir amostras de combustíveis. Exploradores estrangeiros estavam interessados na identificação de depósitos de carvão, petróleo, cobre e outros minerais<sup>15</sup>, mas a função do Museu foi reduzida com a transferência para os serviços geológicos do governo da responsabilidade pelas principais atividades geológicas e minerais.

O Museu chegou à sua idade de ouro em 1876, com Ladislau Neto:

“Havia entusiasmo no ar, um desejo de formar a reputação do Museu e ganhar estima aos olhos do público e do governo nacional. O trabalho era realizado com seriedade, nos laboratórios e nos escritórios; as coleções eram reexaminadas, os espécimes velhos ou danificados eram substituídos por outros mais recentes; as prateleiras foram preenchidas; ossos dispersos reunidos para formar esqueletos; couros foram finalmente utilizados; cuidava-se do aspecto estético das coleções à mostra; rótulos antigos eram substituídos por novos; adaptações modernas tomavam o lugar de antigas denominações genéricas ... As conferências realizadas no auditório do Museu, à noite, atraíam um grupo seletivo e distinto, que incluía muitas vezes a presença vibrante do Imperador Dom Pedro II. Professores, deputados, senadores, altos funcionários e senhoras da sociedade reuniam-se ali em dias determinados para ouvir uma lição útil e fascinante sobre um dos vários ramos das ciências naturais, ilustrada com desenhos e gravuras, murais e amostras dos objetos mencionados na apresentação. Os temas de zoologia, botânica e biologia eram todos abordados de forma sintética, e o conferencista expunha aos seus ouvintes as conclusões e um sumário dos fatos, fáceis de reter e assimilar. Os jornais e algumas revistas científicas e literárias publicavam os textos dessas conferências. Aberto ao público três dias por semana, o Museu atraía cada mês milhares de visitantes, desejosos de ver os objetos em exibição ... Em toda a parte elogiava-se e falava-se bem do Museu; os viajantes que vinham visitar a capital do país ansiavam por ver suas coleções.”<sup>16</sup>

---

15 Lacerda 1905:26-7.

16 Lacerda 1905:44-5.

Em 1880 o Museu abriu um laboratório de fisiologia experimental --- o primeiro do país --- onde João Batista de Lacerda e Louis Couty desenvolveriam seus trabalhos. Couty viera da França para ensinar biologia industrial na Escola Politécnica, mas escolheu o Museu como local apropriado para suas experiências práticas. Os primeiros estudos foram feitos com venenos animais, plantas tóxicas e nutritivas, fisiologia do clima, o álcool da cana de açúcar, o café e o mate; doenças dos homens e dos animais e fisiologia cerebral, com a utilização de macacos. Todos os que estudam o desenvolvimento da ciência biológica no Brasil acentuam a importância que teve o laboratório de Couty e Lacerda, durante todo o tempo em que funcionou<sup>17</sup>.

No começo do século vinte as seções de geologia e mineralogia do Museu tinham acumulado uma coleção importante, que incluía amostras de quase todos os minerais que vinham sendo explorados no território do país. No entanto, esse já era um período de decadência institucional. A República trouxe novas urgências e prioridades, e não encontrou um lugar para o velho Museu, que se tornou principalmente uma coleção de curiosidades científicas inertes para o visitante eventual.

O apogeu da ciência imperial foi marcado pela presença ativa do próprio Imperador em todos os assuntos relacionados com a ciência, a tecnologia e a educação. Fazendo o papel de Mecenas, o interesse de Dom Pedro II pelas ciências o levou a buscar a companhia de cientistas, tanto no Brasil como no exterior, e a participar de todos os acontecimentos culturais e científicos mais importantes do país.

Esse envolvimento pessoal do Imperador com as ciências encontrava certa resistência, que para Fernando de Azevedo era a resistência à modernização, a "hostilidade mal disfarçada sentida em um ambiente intelectual e político<sup>18</sup> dominado por indivíduos com tendência à retórica, educados com abstrações --- ambiente que levava o pensamento nacional a se absorver na literatura, nas questões e preocupações legais, no debate político." Além de considerações desse tipo, o interesse do Imperador pelos assuntos científicos colocava essas atividades à mercê dos caprichos imperiais. Os que pensavam não estar recebendo um tratamento justo se encontravam possivelmente em melhor condição para perceber os perigos inerentes àquela situação. Era o caso de Joaquim Murinho, um médico homeopata que ao defender a medicina homeopática criticava incisivamente Dom Pedro II:

"Sua Alteza Real sofre do que se poderia chamar de mania científica. Com uma única tese na mão, Sua Alteza pretende que ela abranja a medicina, a matemática, as ciências naturais, a engenharia civil e de minas, a filosofia, a história, a linguagem ... e tudo o mais; Sua Alteza estuda essa tese com toda seriedade e, sempre que alguém menciona um determinado ponto do seu traba-

---

<sup>17</sup> L. de C. Faria 1951.

<sup>18</sup> F. de Azevedo 1963:395.

lho, Sua Alteza folheia a tese como se tivesse compreendido o seu tema, e procurasse formular uma opinião. ... Seja uma experiência científica ou industrial, a tentativa de guiar um balão, uma experiência com a iluminação elétrica, e aí está Sua Majestade citando os livros que leu sobre o assunto e expressando uma opinião sobre os resultados da experiência.”

Por outro lado, Dom Pedro não só tinha opiniões como tomava decisões:

“Quando há um exame de seleção para candidatos a professor de nossas escolas, os exames prestados pelos candidatos são enviados para ser lidos por Sua Alteza Real. E felizes são aqueles cujo exame agrada a Sua Majestade. Quando se trata de contratar um professor estrangeiro para um cargo em uma das nossas universidades, não é o corpo docente que aconselha o Governo sobre o candidato com melhor currículo, mas quem escolhe é o próprio Imperador, ou um dos seus assistentes científicos. Fisiologistas são enviados para ensinar agricultura, e engenheiros de minas para ensinar artes e manufatura, ignorando assim as vocações profissionais, deslocando indivíduos das suas áreas de opção e transformando professores que se distinguiram nos seus campos em professores medíocres, que precisam ensinar matérias com as quais não estão familiarizados, simplesmente porque Sua Alteza Real decidiu confiar-lhes essa tarefa. Em todos as suas ações Sua Alteza Real parece dizer: a ciência sou eu<sup>19</sup>.”

## A educação superior

As autoridades governamentais se envolviam não só com a ciência mas também com a educação. A localização das instituições de ensino superior criadas no início do século dezenove nos diz algo sobre os seus objetivos. A transferência da Coroa portuguesa para o Brasil foi o ponto mais baixo na história do Império português desde os anos gloriosos das grandes descobertas, e a debilidade militar do Brasil explica a prioridade atribuída à criação de escolas militares na capital, a cidade do Rio de Janeiro. A segunda prioridade era medicina e cirurgia, tanto por razões militares como, supostamente, para a proteção da saúde pública. Depois da capital, a Bahia era o maior e mais importante centro urbano, e era apropriado que tivesse a segunda escola de medicina. A formação em direito provavelmente ainda era vista como o melhor destino para os filhos da elite local na Recife decadente e em São Paulo que estagnava, e as duas cidades obtiveram as escolas que almejavam.

Se essa era a motivação dos que cercavam o Rei de Portugal no seu exílio, nos anos seguintes esse modelo não permaneceu sem mudanças ou questionamentos. As academias militares se transformaram em escolas de engenharia, que não se projetaram como centros técnicos mas forneceram um campo fértil para que prosperassem os valores cientificistas do positivismo; e a

---

19 Citado em Lobo 1964: vol. 3.

profissão médica, estimulada pela eficácia das descobertas recentes contra as doenças tropicais, na mudança do século, desenvolveu também suas próprias ambições. Quanto às escolas de direito, criadas em São Paulo e em Recife em 1827, escaparam do domínio do direito canônico e dos códigos lusitanos tradicionais para receber um influxo de diferentes influências do pensamento liberal europeu<sup>20</sup>.

No Império o sistema educacional se caracterizava principalmente pela centralização administrativa. Segundo diploma legal de 4 de dezembro de 1810, a Academia Real Militar devia ser “presidida por uma junta militar composta por um presidente e quatro ou mais suplentes, três dos quais seriam aqueles que eu decida selecionar e nomear para essa posição como os mais capacitados nos estudos científicos e militares.”<sup>21</sup> Todos os nomeados pelo Imperador, em um Decreto de 1811, eram membros do Corpo Real de Engenharia<sup>22</sup>. Mesmo depois da introdução de um esquema de exames de seleção para a Academia, em 1833, a política continuou a exercer um papel importante na nomeação dos professores. Um relatório de 1837 sobre a situação do ensino profissional no Brasil chamava atenção para “a má escolha de alguns professores, nomeados em condições de escandaloso favoritismo. Em vez de selecionar os candidatos de maior merecimento, com algumas honrosas exceções houve um esforço para só escolher os protegidos ... Nos exames de seleção o favoritismo tem sido tal que causa repulsa até mesmo mencioná-lo: os filhos seguem os pais, os cunhados seguem os cunhados, os primos seguem os primos, os sobrinhos seguem os tios ...”<sup>23</sup> Sem uma demanda significativa de profissionais qualificados e de uma comunidade profissional que pudesse impor padrões de qualidade, era inevitável que a centralização tivesse esses efeitos negativos. Assim, as instituições de ensino funcionavam mal, pela falta de empenho por parte dos estudantes e professores, práticas desonestas nos exames e descuido na preparação das aulas.

Os livros que os professores deviam usar para suas aulas eram prescritos por lei. Essa centralização transparecia também na subordinação direta das escolas ao Gabinete Imperial. Todas as instituições deviam seguir um ano escolar obrigatório de sete meses, e mais tarde foram criados “exames preparatórios” junto às Comissões Provinciais de Ensino Público para os candidatos aos Institutos educacionais superiores. Esses exames se baseavam nas matérias ensinadas nas escola

20 Sobre as escolas de direito do século dezanove vide Venâncio Filho 1977 e Adorno 1988.

21 Citado por F.M. de O. Castro 1955:50.

22 Antônio José do Amaral, Primeiro Tenente, natural do Rio de Janeiro, instrutor do Primeiro Ano; Francisco Cordeiro da Silva e Alvim, Sargento, natural de Portugal, instrutor do Segundo Ano, que mais tarde receberia o título de Visconde de Jerumirim; José Saturnino da Costa Pereira, Primeiro Tenente, natural da Colônia do Sacramento, situada no extremo meridional do Brasil, instrutor do Terceiro Ano; Manuel Ferreira de Araújo Guimarães, Capitão, natural de São Salvador, na Bahia, instrutor do Quarto Ano; e José Vitorino dos Santos e Souza, Segundo Tenente, lugar de nascimento desconhecido, instrutor de geometria descritiva (Morais 1955:118; F. M. de O. Castro 1955:52).

23 Clóvis Beviláqua, citado em Almeida Jr.: 1956:21, 22.

secundárias, quase exclusivamente humanidades, e retiravam das escolas o direito de escolher os seus alunos segundo critérios próprios<sup>24</sup>.

Com a reforma Leôncio de Carvalho, implementada no Império durante o governo do Primeiro Ministro Visconde de Sinimbu, a educação superior brasileira passaria por uma mudança profunda --- transformação provocada pela adoção mal compreendida de elementos do sistema universitário alemão, juntamente com as ideias positivistas, adaptadas ao clima político de descentralização que predominou a partir do Manifesto Republicano de 1870. A presença nas aulas passou a ser opcional, e a adotou-se plena liberdade de ensino, com a introdução de uma versão brasileira do *Privatdozent* alemão e a eliminação do controle governamental sobre o que deveria ser ensinado. Segundo a opinião dos contemporâneos, os efeitos foram desastrosos, pois desapareceu o pouco controle de qualidade que havia no regime anterior de centralização. Para compensar essa falta de controle foi adotado um sistema de exames governamentais no fim dos cursos, mas a confiabilidade desses exames dependia muito da capacidade individual de cada professor.<sup>25</sup> O principal resultado dessa lei, que permaneceu em vigor até 1895, foi a disseminação de instituições de ensino superior por todo o Brasil, começando por São Paulo. A reforma Leôncio de Carvalho e suas consequências deixou a impressão de que o Brasil não estava preparado para o pluralismo e a liberdade acadêmica, o que acabou por reforçar as tendências autoritárias e centralizadoras que prevaleceriam até o presente.

Apesar destas limitações e falta de autonomia, foi nas instituições de ensino superior que surgiram várias das primeiras tradições de trabalho de pesquisa científica no Brasil, nas áreas das ciências físicas e biológicas.

## Engenharia e mineração

A primeira instituição técnica brasileira foi a Academia Real de Marinha criada por Dom João VI no Mosteiro de São Bento, no Rio de Janeiro. Dois anos depois o Rio ganhava sua Academia Real Militar, responsável pelo treinamento de oficiais de artilharia e engenheiros topográficos e geográficos. O documento de fundação da Academia Real Militar, datado de 4 de dezembro de 1810, definia que a instrução consistiria em “um curso completo das ciências matemáticas, das ciências de observação --- isto é, física, química, mineralogia, metalurgia e história natural, incluindo os reinos vegetal e animal --- assim como as ciências militares, incluindo tanto a tática como a artilharia e a construção de fortalezas<sup>26</sup>.” Em 1832 as duas academias se uniram para formar a Academia Militar e de Marinha, união que não durou mais do que um ano.

24 J. M. Carvalho 1978.

25 Almeida Jr. 1956; Venâncio Filho 1977; Barros 1959.

26 Citado em F. M. de O. Castro 1955:56. Vide também Barata 1973 sobre a tradição de engenharia no Rio de Janeiro.

O curso completo da Academia Militar durava sete anos, divididos entre matemática (quatro anos) e ensino militar (três anos). O ensino da matemática seguia as seguintes linhas:

“O professor do Primeiro Ano ensinava aritmética, álgebra (até as equações de terceiro e quarto grau), geometria, trigonometria linear e elementos da trigonometria esférica; o professor do segundo ano ensinava álgebra avançada, geometria analítica, cálculo diferencial e integral; o professor do terceiro ano ensinava mecânica (estática e dinâmica), hidrostática e hidrodinâmica; e no quarto ano havia um professor de trigonometria esférica, ótica, astronomia e geodésia<sup>27</sup>.”

O programa estava estruturado de tal forma que seus conceitos fossem aplicados rigidamente, sem deixar espaço para dúvidas ou a experimentação<sup>28</sup>. Todas as reformas posteriores feitas na Academia Real Militar ou tratavam de questões disciplinares ou procuravam aperfeiçoar os aspectos puramente profissionais dos seus cursos. Mais tarde, a engenharia militar começou a se afastar da civil, e a partir de 1833 foi permitido a civis seguir os seus cursos, ao lado de militares. Em 1839 a Academia se transformou na Escola Militar, e não tardou a ganhar a reputação de manter uma disciplina extremamente rígida, deixando assim de atrair alunos civis. Em 1842 foi introduzido um curso de engenharia civil de sete anos, sendo possível obter o doutorado mediante a apresentação de uma tese. Em 1855 foi criada uma Escola de Aplicação para o ensino exclusivo de assuntos militares, e em 1858 a Escola Militar passou a ser a Escola Central, uma instituição predominantemente civil, embora os militares continuassem a frequentar as aulas comuns aos dois cursos. A partir de 1858 a física passou a ser ensinada como uma matéria à parte<sup>29</sup>.

Em 1874, durante a vigência do Gabinete do Visconde de Rio Branco, o sistema brasileiro de educação superior passou por uma completa reforma, e os cursos de engenharia civil e militar foram separados de forma definitiva, o que resultou na criação da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, de acordo com o modelo francês. Nessa época, o regime imperial estava em pleno auge, a população se expandia, o café aumentava os rendimentos da aristocracia rural, e mais impostos eram recolhidos pelo governo central. Os contatos com a Europa se intensificaram, e

27 F. M. de O. Castro 1955:51.

28 Assim, por exemplo, o segundo capítulo do programa de matemática estabelece: “O instrutor do Quarto Ano explicará plenamente a trigonometria esférica de Lagrange, assim como os princípios da ótica, catóptrica e dióptrica; a base de todos os tipos de óculos (refração e reflexão) seguida por uma explicação do sistema do mundo, em que os trabalhos de Laplace terão grande utilidade --- sem aventurar-se nas suas nobres teorias, já que não haverá tempo para isso, mas revelando os principais resultados demonstrados por Laplace com tanta elegância, e explicando todos os métodos usados na determinação das latitudes e longitudes, no mar e na terra; e comentando e demonstrando regularmente como isso pode ser aplicado às medidas geodésicas, outra vez com a maior amplitude possível. O instrutor revelará também os fundamentos da cartografia geográfica, de várias projeções, e a aplicação aos mapas geográficos e topografias, assim como explicará os princípios aplicáveis aos mapas marítimos reduzidos e ao novo método usado para desenhar o mapa da França; dando também uma idéia geral da geografia global e das suas divisões. As obras de Laplace, de Laccaille, a Introdução de Lacroix e a geografia de Pinkerton servirão como base para o livro de texto a ser compilado, no qual deve ser feito um esforço para cobrir plenamente estes tópicos” (citado em Morais 1955:117).

29 F. M. de O. Castro 1955; Morais 1955; Ribeiro 1955; Almeida Jr. 1956.

as velhas instituições educacionais passaram a ser vistas como demasiadamente limitadas para os filhos de uma elite em expansão. Na nova Escola Politécnica o antigo curso de matemática da Escola Militar foi dividido em um curso de ciências físicas e matemáticas e outro de ciências físicas e naturais. Dentro das ciências físicas e matemáticas se ensinava a “mecânica celeste e a física matemática”, assim como “matemática suplementar”. Outra mudança importante e sem precedentes era a possibilidade de obter um diploma de bacharel ou de doutor em ciências físicas e matemáticas, ou em ciências físicas e naturais, fora dos cursos profissionais de engenharia. Assim, a ciência pura era introduzida no ensino, levando às grandes expectativas do Visconde do Rio Branco a respeito da Escola Politécnica; em um relatório de 1876 ele descreveu o novo currículo como incorporando “a culminação dos progressos alcançados pelas ciências naturais e físico-matemáticas<sup>30</sup>.”

Era otimismo excessivo. Nem o espírito nem a estrutura desses cursos foram mantidos depois de 1889, durante o período republicano. A primeira tentativa de extingui-los veio em 1890, sob o governo provisório, logo depois da queda do Império, em 1889. Os professores da Escola Politécnica se manifestaram contra a reforma proposta, e o Chefe do Governo Provisório decidiu contra a sua adoção. Os cursos científicos da Politécnica sobreviveram até 1896, quando foram finalmente abolidos pela própria direção da Escola<sup>31</sup>.

A Escola de Minas de Ouro Preto é uma exceção notável entre as escolas profissionais fundadas depois da reforma educacional do Visconde do Rio Branco. Criada em 1875 por iniciativa pessoal do Imperador, a Escola ganhou vida com Claude Henri Gorceix, seu organizador e primeiro diretor<sup>32</sup>. Durante uma visita à Europa, no princípio da década de 1870, Dom Pedro II convidou Auguste Daubrée, diretor da Escola de Minas de Paris, a organizar e dirigir uma escola análoga no Brasil, mas Daubrée sugeriu Henri Gorceix para essa missão. Em julho de 1875, um ano depois de chegar ao Brasil, Gorceix apresentou ao governo brasileiro um relatório sugerindo a localização e os estatutos da Escola, que seria construída na cidade colonial de Ouro Preto, capital da província de Minas Gerais, perto dos depósitos minerais mais ricos do país. Gorceix propunha um curso de dois anos, com aulas cobrindo um período de dez meses, de agosto até junho, com dois meses adicionais dedicados a excursões e trabalhos práticos. O curso exigiria regime de tempo integral tanto dos professores como dos alunos; o corpo docente teria bons salários e os estudantes mais pobres seriam contemplados com bolsas. Haveria um máximo de dez alunos por classe, e os alunos de melhor rendimento seriam enviados aos Estados Unidos e à Europa, para se aperfeiçoarem. Os candidatos precisariam ser aprovados em um exame de ingresso, independentemente das Comissões Oficiais de Ensino Público, que controlavam o acesso às outras

30 Citado em F. M. de O. Castro 1955:61.

31 F. M. de O. Castro 1955:61.

32 Vide um relato completo em J. M. Carvalho 1978.

instituições de ensino superior do país, e ao longo do curso haveria exames frequentes. Por fim, o governo identificaria os estudantes que, tendo completado o curso, obtivessem melhor rendimento durante suas viagens ao exterior, e empregaria os seus serviços. Depois de algumas mudanças relacionadas com os gastos previstos, e tendo sido aprovado plenamente por Daubrée, o projeto inicial foi oficializado em 6 de novembro de 1875.

O projeto definitivo da Escola de Minas inspirou-se não na famosa escola de Paris, mas na de Saint-Etienne. A natureza do ensino na primeira era mais ampla, e atraía para o seu curso de três anos os melhores graduados da *École Polytechnique*. Já o curso de dois anos de Saint-Etienne era mais prático e operacional, embora procurasse proporcionar uma melhor educação do que a exigida para simples técnicos ou mestres artesãos. Assim, a Escola de Ouro Preto seria uma *école de mineurs*, não uma *école de mines*, na tradição da de Paris.

Desde o início a história da Escola de Minas foi marcada pela luta contínua contra a tendência centralizadora do Gabinete Imperial e por choques constantes com a Politécnica do Rio de Janeiro a propósito do seu *status*, autonomia e objetivos. Um decreto de 1880 determinava que os graduados da Escola de Minas deviam receber igual tratamento quando competissem por posições docentes em escolas similares. Em 1885 o curso de Ouro Preto foi equiparado ao curso de engenharia da Politécnica. No entanto, a despeito dessa garantia legal, as bancas examinadoras da Politécnica sempre rejeitavam os graduados de Ouro Preto que se candidatavam a cargos de professor, e para evitar essa discriminação em várias oportunidades foi necessária a intervenção pessoal do Imperador. A falta de um mercado especializado para os graduados da Escola tornava necessário incluir no curso a engenharia civil, como recomendara em 1884 o Presidente da província de Minas Gerais, que se ofereceu para apoiar a escola, pois escasseavam os fundos fornecidos pelo governo central. De acordo com J. M. De Carvalho, “a intervenção da província, que implicava em mudanças no projeto original, provavelmente impediu a extinção da Escola. Mas essa intervenção decorria não de interesse em preservar uma Escola de Minas de nível superior, mas do desejo de manter em Minas Gerais uma escola superior de qualquer tipo<sup>33</sup>.”

## Medicina e cirurgia

A abertura em 1808 de dois cursos médico-cirúrgicos, um em Salvador e o outro no Rio de Janeiro, marcou a inauguração oficial do ensino da medicina no Brasil. Antes disso, a assistência médica era prestada na colônia ou por curandeiros --- herdeiros de conhecimentos empíricos, indígenas ou africanos --- ou por clínicos que trabalhavam sob o Proto-Medicato de Portugal. O Proto-Medicato era uma junta permanente que supervisionava todas as práticas relacionadas com a arte médica; e julgava também os pedidos de autorização para essa prática, submetendo-

33 J. M. Carvalho 1978:59.

-os à aprovação oficial. Para ter essa qualificação os candidatos precisavam apresentar uma declaração certificando terem passado por certo período de aprendizado, e haverem sido aprovados em um breve exame realizado por essa junta médica<sup>34</sup>.

Em 1808 a Coroa portuguesa criou no Brasil os cargos de Físico Mór do Reino e Cirurgião Mór do Exército, que passaram a ser as mais altas autoridades no campo da saúde dentro da organização administrativa de Portugal. Em conjunto, esses dois cargos formavam uma espécie de junta de saúde pública. O Cirurgião Mór e seus delegados estavam incumbidos de supervisionar tudo o que se relacionasse com o ensino e a prática da cirurgia, de sangrias, partos, extração de dentes, aplicação de sanguessugas e restaurações ósseas. Além da sua responsabilidade sobre os hospitais militares, os médicos e serviços de saúde, o Físico Mór e seus delegados deviam inspecionar o ensino e a prática da medicina; as questões entre médicos e seus pacientes; a prática das farmácias, dos curandeiros e cirurgiões dedicados a tratar doenças internas. Eram responsáveis também pela prevenção de epidemias e a supervisão geral da saúde pública. Havia uma óbvia distinção hierárquica entre a medicina, uma profissão liberal, e a cirurgia, uma habilitação de ordem prática.

O novo Cirurgião Mór, José Correia Picanço, natural do estado de Pernambuco e graduado de Coimbra, sugeriu fosse criada na Bahia a Escola de Anatomia e Cirurgia, funcionando no Hospital Real daquela cidade, “em benefício da preservação e da saúde dos cidadãos, com o objetivo de treinar professores capazes e expertos que, por meio da união da ciência médica e do conhecimento da prática cirúrgica pudessem servir os residentes no Brasil<sup>35</sup>.” O curso do Rio de Janeiro foi criado pouco tempo depois, devido à “grande necessidade de que os hospitais militar e naval treinem seus cirurgiões nos princípios da medicina, e cuidem dos doentes a bordo dos navios e das pessoas que precisam morar em vilas distantes, no vasto continente que é o Brasil.<sup>36</sup>” Quatro disciplinas eram oferecidas durante os quatro anos de estudo: anatomia e fisiologia; terapia cirúrgica e privada; medicina cirúrgica e obstétrica; e medicina, química, temas médicos e farmácia. Ao completar seus estudos, o aluno recebia um certificado e podia solicitar ao Cirurgião Mór a formação de uma banca examinadora para avaliar as suas qualificações. Depois de receber o diploma, era preciso também obter a aprovação da universidade de Coimbra. Uma reforma de 1811, baseada no modelo de Coimbra, exigia que para ser aceito o candidato conhecesse latim, filosofia moral e racional, geometria e elementos de álgebra, física e química: um currículo muito mais lato do que é comum em nossos dias. O curso de farmácia devia tomar três anos; o de cirurgia e medicina, cinco. Mas essa reforma nunca foi implementada.

34 As informações que seguem se baseiam em Magalhães 1932; Campos 1941; Lobo 1964, I, Cap. 2; Santos Filho 1947 e 1977; e Lacaz 1977.

35 Citado por Lobo 1964, 1:13.

36 Lobo 1964 1:13.

Em 1813 a escola de medicina do Rio de Janeiro foi reorganizada em linhas muito menos ambiciosas, passando a chamar-se Academia Médico-Cirúrgica. Tendo como foco a cirurgia, o programa excluía a farmácia e a medicina. Para ser admitido, o candidato só precisava ler e escrever português corretamente, e concordar em aprender francês e inglês no decorrer do curso. Aqueles que já soubessem latim ou geometria estavam dispensados de fazer o Primeiro Ano. Depois de cursar a Academia por cinco anos, e tendo sido aprovado em todos os exames finais, o aluno recebia uma Carta de Aprovação em Cirurgia. Os que prosseguissem nos estudos por mais dois anos recebiam uma Carta de Graduação em Cirurgia, que garantia vários privilégios: colocação preferencial em vagas de cargos públicos; permissão de tratar todas as doenças em lugares onde não houvesse médicos; participação automática no Colégio Cirúrgico e na Academia de Medicina do Rio de Janeiro, assim como em todas as instituições similares a serem criadas no Brasil. O grau de Doutor em medicina seria conferido a qualquer cirurgião com graduação que apresentasse uma dissertação em latim e fosse aprovado nos exames indicados pelo Físico Mór. Em 1815 a Escola da Bahia foi reorganizada nessas mesmas linhas. A independência, em 1822, não alterou a estrutura das escolas de medicina, e só em 1826 foi eliminada a exigência da confirmação pela universidade de Coimbra.

A fundação da Sociedade de Medicina, em 1829, foi um sinal da sua profissionalização e crescente prestígio. O primeiro núcleo da Sociedade foi um grupo de cinco médicos ilustres, dois brasileiros e três estrangeiros, além de dois cirurgiões graduados. Organizada no modelo da Academia Francesa, sua primeira tarefa foi estudar os projetos para a reforma do ensino médico, que estavam então sendo debatidos pelo Congresso. Obtida a aprovação legislativa, depois de algumas mudanças a reforma foi assinada em 3 de outubro de 1832, qualificando as escolas da Bahia e do Rio de Janeiro como Escolas de Medicina, e autorizando-as a conceder diplomas de Doutor em Medicina, Farmácia ou Obstetrícia (o título relativo às sangrias foi eliminado).

Essa reorganização do ensino médico deveria marcar a passagem da medicina prática e sintomática para a científica. O antigo currículo era criticado porque ele não

“oferecia um único curso, com as chamadas ciências auxiliares, lidando com o estudo da natureza ou dos corpos e das propriedades gerais e específicas em cada caso ... Física, química e botânica: essas ciências são indispensáveis ao estudo da medicina; elas não fornecem inumerável documentação que pode ser usada ou para explicar os fenômenos do organismo ou para examinar a composição e ação dos corpos, ou ainda para procurar os meios médicos e mecânicos de proteger a saúde e curar a doença<sup>37</sup>.”

---

37 Citado por Lobo 1964 1:50.

Além de incluir as três “ciências auxiliares”, o plano do novo curso enfatizava e expandia o ensino de higiene, um campo que teria ênfase especial no Rio de Janeiro. No entanto, a prática clínica continuava ser o forte das duas Escolas.

Uma exceção a essa tradição clínica era a chamada “Escola Tropicalista Bahiana”, que não era propriamente uma Escola, mas um movimento iniciado por volta de 1850 e desenvolvido fora da Escola de Medicina da Bahia. Com a exceção de Otto Wücherer e John Ligertwood Paterson, que tinham estudado no exterior, todos os membros desse movimento estudaram na Escola de Medicina da Bahia.

A Escola Tropicalista Bahiana deu algumas contribuições importantes. Wücherer e Paterson identificaram a epidemia de febre amarela em 1849, e a *colera morbus* em 1853. Em 1863 Wücherer publicou um ensaio sobre a fauna brasileira, examinando e descrevendo novas espécies de serpentes e estabelecendo regras morfológicas para a identificação de variedades venenosas. Foi também responsável pela correta identificação e descrição de várias doenças, inclusive a infecção pelo verme ancilóstomo, enquanto Silva Lima descrevia a beriberi mais precisamente do que nunca. O trabalho da Escola Tropicalista Bahiana ficou registrado na *Gazeta Médica da Bahia*, que começou a ser publicada em 1866<sup>38</sup>. Considerada na época uma boa revista, a *Gazeta Médica* apareceu regularmente até 1908, servindo como veículo para difundir o trabalho de outros membros desse movimento. As fontes disponíveis não esclarecem a natureza do possível relacionamento entre os membros do movimento e a Escola de Medicina --- se havia entre eles colaboração ou rivalidade. No entanto, é difícil imaginar que na cidade de Salvador, no século dezanove, esses dois polos da medicina pudessem se ignorar mutuamente. É provável que o modelo de ensino e pesquisa que deveria permear a ciência brasileira durante todo um século (ou seja, com as duas práticas realizadas em lugares diferentes) já estivesse criando raízes.

### A ciência imperial em perspectiva

Até o princípio da República, a atividade científica no Brasil era extremamente precária. De um lado, precisava lidar com iniciativas instáveis, empreendidas segundo os impulsos do Imperador. Por outro, tinha que enfrentar as limitações das escolas profissionais burocratizadas, sem autonomia e com objetivos puramente utilitários.

Essa situação precária será melhor compreendida se lembrarmos de que o Brasil não tinha setores sociais significativos que julgassem a atividade científica suficientemente valiosa e importante para justificar o interesse e o investimento por parte da nação. Para termos uma melhor perspec-

---

38 Uma reprodução em fac-símile, em dois volumes, foi publicada por Falcão (ed.) em 1974.

tiva, podemos contrastá-la com o que vinha acontecendo, mais ou menos na mesma época, em dois países não ocidentais de grande extensão --- o Japão e a Índia.

Desde a Restauração Meiji, de 1868, o Japão se empenhou em absorver sistematicamente a ciência e a tecnologia do Ocidente. Em 1900 a Universidade Imperial de Tóquio já oferecia cursos avançados de física, tecnologia e biologia, ensinados em línguas ocidentais. Além disso, os estudantes japoneses enviados aos centros científicos mais importantes da Europa e dos Estados Unidos deveriam mais tarde ensinar no seu país. Ao enfrentar esse desafio, o governo japonês podia contar com o apoio de um grupo social bem definido, os Samurais. Com o fim do período de descentralização feudal, essa classe guerreira tradicional abandonou suas antigas atividades e dela saíram os indivíduos necessários para realizar a revolução científica e tecnológica japonesa<sup>39</sup>.

Embora de forma diferente, sob muitos aspectos, a Índia do século dezenove estava também muito envolvida com a cultura ocidental. Os ingleses levaram a sua colônia seus métodos de ensino, e estimularam a elite local a enviar seus filhos às universidades na Inglaterra. A sociedade indiana passava por um processo de ocidentalização que levou à adoção do inglês como língua oficial. A elite cultural indiana, a casta dos Brâmanes, ingressou nas novas escolas e universidades na expectativa de manter sua liderança cultural e social dentro dos limites permitidos pelos colonizadores. Os estudiosos da história indiana tendem a acentuar a esterilidade desse processo de adoção de uma tradição científica e tecnológica que a Índia pudesse considerar como sua<sup>40</sup>.

Essa comparação com a Índia e o Japão do século dezenove evidencia a debilidade dos projetos educacionais e científicos do Império brasileiro, onde a ciência era vista a princípio como um conhecimento aplicado, e como tal considerada pouco prática e econômica; e, mais tarde, foi vista como simples cultura, e portanto em grande parte irrelevante. A expansão gradual da educação superior, ao longo do século dezenove, foi em parte a busca de conhecimentos novos e úteis com crescente conteúdo científico; e também parte do movimento de uma elite urbana pequena mas crescente que desejava abrir espaço para si e obter reconhecimento na sociedade pela força do seu pecúlio especial: os novos conhecimentos reunidos pela Europa, que estavam sendo levados para o Brasil<sup>41</sup>.

O modo como a antiga Escola Militar do Rio de Janeiro mudou de nome e de objetivos no século dezenove é uma boa indicação de como ela se via. Com exceção da fronteira meridional, a profissão militar nunca gozou de grande prestígio no Brasil, e a dimensão civil da Escola foi sempre predominante. Em 1858 a Escola Militar passou a se chamar Escola Central e em 1874 adotou finalmente a denominação francesa de Escola Politécnica. A predominância da engenharia civil

39 Koizumi 1975; Hashimoto 1963.

40 Morehouse 1971; Rahman 1970.

41 O que segue está baseado em Schwartzman 1991.

não significava que a Escola tivesse competência especial no desenvolvimento da qualificação em mecânica ou na construção, ou ainda no estímulo à competência nas ciências físicas e naturais. Os visitantes eram unânimes na sua crítica ao modo como o ensino era conduzido --- com livros de texto desatualizados, sem aulas práticas ou experimentais, e sem um esforço de pesquisa próprio: situação que no entanto talvez fosse compatível com a limitada demanda tecnológica da sociedade brasileira daquela época. No longo prazo, a Escola de Minas de Ouro Preto não teve melhor resultado, a despeito de seus padrões iniciais terem sido bem mais estritos. O subsolo de Minas Gerais era rico, mas nunca houve uma base econômica para uma indústria de mineração que necessitasse do conhecimento especializado que a Escola de Minas deveria desenvolver. Uma educação técnica especializada só se desenvolveu em São Paulo, cuja Escola Politécnica, criada em 1894, acompanharia de perto o desenvolvimento do sistema ferroviário na região do café.

O que justificava a Escola Politécnica do Rio de Janeiro (assim como a Escola de Minas e em certa medida a Politécnica de São Paulo) era sobretudo o seu papel na criação de um novo tipo de intelectual de elite que desafiava a sabedoria convencional dos sacerdotes e advogados, em nome da ciência moderna. A ideia de que a sociedade podia ser planejada e administrada por engenheiros, bem característica da tradição francesa, teria no Brasil um forte impacto. Enquanto na tradição inglesa a engenharia foi sempre considerada uma ocupação menor, pouco adequada a cavalheiros, desde a sua criação a *École Polytechnique* foi o centro de formação da elite francesa. Nela a instrução militar era acompanhada do treinamento em matemática e física, e acreditava-se que essa combinação era a melhor forma de preparar mentes cartesianas para construir pontes, organizar exércitos e administrar a economia. A doutrina positivista garantia aos engenheiros brasileiros que eles tinham o direito e a competência necessária para governar a sociedade, e sob a sua orientação torná-la melhor e mais civilizada. Eles promoveram as campanhas contra a monarquia, em favor da educação universal, pela melhoria dos salários dos trabalhadores; opuseram-se à Igreja e a todas as formas de corporativismo (as ambições de autorregulamentação das universidades eram vistas como uma manifestação corporativista); opunham-se à vacinação obrigatória contra a varíola e acima tudo se organizavam em sociedades secretas, conspirando para conquistar o poder. Nesse movimento tiveram tanto êxito que o seu lema "Ordem e Progresso", aparece até hoje na bandeira nacional.

Na medicina encontramos um cenário semelhante. No século dezenove firmou-se nos meios médicos brasileiros a ideia de que a ciência médica poderia deixar seu papel curativo para ter uma função preventiva, mais social<sup>42</sup>. Até então os médicos e outros profissionais da arte de curar lidavam principalmente com as pessoas que procuravam a sua ajuda, e que podiam pagar

---

42 O que segue está baseado em Machado, Loureiro, Luz e Muricy 1978. Uma fonte importante para a parte final do século dezenove são os Anais da Academia Imperial de Medicina, publicados no Rio de Janeiro entre 1870 e 1890, e depois intitulados Anais da Academia de Medicina.

pelos seus serviços. As epidemias globais --- as pragas, a lepra, a varíola, as doenças venéreas --- eram uma responsabilidade do governo e das autoridades religiosas, com o isolamento dos doentes, o conforto dos moribundos, a exortação às pessoas não atingidas para evitar a promiscuidade com os doentes. No princípio do século, provavelmente pela primeira vez no Brasil, os médicos foram solicitados a explicar as causas das doenças do Rio de Janeiro como centro urbano, e a propor uma solução. Eles identificaram problemas com o ar, a arquitetura, o fornecimento de alimentos e a moralidade social. Suas recomendações eram principalmente de caráter urbanístico, legal e moral, e não estritamente médicas; para implementá-las era preciso a aprovação das autoridades, e nas décadas que se seguiram tentariam desempenhar um papel mais importante.

Em 1839 uma dissertação com o título “Contribuições da Medicina para a Melhoria da Moral e a Manutenção dos Bons Costumes” já tinha exposto essa visão ampla em todos os seus detalhes. A profissão médica, que conhecia as pessoas e os distúrbios orgânicos provocados pela desordem social, devia liderar a organização da sociedade, localizando as causas das doenças sociais e intervindo com o propósito de corrigi-las. A cura dos males sociais seria alcançada evitando as paixões e a desordem. Nessa “República dos Médicos” prevaleceria a ordem, a serenidade e o equilíbrio. O papel da medicina era estudar o impacto que tinham sobre o povo o governo, a liberdade, a escravidão e as instituições religiosas e de outra natureza; identificar as alterações funcionais provocadas e fazer as recomendações apropriadas para o equilíbrio<sup>43</sup>. A Sociedade de Medicina do Rio de Janeiro se empenhava em colocar a sociedade sob a supervisão científica da profissão médica, ao mesmo tempo em que combatia todas as formas não institucionalizadas de serviços médicos, desde a homeopatia até a medicina tradicional.

É provável que a profissão médica brasileira nunca tenha tido o mesmo poder dos engenheiros em promover suas ambiciosas propostas de reforma social. O mercado para a clínica médica particular foi sempre melhor do que a demanda pelos serviços de engenharia, e os médicos podiam seguir mais de perto, e desde mais cedo, as normas de uma profissão liberal. Só aqueles mais relacionados com os hospitais gerais, a saúde pública e a organização militar podiam tentar exercer uma função de natureza mais geral. Suas maiores realizações ocorreram no princípio do século vinte, quando os especialistas em saúde pública se uniram aos engenheiros para reorganizar e sanear o espaço urbano, mais especificamente o Rio de Janeiro. Essa foi também a base para criar a instituição científica mais importante do Brasil até então, o Instituto de Manguinhos, nascido sob uma promessa de redenção social que durante algum tempo parecia genuína.

Se como grupo organizado os médicos nunca tiveram muito poder, eles se aproximaram das ciências sociais mais do que os engenheiros, e tiveram um papel importante na formação das ideologias sociais predominantes no país. A antropologia física, por exemplo, surgiu no Brasil como

---

43 Machado, Loureiro, Luiz e Muricy 1978:197-8.

um ramo da medicina legal. Na mudança do século, Nina Rodrigues, da Escola de Medicina da Bahia, estudou as teorias biológicas procurando identificar vínculos entre as formas físicas e a conduta criminosa. Esses estudos conduziam diretamente à questão das características raciais da população brasileira, os problemas de miscigenação racial e degeneração<sup>44</sup>. A explicação dos problemas apresentados pelos brasileiros --- a preguiça, a luxúria, a falta de disciplina --- se transferia das antigas concepções baseadas no ambiente para novas teorias biológicas, presumivelmente mais científicas.

---

44 Stepan 1984.



# Revista Parcerias Estratégicas: de 1996 a 2012

Síntese dos artigos publicados em “Parcerias Estratégicas”.



Nº 1 (1996)



Nº 2 (1996)



Nº 3 (1997)



Nº 4 (1997)



Nº 5 (1998)



Nº 6 (1999)



Nº 7 (1999)



Nº 8 (2000)



Nº 9 (2000)



Nº 10 (2001)



Nº 11 (2001)



Nº 12 (2001) Edição Especial Amazônia



Nº 13 (2001)



Nº 14 (2002) Edição Especial 2ª CNCTI



Nº 16 (2002)



Nº 17 (2003)



Nº 18 (2004) Edição Especial  
Nanotecnologia



Nº 19 (2004)



Nº 20 (2005) Edição Especial  
3ª CNCTI



Nº 21 (2005)



Nº 22 (2006) Edição Especial  
PNAD



Nº 23 (2006)



Nº 24 (2007) Edição Especial  
Mar e ambientes costeiros



Nº 25 (2007)



Nº 26 (2008)



Nº 27 (2008) Edição Especial  
Mudanças climáticas



Nº 28 (2009)



Nº 29 (2009)



Nº 30 (2010)



Nº 31 (2010) e 32 (2011)  
Edição Especial  
4ª CNCTI



Nº 33 (2011)



Nº 34 (2012)

# Revista Parcerias Estratégicas: de 1996 a 2012

Síntese dos artigos publicados em “Parcerias Estratégicas” de 1996 a 2012.

## Número 1 - Maio 1996

---

### **As Nações Unidas, o Conselho de Segurança e a Ordem Mundial em Formação.**

Ronaldo Mota Sardenberg

### **O Tratado de Não-Proliferação Nuclear (TNP).**

José Eduardo Martins Felicio, Edmundo Sussumu Fujita, Achiles Emilio Zaluar Neto

### **Aspectos Estratégicos do Debate Econômico nos Foros Multilaterais.**

Sérgio Abreu e Lima Florêncio, Eduardo Paes Sabóia

### **A Prospectiva Tecnológica: Modelos Matemáticos.**

José Israel Vargas

### **O Balanço Estratégico e o Brasil na Segurança do Hemisfério Ocidental.**

Thomaz Guedes da Costa

### **Alguns Princípios de Controle de Armamentos para a Era Pós-Guerra Fria.**

John D. Holum

### **Uma Análise dos Paradigmas de Administração Pública à Luz do Contexto do Estado Social**

Humberto Falcão Martins

## Número 2 - Dezembro 1996

---

### **Apresentação**

Paulo Cordeiro de Andrade Pinto

### **Documento sobre Política de Defesa Nacional. Discurso sobre Política de Defesa**

Fernando Henrique Cardoso

### **Amazônia é Prioridade da Política de Defesa.**

Alberto Cardoso

### **Considerações sobre uma política de Defesa do Brasil.**

Domício Proença Junior, Eugênio Diniz

### **Defesa Nacional.**

Antonio Carlos Pereira

### **O Brasil e o Mundo no Século XXI.**

Luiz Felipe Lampreia

**Notas sobre a Formação de um Projeto Regional na Ásia-Pacífico.**

Paulo Antonio Pereira Pinto

**A Reforma das Noções Unidas : falsos dilemas e parcerias possíveis.**

José Maurício Bustani, Lauro Eduardo Soutello Alves

**Estratégia e Governabilidade Democrática no Brasil Atual.**

Arthur Vivacqua Corrêa Meyer

**O Brasil e o Conselho de Segurança(Notas sobre uma Década de Transição : 1985-1995).**

Edmundo Sussumu Fujita

**Resumos e resenhas****Brasil Geopolítica e Destino Resenha e Comparação Histórica.**

Roberto Pereira Silva

**Bases para um Projeto Nacional.**

Ricardo Dalla Barba

**NÚMERO 3 - Junho 1997**

---

**Brasil****Cenários Brasil 2020****Governabilidade, Estrutura Institucional e Processo Decisório no Brasil.**

Maria D'Álva Gil Kinzo

**Entraves à Governabilidade no Brasil : do Processo Eleitoral à Questão Fundiária.**

Walter Costa Porto

**San Tiago Dantas, a Inconfidência Mineira e Idéias sobre o Brasil****Aniversário da Inconfidência Mineira.**

Pedro Sampaio Malan

**Brasil, Sonho e Aliança.**

Rubens Ricupero

**Idéias e Rumos para a Revolução Brasileira.**

Francisco C. de San Tiago Dantas

**San Tiago: Trinta Anos de Saudades e Esperança.**

Marcílio Marques Moreira

**Consciência Negra e Democracia.**

Carlos Alves Moura, José Gregori

## Direitos Humanos, Soberania e Desafios da Nacionalidade para o Terceiro Milênio

Nilmário Miranda

### Memória

Crise de Cuba : Troca de Cartas entre os Presidentes dos Estados Unidos e do Brasil

### Reflexão

A Ciência Numa Era de Transição.

Ilya Prigogine

### Defesa

A Pobreza da Pesquisa Estratégica na França.

Pascal Boniface

A Nova Zelândia e a ASEAN : Perspectivas Atuais e Futuras.

Terence O'Brien

Segurança Defensiva Idéias.

Murilo Santos

### Internacional

De Miami a Cartagena: Nove Lições e Nove Desafios para a ALCA

Robert Devlin, Luis Jorge Garay

### Documento

Atividades da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE)

## NÚMERO 4 - Dezembro 1997

---

### Brasil

Cenários Brasil 2020. Projeto Brasil 2020

A Recuperação da Capacidade Estratégica de Planejamento e Ação do Estado: A experiência do Brasil em Ação.

Antônio Kandir

Ações Afirmativas para a Valorização da População Negra.

Ronaldo Mota Sardenberg, Hélio Santos

## **Constituição Brasileira : Modelo de Estado, Estado Democrático de Direito, Objetivos e Limites Jurídicos.**

Tércio Sampaio Ferraz Júnior

## **Parcerias Cambiantes do Estado Transnacional Brasileiro.**

Vamireh Chacon

## **Memória**

### **Perfil de Euclides da Cunha.**

Gilberto Freyre

### **O Marechal de Ferro.**

Euclides da Cunha

## **Defesa**

### **O planejamento da força de defesa na ausência de ameaças: Um modelo para as potências médias.**

Paul Dibb

## **Ciência, tecnologia e relações internacionais**

### **A vantagem dos Estados Unidos na informação.**

Joseph S. Nye Júnior, William A. Owens

### **A inteligência na era da informação.**

Bruce Berkowitz

### **Diplomacia cibernética.**

Gordon Smith

### **Comércio eletrônico.**

Acyr Pitanga Seixas Filho

## **Internacional**

### **Globalização e segurança.**

Shiguenoli Miyamoto

### **Brasil e América do Sul no horizonte 2006.**

Hélio Jaguaribe

### **América do Sul : 2006 e o desafio da globalização.**

José Luis de Imaz

## **Reflexão**

### **O Estado futuro**

Will Hutton

## NÚMERO 5 - Maio 1998

---

**Experiência recentes de elaboração de cenários do Brasil e da Amazônia brasileira.**

Sérgio C. Buarque

**Tecnologia e emprego**

José Pastore

**O Brasil e o Conselho de Segurança da ONU : revelações vinte anos depois.**

Arthur Pereira, Oliveira Filho

**Uma política de defesa sustentável para o Brasil.**

Edmundo Sussumu Fujita

**A necessidade de uma política de defesa.**

Delano Teixeira Menezes

**As relações Brasil-Estados Unidos.**

Paulo Tarso Flexa de Lima

**O novo Brasil: um parceiro viável para os Estados Unidos.**

Melvyn Levitsky

**Conhecendo o processo decisório norte-americano e sua influência sobre o Brasil.**

Arthur Vivacqua Corrêa Meyer

**Balanco estratégico da integração: Mercosul, Nafta e Alca.**

Clóvis Brigagão

**Transições para a democracia: o papel das organizações internacionais.**

Laurence Whitehead

**Micrômegas.**

Voltaire

**Panorama estratégico brasileiro.**

Ronaldo Mota Sardenberg

## NÚMERO 6 - Março 1999

---

**Reforma política : prioridades e perspectivas para a nação brasileira.**

Fernando Henrique Cardoso

**Visões estratégicas e o futuro desejável.**

Ronaldo Mota Sardenberg

**Esboço de um cenário desejável para o Brasil.**

Cenário Diadorim

**Comentários sobre o Cenário Diadorim.**

Bernardo Sorj

**Para onde caminha o sistema político brasileiro?**

Octaciano Nogueira

**A reforma-mater. Os riscos (e custos) do federalismo incompleto.**

Aspásia Camargo

**A inserção do negro e seus dilemas.**

Joel Rufino dos Santos

**Educação no Brasil de 2020.**

Antonio Paim

**O cenário internacional e o Brasil no ano de 2020.**

Henrique Altemani de Oliveira

**O poder nacional. imitações de ordem interna e externa.**

João Augusto de Araújo Castro

**O processo de paz Peru-Ecuador.**

Marcel Biato

**A convenção de armas químicas.**

Jonh Gee

**Testamento político.**

Maurício de Nassau

**Carta ao sobrinho, governador do Maranhão.**

Marques de Pombal

**NÚMERO 7 - Outubro 1999**

---

**Apresentação****O Brasil e as atividades espaciais.**

Ronaldo Mota Sardenberg

**Panorama e história da pesquisa espacial****Considerações sobre a natureza estratégica das atividades espaciais e o papel da Agência Espacial Brasileira.**

Luiz Gylvan Meira Filho, Lauro Tadeu Guimarães Fortes, Eduardo Dorneles Barcelos

**Uma breve história da conquista espacial.**

Aydano Barreto Carleial

## **Espaço e desenvolvimento**

**Tecnologia espacial e desenvolvimento.**

Ozires Silva, Walter Bartels

**Os benefícios sócio-econômicos das atividades espaciais no Brasil.**

Edson Baptista Teracine

**Considerações sobre a comercialização do centro de lançamento de alcântara.**

Durval Henriques da Silva Filho

**Sobre a importância estratégica da ciência espacial para o Brasil.**

José Humberto Andrade Sobral

**O domínio da tecnologia espacial : um desafio de alcance estratégico para o Brasil.**

Luiz Alberto Vieira Dias

**O Programa Nacional de Atividades Espaciais Frente aos Embargos Tecnológicos.**

Maj.-Brig.-do-Ar Reginaldo dos Santos

## **Cooperação internacional na área espacial**

**A importância estratégica da cooperação internacional na área do espaço.**

Márcio Nogueira Barbosa

**O programa brasileiro para a estação espacial internacional : histórico, estratégias e objetivos.**

Petrônio Noronha de Souza, Márcio Kataoka Filho

**A educação espacial na América Latina e a posição do Brasil no contexto regional.**

Tania Maria Sausen

## **Exploração espacial e direito**

**Interesses e necessidades dos países em desenvolvimento no direito espacial.**

José Monserrat Filho

**Codificação do direito espacial.**

Vicente Marotta Rangel

## **Tecnologia e Aplicações**

**O Projeto CBERS de satélites de observação da Terra.**

Carlos Eduardo Santana e José Raimundo Braga Coelho

**Tecnologia espacial como suporte à gestão dos recursos naturais.**

Thelma Krug

**Microssatélites do INPE e o Programa Espacial Brasileiro.**

José Ângelo da Costa Ferreira Neri

## **Veículos Lançadores de Satélites : cenário atual e futuro.**

Tiago da Silva Ribeiro

### **Memória**

#### **O futuro das comunicações por satélites.**

Wernher Von Braun

## **NÚMERO 8 - Maio 2000**

---

### **Política e organização da inovação tecnológica**

#### **A universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa.**

Carlos Henrique Brito Cruz

#### **Incubadoras de empresas e inovação tecnológica : o caso de Brasília.**

Luiz Afonso Bermudez

#### **A inovação tecnológica e a indústria nacional.**

Dante Aláριο Júnior, Nelson Brasil de Oliveira

#### **As empresas de pesquisa sobre contrato : um exemplo de integração pesquisa-indústria.**

Paulo César Siqueira

#### **Instituições públicas de pesquisa e o setor empresarial: o papel da inovação e da propriedade intelectual.**

Simone Scholze, Cláudia Chamas

#### **As plataformas tecnológicas e a promoção de parcerias para a inovação.**

Marileusa Chiarello

#### **Tecnologia industrial básica como fator de competitividade.**

Reinaldo Dias Ferraz de Souza

#### **Gestão empresarial inovadora com questão estratégica.**

Carlos Artur Krüger Passos

### **Ciência Tecnologia, Sociedade**

#### **Inovação na era do conhecimento.**

Cristina Lemos

### **Internacional**

#### **Perspectivas da América Latina em ciência e tecnologia.**

Fábio Stefano Erber

## As novas políticas de competitividade na OCDE : lições para o Brasil e a ação do BNDES

Ana Cláudia Além

## Sistemas de inovação: políticas e perspectivas

José Eduardo Cassiolato, Helena Maria Martins Lastres

## Documentos

Por que e como os governos apoiam atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Department of Finance and Revenue (Canadá)

A lei sobre inovação e pesquisa para promover a criação de empresas inovadoras de tecnologia

Ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la technologie (França)

## Reflexão

O estabelecimento de prioridades num novo contexto sócio-econômico, a visão de um industrialista.

J.R. Rostrup-Nielsen

Levantamento : a inovação na indústria.

Nicholas Valéry

## Memória

Einstein no Rio de Janeiro : impressões de viagem.

Alfredo Tiomno Tolmasquim

## NÚMERO 9 - Outubro 2000

---

### Por que Ciência e Tecnologia são Estratégicas?

Ciência e tecnologia como atividades : as barreiras culturais.

Cylon Gonçalves da Silva

Ciência e tecnologia na era do conhecimento : um óbvio papel estratégico?

Helena Maria Martins Lastres

### Meio Ambiente e Desenvolvimento

A Amazônia e Terceiro Milênio.

Samuel Benchimol

Mecanismo de desenvolvimento limpo e as oportunidades brasileiras.

Israel Klabin

## **Tecnologia e Conhecimento na Nova Economia**

**Sociedade do conhecimento: integração nacional e exclusão social.**

Abraham Sicsú, Lúcia Mello

**A sociedade da informação e mercado.**

Konrad Seitz

**UniRede: um projeto estratégico para a educação superior.**

Doris faria, elizabeth rondelli, selma leiteRondelli, Selma Leite

## **Desenvolvimento institucional**

**Genoma: um sucesso da pesquisa brasileira.**

Revista Nature

**Metodologia para um estudo da reorganização institucional da pesquisa pública.**

Sérgio Salles-Filho, Maria Beatriz Bonacelli, Débora Mello

**Indicadores de qualidade para instituições de P, D.**

Maria Aparecida Neves, Attílio Travallonii, Cristina Lemos

**A política de incentivo à inovação.**

Fábio Celso de Macedo Soares Guimarães

**Pesquisa cooperativa e centros de excelência.**

Waldimir Pirró e Longo, Antonio Ricardo Pimenta de Oliveira

## **Internacional**

**Propriedade intelectual em um mundo globalizado.**

Antonio Márcio Buainaim, Sérgio de Carvalho

**Um centro argentino-brasileiro para a biotecnologia.**

Ana Lúcia Assad, Ana Francisca Corrêa, Antonio Carlos Torres, João Antônio Henriques

**A convenção sobre a proibição de armas químicas: trajetória futura.**

José Maurício Bustani

## **Memória**

**A criação do CNPq: exposição de motivos**

**Uma terra somente: a preservação de um pequeno planeta.**

René Dubos, Bárbara Ward

## **Reflexão**

**O Americano outra vez!**

Richard Feynman

## NÚMERO 10 - Março 2001

---

### **Por que ciência e tecnologia são estratégicas?**

Porque ciência e tecnologia não são atividades estratégicas no Brasil.

Paulo Egler

A C, T como fator estratégico para as atividades nucleares.

Silvestre Paiano

### **Internacional**

**Brasil 2020.**

Ronaldo Mota Sardenberg

Intercâmbio científico e cooperação franco-brasileira.

Roger-Gérard Schwartzberg

Conhecimento de negociações como fator de capacitação do Estado.

Pamela S. Chasek

Redes regionais de cooperação em C, T e o Mercosul.

Léa Velho

### **Estudos Prospectivos**

Alemanha: abordagens prospectivas nacionais.

Kerstin Cuhls, Hariolf Grupp

Projeção tecnológica e planejamento em C, T: a experiência coreana.

Taeyoung Shin.

Experiências nacionais de estudos prospectivos: reflexões da Austrália.

Ron Johnston.

Technological Foresight: um instrumento para política científica e tecnológica.

Mauro Zackiewicz, Sérgio Salles-Filho

### **Biotecnologia e transgênicos**

Biotechnology no Brasil: aceitação pública e desenvolvimento econômico.

Leila Macedo Oda, Bernardo Elias Correa Soares.

Os genes da discórdia - Alimentos transgênicos no Brasil.

Marcelo Leite

Elementos de uma estratégia para o desenvolvimento da Biotecnologia agropecuária.

Luiz Antônio Barreto de Castro, Alberto Duque Portugal

## **Tecnologia e conhecimento na nova economia**

Políticas de inovação na era da economia do aprendizado.

Bengt-Ake Lundvall

## **Documentos**

O Brasil e o Protocolo de Quioto.

O Protocolo de Quioto

## **Memória**

Saber para sobreviver.

Álvaro Alberto

## **Reflexão**

Para além da incerteza: o inconcebível.

Yehezkel Dror.

Duas crônicas.

G. K. Chesterton

## **NÚMERO 11 - Junho 1997**

---

## **Ciência, tecnologia e inovação: visões estratégicas**

A construção de um modelo de arcabouço legal para ciência, tecnologia e inovação.

Ruy de Araújo Caldas

Competitividade e desenvolvimento tecnológico.

Luiz Paulo Cardoso Bardy

Parceria tecnológica Universidade/Empresa: um arcabouço conceitual para a análise da gestão da relação.

Luiz Eduardo Bambini da Silva, Leonel Mazzali

Gestão estratégica em ciência, tecnologia e inovação.

Ruy de Araújo Caldas, Márcio de M. Santos, Dalci Santos, Leonardo Uller

## **Fundos Setoriais**

Panorama técnico-científico do setor mineral brasileiro.

Onildo João Marini

## **Desafios para a ciência e tecnologia no contexto do setor elétrico.**

Cristiano de Lima Logrado

## **Oportunidades de ciência e tecnologia em recursos hídricos.**

Carlos E. M. Tucci

## **Estudos prospectivos**

### **O papel prospectivo das plataformas tecnológicas.**

Marileusa D. Chiarello, Ivan Rocha

### **Prospecção tecnológica: melhores negócios do futuro, desafios e oportunidades.**

Instituto Battelle

## **Educação e meio ambiente**

### **A morte do índice de alfabetização e o novo desafio da educação.**

Adriano Batista Dias

### **Redes cotidianas de desconhecimentos e os museus de ciência.**

Guaracira Gouvêa, Maria Esther Valente, Sibeles Cazelli, Martha Marandino

### **Perspectivas de uso no Brasil do processo de avaliação ambiental estratégica.**

Paulo César Gonçalves Egler

## **Desenvolvimento e integração regional**

### **Sistemas regionais de inovação: o caso do Estado do Rio de Janeiro.**

Branca Regina Cantisano Terra, Francisco Cláudio Pereira de Barros, Peter Rudolf Seild

### **Sistema de inovação regional e desenvolvimento tecnológico.**

Teresa Lenice Nogueira da Gama Mota

## **Memória**

### **Ideais políticos: a criação do Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq.**

Ana Maria Ribeiro de Andrade

### **50 anos do Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.**

Fernando Henrique Cardoso, Ronaldo Mota Sardenberg, Evando Mirra de Paula e Silva, Eduardo Krieger, Glaci Zancán

## **Reflexão**

### **O uso e abuso da ciência e da tecnologia.**

Arnold Toynbee

**Biodiversidade, pesquisa e desenvolvimento na Amazônia****Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade.**

Sarita Albagli

**Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica.**

Warwick Estevam Kerr, Gislene Almeida Carvalho, Alexandre Coletto da Silva, Maria da Glória Paiva de Assis

**Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central.**

Ana Paula Barbosa, Basílio Frasco Vianez, Maria de Jesus Varejão, Raimunda Liége Souza de Abreu

**O papel da ciência no futuro da Amazônia: uma questão de estratégia.**

Peter Weigel

**Agricultura familiar: a organização espacial na produção e no turismo.**

Sandra do Nascimento Noda, Hiroshi Noda, Alcione Ribeiro de Azevedo, Ayrton Luiz Urizzi Martins, Maria Silves-nízia Paiva

**O manejo comunitário de lagos na Amazônia.**

Fábio De Castro, David McGrath

**Modelos e cenários para a Amazônia: o papel da ciência****O MCT e o estudo da dinâmica de ocupação da Amazônia.**

Carlos Américo Pacheco

**O workshop "Modelos e cenários para a Amazônia: o papel da ciência".**

Luiz Carlos Joels, Gilberto Câmara

**Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários?**

Bertha K. Becker

**Planejamento ambiental da expansão da oferta de energia elétrica: subsídios para a discussão de um modelo de desenvolvimento sustentável para a Amazônia.**

Sílvia Helena Menezes Pires

**Macrocenários da Amazônia 2000 - 2020.**

Claudio Porto

**A População da Região Norte: processos de ocupação e de urbanização recentes.**

Hélio Augusto de Moura, Morvan de Mello Moreira

**Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país.**

Carlos A. Nobre

**O processo de desmatamento na Amazônia.**

Diógenes S. Alves

## Os impactos do pólo siderúrgico de Carajás no desflorestamento da Amazônia

brasileira. Eustáquio J. Reis

## Automação de coleções biológicas e informações sobre a biodiversidade da Amazônia.

Célio Magalhães, José Laurindo C. dos Santos, Júlia Ignez Salem

## Fundos Setoriais

### Meio Ambiente e Fundos Setoriais: uma oportunidade para o desenvolvimento

sustentável. José Galizia Tundisi e outros

## Documento

### Comissão Tundisi: Ciência e Tecnologia para a Amazônia - uma avaliação da capacidade

instalada de pesquisa

## Reflexão

### O Inferno Verde.

Euclides da Cunha

## NÚMERO 13 - Dezembro 2001

---

## Estratégias para ciência, tecnologia e inovação

### Desafios estratégicos em ciência, tecnologia e inovação

Eugênio Staub

### Regionalização das políticas de C, T: concepção, ações e propostas tendo em conta o caso do Nordeste

Abraham B. Sicsú, João Policarpo R. Lima

### Desafios institucionais para o setor de ciência e tecnologia: o sistema nacional de ciência e inovação tecnológica

Tirso W. Sáenz Sánchez, Maria Carlota de Souza Paula

### Inovação tecnológica e o papel do governo

Renato Fonseca

### Inovação tecnológica industrial e desenvolvimento sustentado

Roberto Nicolsky

### Ciência e tecnologia: acompanhamento e avaliação Estratégias para um sistema de indicadores de C, T no Brasil

Léa Maria Strini Velho

### **O perfil dos doutores ativos em pesquisa no Brasil**

Reinaldo Guimarães, Ricardo Lourenço, Silvana Cosac

### **Um esforço de contribuição à análise da pesquisa em saúde no Brasil**

Marília Bernardes Marques

### **Difusão e divulgação: os desafios do jornalismo científico** Jornalismo científico, lobby e poder

Wilson da Costa Bueno

### **Comunicação pública e cultura científica**

Fabíola de Oliveira

## **Documentos**

### **Diretrizes estratégicas para os Fundos Setoriais de:**

Energia Elétrica

Mineral

Recursos Hídricos

## **Reflexão**

### **Pressupostos do jornalismo de ciência tal como é praticado no Brasil e suas repercussões no modo da cobertura**

Mônica Teixeira

## **NUMERO 14 - Junho 2002 - Edição Especial**

---

### **2ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**

## **| VOLUME 1**

## **Plenárias**

### **Discurso do Presidente da República**

Fernando Henrique Cardoso

### **Discurso do Ministro da Ciência e Tecnologia**

Ronaldo Mota Sardenberg

## **Apresentação**

### **Secretário Executivo do Ministério da Ciência e Tecnologia**

Carlos Américo Pacheco

## Plenárias

### Discurso de abertura dos trabalhos

Ronaldo Mota Sardenberg

### Avanço do Conhecimento

Evando Mirra de Paula e Silva, Glaci Therezinha Zancan, Maria Helena Guimarães de Castro, Abílio Afonso Baeta Neves, Jacob Palis Júnior, Herman Wever

### Qualidade de Vida

Alberto Duque Portugal, José Lopes Feijó, Eduardo Moacyr Krieger, Eliova Zukerman

### Desenvolvimento Econômico

Luiz Fernando Figueiredo, Horácio Lafer Piva, Sérgio Moreira, Mauro Marcondes Rodrigues

### Desafios Estratégicos

Antônio Bragança, Carlos Henrique de Brito Cruz, Eugênio Staub

### Desafios Institucionais

Carlos Américo Pacheco, Luiz Hildebrando Pereira da Silva, Fernando Sandroni

### Relato da Reunião dos Jovens

Catarina Gadelha

### Reunião preparatória de alunos da pós-graduação e graduação

Nota Explicativa

## | VOLUME 2

## Simpósios

### Avanço do Conhecimento

#### Introdução

#### Simpósio 1: Educação para a Ciência, Tecnologia e Inovação

Sandoval Carneiro Júnior, Sérgio Mascarenhas, Elon Lages Lima, Adriano Dias, Carlos Augusto Gonçalves

#### Simpósio 2: Os desafios regionais para o avanço do conhecimento

Roberto Dall'Agnol, Krishnamurti de Moraes Carvalho, Rafael Geraldo de Oliveira Alves, Ariovaldo Bolzan

#### Simpósio 3: Uma população informada: divulgação científica

Marcelo Leite, Mariluce Moura, Márcio Moreira Alves, Ulisses Capozzoli, Ennio Candotti

#### Simpósio 4: A Universidade e os desafios da inovação

Luis Bevilacqua, Roberto Leal Lobo, Carlos Vogt, Nilza Luíza Venturini Zampieri

#### Simpósio 5: Perspectivas para a ciência brasileira na próxima década

Antônio Carlos Campos de Carvalho, Jailson Bittencourt de Andrade, Carlos Alexandre Netto, Mayana Zatz, Celso Pinto de Melo, Roberto Dall'Agnol

## Qualidade de Vida

### Introdução

#### Simpósio 1: Saúde pública e bem-estar

Roberto Santos, Cláudio Struchiner, Maurício L. Barreto, Renato Veras

#### Simpósio 2: As ciências sociais na construção da sociedade do conhecimento

Antônio Flávio Pierucci, Margarida de Souza Neves, Cláudio Beato, José Reinaldo de Lima Lopes

#### Simpósio 3: Mudanças globais

Paulo Manoel Lenz Cesar Protasio, Eduardo Viola

#### Simpósio 4: Qualidade de vida no meio rural

Murilo Xavier Flores, Eliseu Roberto de Andrade Alves, Francisco Graziano Júnior, John Wilkinson

#### Simpósio 5: As cidades brasileiras no século XXI

Diana Motta, Sílvio Mendes Zancheti, Sérgio Adorno, Tania Fischer, Yeda Crusius

## Desenvolvimento Econômico

### Introdução

#### Simpósio 1: A indústria química e fármacos

Ioan dos Santos Pinheiro, Nelson Brasil, Pedro Wongtschowski, Fernando Galembeck

#### Simpósio 2: Eletrônica, informática e telecomunicações

Marco Aurélio Rodrigues, José Ellis Ripper Filho, Hélio Graciosa, Luciano Coutinho

#### Simpósio 3: Políticas de incentivo à P, D: o mercado interno e comércio exterior

João Carlos Ferraz, José Augusto Pinto de Abreu, Renato Fonseca, Oscar Lorenzo Fernandez

#### Simpósio 4: Agronegócios

Antônio Juliano Ayres, Guilherme Leite da Silva Dias, Luiz Carlos Heinze, Mariza Marilena Tanajura Barbosa

#### Simpósio 5: Inovação e difusão tecnológica: micro e pequenas empresas

Ariosto Holanda, Luís Afonso Bermúdez, Maria Regina Diniz de Oliveira, Antônio Prado

## Desafios Institucionais

### Introdução

#### Simpósio 1: Gestão estratégica da Ciência, Tecnologia e Inovação

Américo Craveiro, José Sidnei Gonçalves, José Guilherme Reis, Maurício Mendonça, Jorge Ricardo Bittar

#### Simpósio 2: Marcos e instrumentos legais de apoio à inovação

Ramiro Wahrhaftig, Herman Chaimovich, Kurt Politzer, Celso Antonio Barbosa

#### Simpósio 3: A experiência dos estados e municípios

Cláudio Marinho, Manuel Cabral de Castro, Telmo Araújo, Francisco Landi, Renato de Oliveira

#### Simpósio 4: Capital de risco e investimento privado em inovação

Sílvio Meira, Clóvis Meurer, Marcel Malczewski, Robert E. Binder, Achilles Couto

## **Simpósio 5: Indicadores, prospecção e avaliação do sistema**

Sérgio Salles Filho, Lynaldo Cavalcanti Albuquerque, Hulda Oliveira Giesbrecht, Sandra Hollanda, Regina Gusmão

## **Desafios Estratégicos**

### **Introdução**

#### **Simpósio 1: Os grandes ecossistemas brasileiros**

José Carlos Carvalho, William Ernest Magnusson, Paulo Nogueira Neto, Roberto Brandão Cavalcanti

#### **Simpósio 2: Energia para o futuro**

Isaías Macedo, Luiz Pinguelli Rosa, Nelson Martins, Othon Luiz Pinheiro da Silva

#### **Simpósio 3: Biodiversidade e biotecnologia**

Glaucius Oliva, Maurício Antônio Lopes, José Maria da Silveira, Sérgio Danilo Pena

#### **Simpósio 4: Confiabilidade e competitividade tecnológica: espaço, aeronáutica e nuclear**

Tiago Ribeiro, Horácio Forjaz, Múcio Roberto Dias, Cláudio Rodrigues

#### **Simpósio 5: Gestão do patrimônio físico e biológico**

Carlos Eduardo Morelli Tucci, Carlos Alfredo Joly, Celso José Monteiro Filho, Carlos Nobre

Tópicos Especiais

### **Introdução**

#### **Simpósio 1: Desafios para os institutos de pesquisa**

José Galizia Tundisi, Guilherme Ary Plonski, Carlos Alberto Schneider, Waldimir Pirró e Longo

#### **Simpósio 2: Recursos do mar**

Yasonobu Matsura, Sidney Mello, Marta Lamparelli, Adriano R. Viana

#### **Simpósio 3: Papel e inserção do 3º setor no sistema nacional de CT, I**

Heloísa Oliveira, Sílvia Alcântara Picchioni, Marcos Kisil, Marilena Lazzarini

#### **Simpósio 4: Amazônia**

Wanderley Messias da Costa, Bertha Becker, Armando Dias Mendes, Edila Arnaud Ferreira Moura

#### **Simpósio 5: Sociedade da informação**

Tarcísio Pequeno, Ivan Moura Campos, Carlos Lucena

### **Nota explicativa**

| VOLUME 3

## **Reuniões Regionais Preparatórias**

### **Ministro da Ciência e Tecnologia**

Ronaldo Mota Sardenberg

### **Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica**

Angela Uller

## Presidente do Fórum Nacional de Secretários de Ciência e Tecnologia

Cláudio Marinho

### Reuniões Regionais

Centro-Oeste

Nordeste

Norte

Sudeste (Rio e Minas)

Sudeste (São Paulo)

Sul

Comitês Organizadores nos Estados

| VOLUME 4

### Academia Brasileira de Ciências

#### Prefácio

Eduardo Moacyr Krieger

#### A situação atual e as perspectivas futuras da Ciência e Tecnologia no País

Antônio Carlos Campos de Carvalho

### Artigos

#### Área de Ciências Agrárias

José Roberto Postali Parra, Ernesto Paterniani, Julio Marcos Filho, Raul Machado Neto

#### Área de Ciências Biológicas

Henrique Krieger, Bernardo Beiguelman, Erney Plessmann de Camargo, Milton Krieger, Sergio Antonio Vanin

#### Área de Ciências Biomédicas

Walter Zin, Dora Fix Ventura, Hernan Chaimovich, Jacqueline Leta

#### Área de Ciências da Engenharia

José Augusto P. Aranha, Hans Ingo Weber, Hélio Waldman, Luiz Fernando Soares

#### Área de Ciências Físicas

Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho, Alaor Silvério Chaves, Humberto Siqueira Brandi, Luiz Nunes de Oliveira, Marcus Venicius Cougo Pinto, Paulo Murilo Castro de Oliveira, Sergio Machado Rezende

#### Área de Ciências Humanas

Elisa Pereira Reis, Paulo de Góes Filho

#### Área de Ciências Matemáticas

Aron Simis, Carlos Tomei, Nelson Maculan Filho, Suely Druck

**Área de Ciências Químicas**

Angelo da Cunha Pinto, Alfredo Arnóbio S. da Gama, Elias Ayres Guidetti Zagatto, Massuo J. Kato

**Área de Ciências da Saúde**

Marco Antonio Zago, Jair J. Mari, José da Rocha Carvalheiro, Luis Jacintho da Silva, Protásio Lemos da Luz

**Área de Ciências da Terra**

Roberto Dall'Agnol, Ari Roisenberg, João Batista Corrêa da Silva, Pedro Leite da Silva Dias, Reinhardt Adolfo Fuck

**NUMERO 15 - Outubro 2002**

---

**Avaliação de impactos econômicos do Programa do Satélite Sino-Brasileiro (CBERS)**

André Tosi Furtado, Edmilson de Jesus Costa Filho

**A soja e os alimentos funcionais: oportunidades de parcerias em P, D para os setores público e privado**

Marileusa D. Chiarello

**Anatomia do declínio: a pesquisa no Rio de Janeiro**

Reinaldo Guimarães

**Uso e gestão da informação na prospecção em medicamentos contra o câncer de mama**

Claudia Canongia, Maria de Nazaré F. Pereira, Adelaide Antunes

**As parcerias para a bioprospecção no Brasil**

Paulo José Péret de Sant'Ana

**Documentos**

Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para Apoio à Inovação

**Documento Básico**

Relatório de avaliação das unidades de pesquisa (UPs)

**Memória**

Comissão Parlamentar Mista de Inquérito destinada a investigar as causas e as dimensões do atraso tecnológico brasileiro (CMPI)

Apresentação – Nathália Kneipp

O Relatório

O Parecer

## NUMERO 16 – Outubro 2002

---

### **Apresentação - Ministro da Ciência e Tecnologia**

Ronaldo Mota Sardenberg

### **Prefácio**

#### **Presidente da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio**

Esper Abrão Cavalheiro

### **Conceitos e campo de abrangência**

#### **Bioética e normas regulatórias: reflexões para o código de ética das manipulações genéticas no Brasil**

Simone H.C. Sholze, Márcio Antonio T. Mazzaro

#### **A bioética nos processos biotecnológicos**

Mário Toscano de B. Filho, Ednilza P. F. Dias

#### **Sobre um código de ética para manipulações genéticas**

Nelson Gonçalves Gomes

#### **Código de manipulação genética**

William Saad Hossne

#### **Regulação com parcerias**

Corina Bontempo D. Freitas

#### **Bioética**

Reginaldo Lopes Minaré

#### **Código de Ética de Manipulação Genética – alcance e interface com regulamentações correlatas**

Adriana Diaféria

### **Clonagem e uso de células-tronco**

#### **Crítica bioética a um nascimento anunciado**

Volnei Garrafa

#### **Parecer sobre clonagem humana reprodutiva e terapêutica**

Lygia V. Pereira

#### **Clonagem humana : contras e pró**

Mayana Zatz

#### **Genética, clonagem e dignidade humana**

Léo Pessini

#### **Terapia com células-tronco: a medicina do futuro**

Milena B. P. Soares, Ricardo Ribeiro dos Santos

## **Bioética na biotecnologia vegetal**

Bioética nas atividades com plantas geneticamente modificadas: contribuição ao Código de Ética das Manipulações Genéticas

Cristina de A. Possas, Alexandre L. Nepomuceno

## **Bioética: princípios**

O princípio ético da prudência ou precaução na engenharia genética: implicações para a saúde Humana e o meio ambiente

Cristina A. Possas, Reginaldo L. Minaré

## **Genoma Humano e ética**

Patenteamento e licenciamento do genoma humano e perspectivas para a elaboração de um Código de Ética em Manipulações Genéticas

Leila M. Oda, Marli B. M. de Albuquerque, Bernardo E. C. Soares, Gutemberg Delfino de Sousa

## **Ética e percepção pública**

As biotecnologias e suas quimeras

Marcelo Leite

## **Documento**

Síntese do Seminário sobre o Código de Ética das Manipulações Genéticas

NUMERO 16 – Versão em Inglês – December 2003

---

## **Ethics of Genetic Manipulation: Proposal for a Conduct Code**

### **Presentation**

Minister Ronaldo Sardenberg

### **Preface**

Esper Abrão Cavalheiro

## **Concepts and Scope Field**

Bioethics and Regulatory Norms: Reflections on a Code of Ethics for Genetic Manipulation in Brazil

Simone H. C. Scholze, Márcio Antônio T. Mazzaro

### **Bioethics in Biotechnological Processes**

Mário Toscano de Brito Filho, Ednilza Pereira de Farias Dias

## Some Thoughts on a Code of Ethics for Genetic Manipulation

Nelson Gonçalves Gomes

## Code of Genetic Manipulation

William Saad Hossne

## Regulation with Partnerships

Corina Bontempo de Freitas

## Bioethics

Reginaldo Lopes Minaré

## Code on Ethics for Genetic Manipulation: Scope and Interface with Correlated Regulations

Adriana Diaféria

## Cloning and Use of Stem Cells

### Bioethics Criticism to an Announced Birth

Volnei Garrafa

### Opinion on Reproductive and Therapeutic Human Cloning

Lygia V. Pereira

### Human Cloning: Cons and Pros

Mayana Zatz

### Genetics, Cloning and Human Dignity

Léo Pessini

### Therapy with Stem Cells: the Medicine of the Future

Milena B. P. Soares, Ricardo Ribeiro dos Santos

## Bioethics on the Vegetal Biotechnology

### Bioethics in Activities with Genetically Modified Plants: A Contribution to the Code on Ethics for Genetic Manipulation

Cristina de Albuquerque Possas, Alexandre Lima Nepomuceno

## Bioethics and the Ecocentrist View

### The Ethical Principle of Prudence or Precaution on Genetic Engineering: Implications for Human Health and for the Environment

Cristina A. Possas, Reginaldo L. Minaré

## Human Genome and Ethics

### Patenting and Licensing of the Human Genome and Perspectives for the Elaboration of a Code on Ethics for Genetic Manipulations

Leila Macedo Oda, Marli B. M. de Albuquerque, Bernardo E. C. Soares, Gutemberg Delfino de Sousa

## **Ethics and Public Perception**

Biotechnologies and their Chimeras

Marcelo Leite

## **Document**

Synthesis of the Seminar on the Code of Ethics for Genetic Manipulations

NUMERO 17 - Setembro 2003

---

## **Arranjos locais de produção**

Novas políticas na Era do Conhecimento: o foco em arranjos produtivos e inovativos locais

Helena M. M. Lastres, José Eduardo Cassiolato

Arranjos produtivos locais no Brasil: o caso do arranjo coureiro-calçadista de Campina Grande (PB)

Cristina Lemos

Industrialização descentralizada: sistemas industriais locais – o arranjo produtivo calçadista de Nova Serrana (MG)

Marco Crocco, Fabiana Santos, Rodrigo Simões, Francisco Horácio

Trajatórias de aprendizado e estratégias de capacitação no arranjo produtivo coureiro-calçadista do Vale do Sinos (RS)

Marco Antônio Vargas, Rejane Maria Alievi

## **Prospecção**

A atividade de foresight e a União Européia (EU)

Dalci Maria dos Santos, Marcio de Miranda Santos

Coordenação e organização da inovação: perspectivas do estudo do futuro e da avaliação em ciência e tecnologia

Mauro Zackiewicz

## **Fundos Setoriais**

Perfil dos projetos financiados pelo CT-Petro

Newton Müller Pereira, André Tosi Furtado, Adriana Gomes de Freitas, Fabiana Cardoso Martins, Ana Maria Resende Santos

Programa de Incentivo à Modernização Tecnológica dos Transportes Terrestres e Hidroviários  
Diretrizes do Programa de C, T para o Setor Espacial

## **Memória**

### **Santos Dumont: o vôo que mudou a história da aviação**

Henrique Lins de Barros

## **NUMERO 18 - Agosto 2004**

---

## **Nanociência e nanotecnologia**

### **Nanotecnologia: o desafio nacional**

Cylon Gonçalves

### **Nanociências e nanotecnologia**

Celso Pinto de Melo, Marcos Pimenta

### **Nanotecnologia, nanociência e nanomateriais: quando a distância entre presente e futuro não é apenas questão de tempo**

Oswaldo Luiz Alves

### **Nanocompósitos poliméricos e nanofármacos: fatos, oportunidades e estratégias**

Fernando Galembeck, Márcia Maria Rippel

### **Parcerias estratégicas em nanotecnologia: a experiência da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais**

Margareth Spangler Andrade

### **Aplicações biomédicas de nanopartículas magnéticas**

Paulo César de Moraes, Zulmira Guerrero Marques Lacava

### **Ética e humanismo em nanotecnologia**

Henrique Eisi Toma

## **Documento**

### **Nanoredes:**

#### **Apresentação – Marcelo Knobel**

#### **A iniciativa brasileira em nanociência e nanotecnologia**

Memória

#### **Há mais espaços lá embaixo**

Richard P. Feynman

#### **Planejamento no Brasil: memória histórica**

Paulo Roberto Almeida

## Prospecção

**Prospecção em ciência, tecnologia e inovação: a abordagem conceitual e metodológica do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos e sua aplicação para os setores de Recursos Hídricos e Energia**

Marcio de Miranda Santos, Dalci Maria dos Santos, Gilda Massari Coelho Mauro Zackiewicz, Lélío Fellows Filho, Carlos Eduardo Morelli Tucci, Oscar Cordeiro Neto, Gilberto De Martino Jannuzzi, Isaías de Carvalho Macedo

## Resenha

**Dimensões econômicas e sociais do desenvolvimento global**

Paulo Roberto Almeida

## NUMERO 19 - Dezembro 2004

---

**Terceira Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento**

Carlos Alberto Aragão Carvalho Filho

**A política industrial, tecnológica e de comércio exterior do governo federal**

Mario Sergio Salerno

**Relevância dos sistemas de propriedade intelectual (PI) para o Brasil**

Roberto Castelo Branco Coelho de Souza

**Software livre e flexibilização do direito autoral: instrumentos de fomento à inovação tecnológica?**

Cássio Isabel Costa Mendes, Antônio Marcio Buainain

**P, D nos setores público e privado no Brasil: complementares ou substitutos?**

Lea Velho, Paulo Velho, Tirso Saenz

**Financiamento e incentivos ao Sistema Nacional de Inovação**

Solange Corder, Sergio Salles

**Desenvolvimento tecnológico na área de segurança alimentar: um estudo do Edital MCT/Mesa/CNPq**

Rafael Leite

## Prospecção tecnológica

**Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens**

Marcio Miranda Santos, Gilda Massari Coelho, Dalci Maria Santos, Lélío Fellows

**Foresight tecnológico como apoio ao desenvolvimento sustentável de um país – estudo de caso: MCT/Prospectar do Brasil**

Antonio Luis Aulicino, Liege Mariel Petroni, Isak Krugianskas

## **Estudo**

**Estudo envolvendo proposta de Ciência e Tecnologia para a Amazônia**

Bertha Becker

## **Memória**

**A atitude prospectiva**

Gaston Berger

## **Resenha**

**História do Porvir: uma aposta contra o passado**

Paulo Roberto de Almeida

## **NUMERO 20 – Junho 2005**

---

**Seminários preparatórios para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**

| PARTE 1

## **Inclusão social**

**Apresentação**

Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho

**O imaginário do Projeto Manuelzão**

Apolo Heringer Lisboa

**Reforma universitária: o Plano Nacional de Pós-Graduação, 2005-2010**

Emídio Cantídio de Oliveira Filho

**Ciência, tecnologia e extensão a serviço da cidadania**

Francisco Ariosto Holanda

**Tecnologia na área de segurança pública aplicada no Departamento de Polícia Federal**

Harley Angelo de Moraes

**Cidadania em C, T, I: uma mudança de paradigma**

Irma Rossetto Passoni

**Aumentando o conhecimento popular sobre a ciência**

Iván Izquierdo

**Potencialidades hídricas do Nordeste brasileiro**

João Suassuna

## **Os desafios da produtividade: novas habilidades na era da informação e do conhecimento e o papel central da gestão do conhecimento**

José Cláudio C. Terra

## **Regulamentação da pesquisa clínica no Brasil**

José O. Medina Pestana, Patrícia Ruy Vieira

## **Divulgação científica não é opção, é prioridade**

José Monserrat Filho

## **Avaliação tecnológica em saúde e inclusão social**

Letícia Krauss Silva

## **Educação superior e inclusão social no Brasil**

Luiz Davidovich

## **Crescimento, população e desigualdade: a formulação de políticas de combate à desigualdade e pobreza no Brasil**

Marcelo Medeiros

## **Desenvolvimento tecnológico e possibilidades de inclusão social pelo trabalho no Brasil**

Marcio Pochmann

## **A interface entre a Reforma da Educação Superior e o setor produtivo**

Marcos Formiga

## **O Instituto Ayrton Senna e o desenvolvimento de tecnologias sociais: a experiência do Acelera Brasil**

Margareth Goldenberg

## **Uma visão da política de ciência, tecnologia e inovação em saúde: uma perspectiva da saúde coletiva**

Moisés Goldbaum

## **Os fármacos e a saúde pública no Brasil: uma visão da cadeia produtiva**

Nelson Brasil de Oliveira

## **O papel da C, T, I na inclusão social: o foco de emprego e renda**

Paulo C. R. C. Alvim

## **Meio ambiente e inclusão social: a contribuição da integração lavoura/pecuária com plantio direto na região dos Cerrados**

Paulo Afonso Romano

## **Desafios em Telemedicina**

Paulo Roberto de Lima Lopes, Ivan Torres Pisa, Daniel Sigulem

## **Pesquisa em saneamento: elementos para uma tecnologia socialmente inclusiva**

Ricardo Toledo Silva

## **Dilemas e avanços da responsabilidade social empresarial no Brasil: o trabalho do Instituto Ethos**

Ricardo Young

**Desenvolvendo sustentabilidade**

Roberto S. Waack e Sergio Amoroso

**Inclusão digital, software livre e globalização contra-hegemônica**

Sérgio Amadeu da Silveira

**Segurança pública: determinação de identidade genética pelo DNA**

Sérgio D.J. Pena

**Como usar C, T, I para promover a inclusão social? Políticas públicas: transporte urbano**

Silvana Zioni

**Criminalidade, segurança pública e respostas brasileiras à violência**

Sílvia Ramos

**Como usar C, T, I para promover a inclusão social? Habitação**

Teodomiro Diniz Camargos

## | PARTE 2

**Áreas de interesse nacional****O veículo lançador de satélites**

Adriano Gonçalves, Mauro Melo Dolinsky, Silvio Fazolli

**Sistema Regional de Inovação Aeroespacial: oportunidades e desafios**

Agliberto Chagas

**Desenvolvimento regional e inovação como instrumentos fundamentais para o desenvolvimento brasileiro**

Antonio Carlos F. Galvão

**Ciência, tecnologia e informação para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônia**

Bertha K. Becker

**Programa Biota/Fapesp, o modelo brasileiro para gestão de um recurso estratégico: a biodiversidade**

Carlos Alfredo Joly

**Necessidades para adequação da matriz institucional de ciência e tecnologia na Amazônia**

Cássio Alves Pereira

**Interações biosfera-atmosfera na Amazônia: contribuições do projeto LBA ao conhecimento e ao desenvolvimento sustentável da região**

Flávio J. Luizão

**Territórios digitais: as novas fronteiras do Brasil**

Gilberto Câmara, Antônio Miguel Monteiro, Aldaíza Sposati, Frederico Roman Ramos, Dirce Koga, Ana Paula Dutra de Aguiar

**Recursos hídricos**

José Galizia Tundisi

## **Ciência, tecnologia e desenvolvimento regional na faixa de fronteira do Brasil**

Lia Osorio Machado

## **Cooperação Sul-Sul para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia**

Luis E. Aragón

## **Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil**

Maria das Graças Silva Foster, Symone Christine de S. Araújo, Mário Jorge da Silva

## **Aspectos para construção de um ambiente propício para implantação de uma política de inovação para a indústria brasileira**

Maurício Cardoso Arouca

## **Ciência, tecnologia, inovação e a defesa nacional**

Maurício Pazini Brandão

## **O Sistema Cartográfico Nacional: o desafio do ordenamento e gestão do território brasileiro**

Paulo César Teixeira Trino

## **Recursos minerais e sua contribuição ao desenvolvimento do país: desafios em ciência, tecnologia e informação**

Roberto Dall'Agnol

## **Os impasses para a produção de energia no globo e no Brasil**

Rogério Cerqueira Leite

## **Mar-oceanografia/biologia pesqueira**

Silvio Jablonski

## | PARTE 3

### **Gestão e regulamentação**

#### **Inovação tecnológica na indústria brasileira: um exercício no uso de indicadores de inovação e algumas propostas para seu aperfeiçoamento**

Eduardo Baumgratz Viotti

#### **Propriedade intelectual e a construção de um sistema de inovação no Brasil: notas sobre uma articulação importante**

Eduardo da Motta e Albuquerque

#### **Financiando a inovação nas empresas (e inovando nas formas de financiamento)**

Eduardo Moreira da Costa

#### **Propriedade intelectual**

Fernando Galembeck, Wanda P. Almeida

#### **Inovação tecnológica – marco regulatório**

Francelino Lamy de Miranda Grandó

#### **O financiamento de capital de risco para as pequenas e médias empresas (PMES)**

Guilherme Caldas Emrich

**Eficácia, abrangência e aprimoramento dos marcos regulatórios em inovação**

Jamil Zamur Filho

**Estruturas e dispositivos nacionais de produção e difusão de indicadores de C, T, I: deficiências e possíveis avanços**

Regina Gusmão

**Propriedade intelectual: temas estratégicos**

Roberto Castelo Branco Coelho de Souza

**Legislação e marcos regulatórios**

Ruy de Araújo Caldas

**Indicadores, avaliação e instrumentos de gestão: a necessidade de coordenação**

Sinésio Pires Ferreira, Rovenia Maria Carvalho Negreiros

## | PARTE 4

**Presença internacional****A importância da cooperação internacional para o desenvolvimento da ciência brasileira**

Eduardo Moacyr Krieger, Paulo de Góes Filho

**Pesquisa e desenvolvimento nas empresas multinacionais no Brasil**

Flavio Grynszpan

**Tecnoglobalismo e o papel dos esforços de P, D, I das multinacionais no mundo e no Brasil**

José Eduardo Cassiolato, Helena Maria Martins Lastres

**Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia do Brasil com Países da América do Sul (Prosul)**

Lindolpho de Carvalho Dias

**Inserção de empresas brasileiras agregadoras de tecnologia no cenário internacional**

Luiz Awazu Pereira da Silva, Henri Eduard Stupakoff Kistler, Jefferson Chaves Boechat

**Inovação, estratégias competitivas e inserção internacional das firmas da indústria brasileira**

Mario Sergio Salerno, João Alberto De Negri

## | PARTE 5

**Geração de riqueza****Modelos de inserção de C, T, I para o desenvolvimento nacional**

Evando Mirra de Paula e Silva

**Regionalização de C, T e geração de riquezas**

Ivan Rocha Neto

**Institutos de pesquisa: missão, liderança e inovação**

João Evangelista Steiner

## **Condições gerais para incorporação de tecnologia à economia brasileira**

José Monir Nasser

## **Uma análise qualitativa de alguns fatores críticos na dinâmica de uma cadeia de conhecimento**

Luiz Bevilacqua, Augusto César N. R. Galeão, Elizabeth Bulnes

## **Inovação como instrumento de geração de riqueza no Brasil: o exemplo dos institutos privados de inovação tecnológica**

Marcel Bergerman

## **Desenvolvimento econômico, ciência e tecnologia**

Oscar Soto Lorenzo Fernandez

## **Um retrato de P, D nas empresas no Brasil**

Ronald Martin Dauscha

## **Trajetórias e agendas para os institutos e centros de pesquisa no Brasil**

Sergio Salles Filho, Maria Beatriz Bonacelli

## **Globalização da P, D: oportunidades para o Brasil**

Sérgio Robles Reis de Queiroz

## **Programas mobilizadores**

Waldimir Pirró e Longo

## **Ciclo do combustível: desenvolvimento e qualificação de processos de conversão de concentrado de urânio (torta amarela) em hexafluoreto de urânio**

Marinha do Brasil

## **Veículos aéreos não tripulados (Vant)**

Flavio Araripe d'Oliveira

## **Programa mobilizador da nova viatura blindada de transporte pessoal média de rodas (VBTP-MR)**

Exército Brasileiro – Departamento de Ciência e Tecnologia

## **Energia da biomassa: álcool, biodiesel e eletricidade**

Manoel Regis Lima Verde Leal

## **Programa nacional de gás natural**

Antônio Luiz Fernandes dos Santos

## **Programa mobilizador em éter dimetílico (DME)**

Caetano Moraes

## **Programa mobilizador de célula a combustível**

Caetano Moraes

## **Programa nacional para conhecimento e uso da biodiversidade amazônica**

Bertha K. Becker

## **Fármacos e medicamentos**

Marcos Henrique de Castro Oliveira

**Medicina regenerativa: terapias celulares, bioengenharia e biomimética**

Radovan Borojevic

**Biotecnologia do século XXI**

Eloi Garcia

**Tecnologia audiovisual eletrônica: educação, cultura e entretenimento**

Roberto Bartholo

**Conhecimento da base física brasileira**

Celso José Monteiro Filho, Luiz Carlos Torres, Paulo Márcio Leal de Meneses, Moema J.C. Augusto, César Cajueiro Pimenta, Paulo César Trino, Sidney Gonzáles, Cleverson Guizan Silva, Sérgio Luiz Fontes

**Programa nacional de micro e nanotecnologia**

Cylon Gonçalves da Silva

**Programa mobilizador em metrologia**

Humberto Siqueira Brandi

**“Promove” – um programa para a mobilização das engenharias**

José Alberto dos Reis Parise

**NUMERO 21- Dezembro de 2005**

---

**Política de ciência, tecnologia e inovação****Políticas públicas de inovação no Brasil: a agenda da indústria**

Maurício Mendonça

**Ciência, tecnologia e inovação: idéias sobre o papel das ciências sociais no desenvolvimento**

Maria Lucia Maciel

**Educação e inovação: o papel e o desafio das engenharias na promoção do desenvolvimento industrial, científico e tecnológico**

Carlos Roberto Cavalcante

**Desenvolvimento Regional****Distribuição regional dos fluxos de recursos federais para ciência e tecnologia**

Maria Emília Fagundes, Luiz Ricardo Cavalcante, Rafael Ramacciotti

**A política de ciência, tecnologia e inovação do Ceará**

Hélio Barros

**Biotecnologia: um desafio para o Amazonas**

Emerson Matias, Nelson Pimentel

**O valor de “não-uso”: possibilidade econômica para a Amazônia**

Francisco Abreu, André Duarte, Mário Ribeiro

## **Mudanças climáticas**

Oportunidades para o Brasil no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo da Convenção do Clima

Marcelo Poppe, Emilio Rovere

A importância de uma política climática brasileira

Luiz Pinguelli Rosa

## **Prospecção**

Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: TECHNOLOGY ROADMAPPING - um olhar sobre formatos e processos.

Gilda Massari Coelho, Dalci Maria dos Santos, Marcio de Miranda Santos, Lélío Fellows Filho

Prospecção tecnológica na Hungria: política e lições metodológicas

Attila Havas

## **Memória**

O centenário do Congresso de Ciência e Tecnologia

Ana Maria Andrade

## **Resenha**

Da extração de pau-brasil ao sequenciamento do genoma: a lenta emergência de uma história das ciências e das tecnologias no Brasil

Paulo Roberto de Almeida

## **NUMERO 22- Dezembro de 2005**

---

### **Prefácio**

Lucia Carvalho Pinto de Melo

### **Apresentação**

Anna Peliano

## **Distribuição de renda e pobreza**

Alguns aspectos relativos à evolução 2003-2004 da pobreza e da indigência no Brasil

Sonia Rocha

Pobreza, transferências de renda e desigualdades de gênero: conexões diversas

Lena Lavinias, Marcelo Nicoll

Transferências de renda e a redução da desigualdade e da pobreza no Brasil

Rodolfo Hoffmann

## Consequências e causas imediatas da queda recente na desigualdade de renda brasileira

Ricardo Barros, Mirela de Carvalho, Samuel Franco, Rosane Mendonça

### **Mercado de trabalho**

#### Mercado geral de trabalho: o que há de novo no Brasil?

Marcio Pochmann

#### Desemprego e precarização em Regiões Metropolitanas: um olhar a partir das famílias

Ângela Borges

#### Análise sobre a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD 2004)

#### Recuperação econômica e a geração de empregos formais

Claudio Salvadori Dedecca, Eliane Navarro Rosandiski

### **Desenvolvimento regional**

#### Metropolização e desenvolvimento regional no Brasil: tendências recentes a partir da PNAD

Mauro Borges Lemos

### **Emprego Rural**

#### Mudanças recentes no mercado de trabalho rural

Mauro Del Grossi, José Graziano da Silva

#### Agricultura familiar e emprego no meio rural brasileiro: análise comparativa das Regiões Sul e Nordeste

Sergio Schneider

#### Qualidade do emprego na agropecuária brasileira no período 2001-2004

Otavio Valentim Balsadi

#### Indicadores sociais no Brasil: uma análise de sua evolução em período recente

Henrique Dantas Neder

#### Aspectos da agricultura familiar regional: Nordeste e Sul (1996-1999 e 2001-2004)

Carlos Alves do Nascimento

### **Mudanças demográficas**

#### Tendências migratórias recentes no Brasil: as evidências da PNAD de 2004

Ralph Hakkert, George Martine

#### A migração no Brasil no começo do século 21: continuidades e novidades trazidas pela PNAD 2004

José Marcos Pinto da Cunha

#### As migrações internas no Brasil: as novidades sugeridas pelos censos demográficos de 1991 e 2000 e pelas PNADs recentes

Fausto Reynaldo Alves de Brito, José Alberto M. de Carvalho

## NUMERO 23- Dezembro de 2006

---

### Apresentação

Lúcia Carvalho Pinto de Melo

### **Sistemas de apoio à formulação de políticas públicas em ciência, tecnologia e inovação**

**Apoio à ciência, tecnologia e conhecimento para o desenvolvimento: um breve retrato do panorama global**

Sara E. Farley

**Agências de financiamento como instrumento de política pública em ciência, tecnologia e inovação: o caso da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep)**

Sergio Machado Rezende, Conceição Vedovello

**Observatório de tecnologia e inovação no IPT: sua evolução e aprendizado**

Abraham Yu, Marcos Rocha de Avó, Conceição Vedovello, Mauro Silva Ruiz, Ricardo Goldani Altmann, Eduardo Luiz Machado

**A evolução da prospecção tecnológica no Reino Unido**

Michael Keenan

**Prospecção tecnológica e plano de ação em ciência e tecnologia: exercício coreano**

Taeyoung Shin

**Políticas de C, T e programas em prol de uma sociedade embasada no conhecimento: a experiência de uma economia em desenvolvimento na região dos países membros da cooperação econômica Ásia-pacífico**

Kitipong Promwong, Dararat Rajadanuraks

**Planejamento de P, D: a experiência americana**

Stephen Rattien

**Trinta anos de políticas públicas no Brasil para a área de biotecnologia**

Paulo José Péret de Sant'Ana, José Gilberto Aucélio

### **Políticas e programas estratégicos em C, T, I**

**Recursos minerais marinhos além das jurisdições nacionais: interesses econômico, político e estratégico**

Kaiser Gonçalves de Souza

**Aspectos estratégicos para o desenvolvimento da pesca oceânica no Brasil**

Fabio H. V. Hazin, Paulo Travassos

**O sistema global dos sistemas de observação da terra (Geoss): estratégias de implementação a serem definidas**

Darly Henriques da Silva

## Inovação e grau de novidade

Luis Fernando Tironi

## Comunidade de prática como ferramenta de foresight: canal prospectar e indústria brasileira

Rosana Pauluci, Luc Wuoniam, Edson Luiz Riccio

## Memória

### Evolução dos institutos científicos (1954)

Afrânio do Amaral

## Resenha

### A produção do conhecimento nas sociedades contemporâneas: a concentração e as desigualdades são inevitáveis?

Paulo Roberto de Almeida

## NUMERO 24- Agosto de 2007

---

### Apresentação

Kaiser Gonçalves de Souza

### Minerais do fundo do mar: avanços e retrocessos das negociações internacionais da convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

Claudia Victor Pereira, Kaiser Gonçalves de Souza

### Arcabouço legal internacional e o espaço marinho brasileiro

Kaiser Gonçalves de Souza, Claudia Victor Pereira, Manoel Barretto da Rocha Neto

### Arcabouço legal nacional para pesquisa e lavra mineral no Mar Territorial, na Plataforma Continental e na Zona Econômica Exclusiva

Vanessa Maria Mamede Cavalcanti

### Aspectos políticos-estratégicos dos recursos minerais da área internacional dos oceanos

Kaiser Gonçalves de Souza, Manoel Barretto da Rocha Neto, Noris Diniz, Reinaldo Santana Correia de Brito

### Aspectos científicos dos recursos minerais marinhos

Luiz Roberto Silva Martins

### Ocorrência de recursos minerais na Plataforma Continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes

Luiz Roberto Silva Martins, Kaiser Gonçalves de Souza,

### Recursos minerais da Plataforma Continental brasileira e regiões oceânicas adjacentes do Atlântico Sul e Equatorial: aspectos socioeconômicos

Luciano Borges

### Tecnologia de pesquisa, lavra e beneficiamento de recursos minerais marinhos

Kaiser Gonçalves de Souza, Luiz Roberto Silva Martins

## **Recursos minerais marinhos: fatos portadores de futuro, prioridades de estudo no Brasil e projetos estruturantes**

Kaiser Gonçalves de Souza, Luiz Roberto Silva Martins, Vanessa Maria Mamede Cavalcanti, Claudia Victor Pereira, Luciano Borges

## **Memória**

O Instituto Oceanográfico de São Paulo (1954)

## **NUMERO 25- Dezembro de 2007**

---

### **Apresentação**

Lucia Carvalho Pinto de Melo

### **Gestão e avaliação de ciência, tecnologia e inovação**

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

Fernando Perini

**Gerenciamento estratégico da informação: convergência a partir da sociedade da informação**

Rogério Henrique de Araújo Júnior, Lilian Alvares

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

Claudia Canongia

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

Fernando César de Macedo

### **Política estratégica**

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

Maarten Cornet, Björn Vroomen, Marc Van Der Steeg

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

Simone Yamamura, Sergio Luiz Monteiro Salles Filho, Sergio Medeiros Paulino de Carvalho

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

Ricardo Zollner Holmo, Carlos de Moura Neto

### **Desenvolvimento tecnológico**

**Engenharia e desenvolvimento no Brasil: desafios e perspectivas**

Jorge Almeida Guimarães, João Fernando Gomes de Oliveira, Álvaro Toubes Prata

## Uma parceria estratégica para inserção de P, D no ensino de engenharia

Carlos Fernando Jung, José Luis Duarte Ribeiro, Carla Schwengber Ten Caten

### Memória

#### As raízes das tradições científicas

Simon Schwartzman

### Resenha

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

Fernando Antônio Ferreira de Barros

## NUMERO 26- Junho de 2008

---

### Apresentação

Lucia Carvalho Pinto de Melo

### Políticas de ciência, tecnologia e inovação

#### Por que fazer pesquisa básica em bioenergia?

Cylon Gonçalves da Silva

#### A nova convergência da ciência e da tecnologia

Esper Abrão Cavalheiro

#### Patentes e biotecnologia aceleram o crescimento da agricultura brasileira

Roberto Castelo Branco, Adriana Vieira

#### Ciência, tecnologia e desenvolvimento – redes e inovação social

Maíra Baumgarten

#### Funções públicas de instituições públicas de pesquisa: a possibilidade de antecipar mudanças e influenciar mercados

Marcos Paulo Fuck, Maria Beatriz Machado Bonacelli

### Avaliação e indicadores de C, T, I

#### Produção de conhecimento e crescimento da firma no Brasil

João Alberto De Negri, Luiz Esteves, Fernando Freitas

#### Propriedade intelectual e inovação: uma análise de dez instituições brasileiras

Anselmo Takaki, Hélio Camargo, Ricardo Mendes, Ricardo Sennes

#### Parcerias para inovação: o desafio do plástico biodegradável – estudo de caso

Léa Velho, Paulo Velho

## **Desenvolvimento regional**

**A emergência de um sistema de inovação no Estado do Amazonas: fortalecimento pela governança**

Guajarino Araújo Filho, Niomar Lins Pimenta, Dimas José Lasmar

**Policêntrico e planejamento territorial de longo prazo**

Constantino Cronemberger Mendes

## **Memória**

**O fundo de desenvolvimento técnico-científico (Funtec) do BNDE: a criação e os anos 1960**

Amilcar Figueira Ferrari

## **Resenha**

**Um depoimento para a história: Renato Archer**

Ronaldo Conde Aguiar

## **NUMERO 27- Dezembro de 2008**

---

### **Apresentação**

Lucia Carvalho Pinto de Melo

### **Mudanças climáticas e o Brasil – Contextualização**

Carlos A. Nobre

### **Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do século 21**

Carlos A. Nobre, Gilvan Sampaio, Luis Salazar

### **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das florestas à mudança do clima**

Thelma Krug

### **Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas**

Magda Aparecida de Lima, Bruno José Rodrigues Alves

### **Análise da vulnerabilidade da biodiversidade brasileira frente às mudanças climáticas globais**

Vanderlei Perez Canhos, Marinez Ferreira de Siqueira, Alexandre Marino, Dora Ann Lange Canhos

### **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil**

Jose A. Marengo

### **Energia e recursos hídricos: vulnerabilidade, impactos e possibilidades de adaptação da geração de energia hidrelétrica no Brasil às mudanças climáticas globais**

Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, João Leonardo da Silva Soito

### **Vulnerabilidade, impactos e adaptação às mudanças do clima: a zona costeira**

Claudio Freitas Neves, Dieter Muehe

## **Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil**

Wagner Costa Ribeiro

## **Mudança climática global e saúde humana no Brasil**

Ulisses E. C. Confalonieri

## **Apêndice – Recomendações para iniciativas de C, T, I**

# NUMERO 28- Junho de 2009

---

## **A pesquisa agropecuária nas Organizações Estaduais - Oepas: diagnóstico e ação**

Abraham Benzaquen Sicsu, Adriano Batista Dias, Mucio de Barros Wanderley, Sergio Kelner Silveira, Silvia Velho

## **O governo do território em questão: uma perspectiva a partir do Brasil**

Bertha K. Becker

## **Amazônia – rede de inovação de dermocosméticos**

Gonzalo Enriquez

## **Inovações tecnológicas e direito autoral: novas modalidades de uso de obras e novas polêmicas sobre propriedade intelectual**

Cassia Isabel Costa Mendes, Antônio Marcio Buainaim

## **Melhoramento genético vegetal no Brasil: formação de recursos humanos, evolução da base técnicocientífica e cenários futuros**

Rodrigo de Araújo Teixeira

## **Contribuições dos institutos de pesquisa privados sem fins lucrativos do setor de TICs ao desenvolvimento da C, T no Brasil: uma análise a partir do uso dos incentivos da Lei de Informática**

Marconi Edson Esmeraldo Albuquerque, Maria Beatriz, Machado Bonacelli

## **Uma oportunidade para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica no Brasil: eletricidade solar para os telhados**

Isabel Tourinho Salamoni, Ricardo Ruther, Roberto Zilles

## **Políticas de inovação no Uruguai: entre o peso da tradição e os constrangimentos da globalização**

Ademar Seabra da Cruz Jr.

## **Opção de desenvolvimento estratégico brasileiro em CT, I**

Ester C. do Couto Santos

## **Memória**

## **Naturalista e homem público: a trajetória do ilustrado José Bonifácio de Andrada e Silva**

Alex Goncalves Varela

NUMERO 29- Dezembro de 2009

---

## **Política estratégica e gestão tecnológica em ciência, tecnologia e inovação (CT, I)**

**Foresight: proposta de uma metodologia visando ao fortalecimento da competitividade dos setores industriais brasileiros**

Claudio Chauke Nehme, Adriano Galvão, Antônio Vaz, Gilda Coelho, Lélío Fellows Filho

**Segurança cibernética: o desafio da nova Sociedade da Informação**

Claudia Canongia, Raphael Mandarino Junior

**Crise e financiamento à inovação**

Ronald Martin Dauscha

**Inovação tecnológica no Brasil: questões éticas da ação social em uma economia semiperiférica**

Renato de Oliveira, Fabrício Neves, Leonardo Koppe, Daniel Guerrini

**Desenvolvimento, energia e ambiência urbana: uma abordagem histórica**

Dílson Batista Ferreira

## **Desenvolvimento regional**

**Convergência de políticas públicas: uma metodologia para a construção de agendas de ações de CT, I para inclusão social**

Simone Uderman, Glauter Rocha

**Semiárido brasileiro: uma análise das potencialidades e das competências para o seu desenvolvimento**

Manoel Abílio de Queiróz

**Rede de inovação de dermocosméticos na Amazônia: o uso sustentável da biodiversidade com enfoques para as cadeias produtivas da castanha-do-pará e dos óleos de andiroba e copaíba**

Alberto Cardoso Arruda

**Patentes acadêmicas no Brasil: uma análise sobre as universidades públicas paulistas e seus inventores**

Rodrigo Maia de Oliveira, Léa Velho

**Empresas de base tecnológica induzidas e espontâneas na região metropolitana de Campinas: limitações, potencialidades e relações com o espaço geográfico**

Guilherme B. R. Lambais

## **Memória**

**A criação da CNEN no contexto do governo JK**

Ana Maria Ribeiro de Andrade, Tatiane Lopes dos Santos

## **Ciência, tecnologia e meio ambiente**

### **A questão ambiental e a contribuição dos institutos de pesquisa à geração de tecnologias ambientalmente sustentáveis**

Marconi Edson Esmeraldo Albuquerque, Maria Beatriz Machado Bonacelli, Peter Weigel

### **Desafios e perspectivas da integração regional da Amazônia Sul-americana**

Bertha K. Becker

### **Desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro**

Aldrin Martin Perez-Marin, Pedro Dantas Fernande, Albericio Pereira de Andrade, Roberto Germano Costa, Rômulo Simões César Menezes

### **Beyond the emission market: Kyoto and the international expansion of waste management firms**

Ionara Costa, Asel Doranova, Geert-Jan Eenhoorn,

### **Facts and debates on the future of the Amazon forest**

Hector Maletta,

## **Política científica, tecnológica e de inovação**

### **Foresight estratégico: uso da abordagem metodológica no plano de gestão de uma agência de fomento a ciência, tecnologia e inovação**

Gilda Massari Coelho, Antonio Carlos Figueira Galvão, Antonio Carlos Guedes, Igor André Carneiro, Cláudio Chauke Nehme, Lélío Fellows Filho,

### **Auge e declínio dos estados desenvolvimentistas. Novos desafios**

Carlos Aguiar de Medeiros

### **Inovação tecnológica na indústria brasileira no passado recente – uma resenha da literatura econômica**

Fabio Stefano Erber

### **Proposta de um modelo de aprendizagem organizacional sustentado pela inovação**

Cláudio Chauke Nehme, Daniele Lucena Ribeiro

## **Tecnologias emergentes e indústrias do futuro**

### **Gestão da tecnologia e aprendizagem organizacional: evolução das práticas de uma empresa brasileira de energia na direção do desenvolvimento sustentável**

Maria Fatima Ludovico de Almeida, Maria Ângela Campelo de Melo

### **Iniciativa Nacional de Inovação: modelo conceitual de prospecção tecnológica para áreas estratégicas no Brasil**

Maria Fatima Ludovico de Almeida, Carlos Augusto Caldas de Moraes

## Química Verde no Brasil: visão de futuro e estratégia nacional para o período 2010-2030

José Osvaldo Beserra Carioca, Peter Seidl, Eduardo Falabella Sousa-Aguiar, Maria Fatima Ludovico de Almeida

### Memória

#### Conferencia Nacional de CT, I e a criação do CGEE

Cylon Gonçalves, Lucia Melo

## NUMERO 31- Dezembro de 2010 - Edição Especial

---

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

#### | PARTE 1

#### Consolidação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI)

#### Visão sistêmica e integrada para CT, I

##### A institucionalização do paradigma inovação dentro da visão sistêmica e integrada de ciência e tecnologia

Ronaldo Mota

##### A formação de doutores no Brasil: uma política de Estado em busca de maior integração com o Sistema Nacional de Inovação

Eduardo B. Viotti

##### Desafios institucionais para a consolidação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

Reginaldo Braga Arcuri

##### Relatório da sessão “Visão sistêmica e integrada para CT, I”

Eduardo Moacyr Krieger

#### O ambiente regulatório – entraves e desafios

##### Arcabouço legal ou entraves legais?

Paulo Sérgio Lacerda Beirão

##### Insegurança jurídica no ambiente regulatório para inovação

Renato Fernandes Corona

##### O ambiente regulatório – entraves e desafios

Ronaldo Tadêu Pena

## **Ciência básica e produção do conhecimento: um desafio para o Brasil**

Um olhar sobre a ciência brasileira e sua presença internacional

Jacob Palis Junior

**Ciência fundamental: desafios para a competitividade acadêmica no Brasil**

Carlos Henrique de Brito Cruz

**O estado da ciência no Brasil: como dar um salto de qualidade?**

Sergio Danilo Junho Pena

**Relatório do seminário preparatório “Ciência básica e produção do conhecimento: um desafio para o Brasil”**

Ima Célia Guimarães Vieira

**Relatório da sessão “Ciência básica e produção do conhecimento: um desafio para o Brasil”**

**Grandes projetos científicos de colaboração internacional**

**Participação brasileira em grandes projetos científicos internacionais**

Ricardo Magnus Osório Galvão, Beatriz Leonor Silveira Barbuy

**Grandes projetos científicos de colaboração internacional – um olhar de uma Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa**

Jerson Lima Silva

**Relatório da sessão “Grandes projetos científicos de colaboração internacional”**

Beatriz Leonor Silveira Barbuy, Ricardo Magnus Osório Galvão

## **Nova geração de políticas de CT, I**

Uma nova geração de políticas de ciência, tecnologia e inovação

Lucia Carvalho Pinto de Melo

**Relatório da sessão “Nova geração de políticas de CT, I”**

Glauco Antonio Truzzi Arbix

## **CT, I – Indicadores, avaliação e desafios**

**FNDCT, Sistema Nacional de Inovação e a presença das empresas**

Mauro Borges Lemos, João Alberto De Negri

**Estatísticas de inovação tecnológica: a visão da Pintec 2008**

Fernanda de Vilhena Cornélio Silva

**Relatório da sessão “CT, I – Indicadores, avaliação e desafios”**

Mariano Francisco Laplane

## **O Brasil na nova geografia global**

**Relatório do seminário preparatório “Inserção da CT, I nos foruns internacionais”**

Silvio Crestana

## **Relatório do seminário preparatório**

### **“Internacionalização da inovação brasileira”**

Silvio Crestana

### **Relatório da sessão “O Brasil na nova geografia global”**

Silvio Crestana

## **Diplomacia da inovação**

### **Relatório da sessão “Diplomacia da inovação”**

Ademar Seabra da Cruz Junior

## | PARTE 2

## **Desenvolvimento Sustentável**

### **Ciência, tecnologia e inovação – condição do desenvolvimento sustentável da Amazônia**

Bertha Koiffmann Becker

### **Inovação, desenvolvimento econômico e sustentabilidade: as perspectivas do Brasil**

Pedro Luiz Barreiros Passos

### **Desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro**

Aldrin Martin Perez-Marin, Pedro Dantas Fernandes, Albericio Pereira de Andrade, Roberto Germano Costa, Romulo Simões Cesar Menezes

## **Relatório do seminário preparatório**

### **“Desenvolvimento sustentável: novos padrões de desenvolvimento via inovação”**

Jose Geraldo Eugenio de Franca

### **Relatório da sessão “Desenvolvimento sustentável”**

Luiz Antônio Barreto de Castro

## **Amazônia**

### **Contribuições à política de Estado de CT, I: fundamentos, diretrizes, propostas e compromissos para uma Amazônia sustentável**

Marcílio de Freitas

### **Amazônia: cinco propostas para o próximo decênio**

Adalberto Luis Val

### **Ciência, tecnologia e inovação para a saúde humana na Amazônia**

Luiz Hildebrando Pereira da Silva

## **Pesquisa interdisciplinar no contexto de parcerias internacionais de C, T para o conhecimento dos ecossistemas amazônicos**

Peter Mann de Toledo, Ima Celia Guimaraes Vieira

### **Relatório da sessão “Amazônia”**

Alberto Cardoso Arruda

## **Biodiversidade**

### **O acesso à biodiversidade antes e depois da Convenção da Diversidade Biológica (CDB)**

Luiz Antonio Barreto de Castro

### **A intrincada relação entre a conservação e a classificação da biodiversidade: um estudo de caso na Amazônia, com a proposta de uma agenda de trabalho para o século XXI**

Alexandre Aleixo

### **A biodiversidade brasileira como fonte de medicamentos inovadores**

Manoel Odorico de Moraes Filho

Política de Estado de ciência tecnologia e inovação para o desenvolvimento sustentável

### **- Biodiversidade**

Luiz Antonio Barreto de Castro

## **Mudanças climáticas**

### **Mudanças climáticas antrópicas e variações climáticas naturais**

Alice M. Grimm

### **O desafio das novas tecnologias de mitigação da mudança do clima no contexto do desenvolvimento sustentável**

Jose Domingos Gonzalez Miguez, Adriano Santhiago de Oliveira, Thiago de Araújo Mendes

### **Relatório do seminário preparatório “Mudanças climáticas”**

Luiz Pinguelli Rosa

## **Pantanal e cerrado**

### **Cerrado: o trade-off entre a conservação e o desenvolvimento**

Giselda Durigan

### **Relatório sessão “Pantanal e cerrado”**

Divina das Dores de Paula Cardoso

## **Energias alternativas**

### **Produção sustentável em larga escala de etanol de cana-de-açúcar no Brasil**

Marco Aurelio Pinheiro Lima, Manoel Regis Lima Verde Leal, Luis Augusto Barbosa Cortez

### **Inserção do Brasil nos biocombustíveis aeronáuticos**

Walter Bartels

## Relatório da sessão “Energias alternativas e potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil”

Ricardo Ruther

### **Bioenergia**

#### **Bioenergia**

Luiz Augusto Horta Nogueira

#### **Relatório da sessão “Bioenergia”**

Ricardo de Gusmao Dornelles

### | PARTE 3

### **Inovação na empresa**

#### **Estratégia tecnológica da Petrobras**

Carlos Tadeu da Costa Fraga

#### **Relatório do seminário preparatório “Investimento e inovação”**

Jorge Luis Nicolas Audy

#### **Relatório da sessão “Investimento e inovação”**

Jorge Luis Nicolas Audy

#### **Ciência, tecnologia e inovação e os trabalhadores**

Clemente Ganz Lucio, Paulo Jager

### **Ambientes econômicos propícios à inovação**

#### **A inovação no Brasil: uma contribuição para o seu desenvolvimento**

Pedro Wongtschowski

### **Indutores de investimento para inovação**

#### **Mecanismos de apoio à Inovação no Brasil: uma breve nota crítica**

Jose Eduardo Cassiolato

#### **Inovação tecnológica e indústria aeronáutica**

Emilio K. Matsuo

#### **Relatório da sessão “Indutores de investimento para inovação”**

Julio Cesar Ramundo

### **Demandas de mercado por CT, I**

#### **Competitividade por meio de alianças estratégicas**

Guilherme Marco de Lima

## **A internacionalização da inovação empresarial brasileira**

Flavio Grynszpan

## **Fortalecimento da P, D nas empresas**

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

Claudio Figueiredo Coelho Leal

### **Relatório da sessão “Fortalecimento da P, D nas empresas”**

Maria Angela do Rego Barros

## **Conectores academia-empresa para inovação**

### **Atuação do Cetene como conector academia empresa para a inovação**

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

### **Conectores academia-empresa para inovação**

Isa Asséf dos Santos

## **O papel dos parques tecnológicos e das incubadoras de empresas**

### **Empreendedorismo inovador sustentável**

Guilherme Ary Plonski

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

Ana Lucia Vitale Torkomian

## **Propriedade intelectual para inovação**

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

Jose Matias-Pereira

### **Propriedade intelectual para a promoção da inovação**

Luis Carlos Wanderley Lima

### **Relatório da sessão “Propriedade intelectual para inovação”**

Denis Borges Barbosa

## | PARTE 4

### Áreas estratégicas em ciência tecnologia e inovação

#### **Biotecnologia**

**Biotechnology: o Brasil e a importância em converter pesquisa em produtos comercialmente viáveis**

Luiz Eduardo da Cruz

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

Antonio Paes de Carvalho

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

Elibio Leopoldo Rech Filho

**Biotechnologies para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**

Spartaco Astolfi Filho

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

Luiz Antonio Barreto de Castro

#### **Materiais avançados e nanotecnologia**

**Nanotechnologies, produtos da agricultura e minerais abundantes**

Fernando Galembeck

**Materiais Avançados 2010-2022**

Fernando Rizzo

#### **Microeletrônica**

**Relatório da sessão “Microeletrônica”**

Jacobus W. Swart

#### **Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)**

**Desafios para o desenvolvimento das TICS no Brasil**

Claudio Aparecido Violato, Claudio de Almeida Loural

**Pesquisa em computação: essencial para o avanço da CT, I**

Virgilio Augusto Fernandes Almeida

## **Nuclear (P, D, atores e cadeias produtivas)**

O Programa Nuclear da Marinha nos contextos nacional e internacional

Luciano Pagano Junior

**Energia nuclear**

Othon Luiz Pinheiro da Silva

## **Pesquisa e desenvolvimento em saúde**

Pesquisa e desenvolvimento em saúde: o futuro de uma política setorial

Ogari de Castro Pacheco

**A indústria farmacêutica nacional: panorama atual e desafios à luz da ação do BNDES e outros agentes**

Pedro Palmeira Filho

**Relatório da sessão “Pesquisa e desenvolvimento em saúde”**

Carlos Augusto Grabois Gadelha

**Contribuição para a 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – documento institucional.**

Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz)

## **Desafios da saúde**

Num Sistema Universal de Saúde como o SUS: inovação é acesso

Jose da Rocha Carvalheiro

**Desafios da saúde: fármacos, vacinas e reagentes para diagnósticos**

Nelson Brasil de Oliveira

**Relatório da sessão “Desafios da saúde”**

Herman Chaimovich Guralnik

## **Metrologia, inovação e desenvolvimento sustentável**

**Metrologia: pilar da inovação**

Humberto S. Brandi, Taynah L. Souza

**Relatório da sessão “Metrologia, inovação e desenvolvimento sustentável”**

Odilon Marcuzzo do Canto

**Relatório adicional da sessão “Metrologia, inovação e desenvolvimento sustentável”**

Ana Maria Pereira

## | PARTE 5

### Educação, ciência, tecnologia e inovação

#### **Educação de qualidade desde a primeira infância**

Ciência, tecnologia e educação - contribuição da SBPC

Marco Antonio Raupp

Educação de qualidade e sua relação com C, T e inovação

Mozart Neves Ramos

Relatório da sessão “Educação de qualidade desde a primeira infância”

João Lucas Marques Barbosa

#### **A universidade brasileira – a pós-graduação e a pesquisa**

CT, I no Brasil. Um balanço da capacitação e desempenho atual do sistema de pós-graduação e de pesquisa

Jorge A. Guimarães, Sergio O. C. Avellar

Universidade, pós-graduação e pesquisa

Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho

Os pós-graduandos e a agenda estratégica em ciência, tecnologia e inovação

Elisângela Lizardo de Oliveira, Vasco Rodrigo Rogrigues Lourenço, Luana Meneguelli Bonone, Thiago Oliveira Custódio,

Relatório da sessão “A universidade brasileira – a pós-graduação e a pesquisa”

Luiz Bevilacqua

#### **Recursos humanos - qualificação e mercado de trabalho**

Recursos humanos: qualificação e mercado de trabalho

Wrana Panizzi

O sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação

Regina Maria de Fátima Torres

Qualificação dos engenheiros

Francis Bogossian

Relatório da sessão “Recursos humanos – qualificação e mercado de trabalho”

Alvaro Toubes Prata

#### **Educação em ciências - experiências inovadoras**

Educação em ciência – experiências inovadoras

Ernest Wolfgang Hamburger

## Gestão compartilhada na construção de uma escola sustentável

Luzia Cristina I. Arruda

## Relatório da sessão “Educação em ciências - experiências inovadoras”

Roseli de Deus Lopes

## Ciências e matemática nas escolas

### Sobre o ensino da matemática no Brasil, e ciência e matemática nas escolas e educação tecnológica

Suely Druck

### Relatório da sessão “Ciências e matemática nas escolas”

Eduardo Fleury Mortimer

## | PARTE 6

## Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento social

## Democracia e cidadania - o papel da ciência, tecnologia e inovação

### Cidadania, controle social das CT, I e democratização

Cândido Grzybowski

### Relatório do seminário preparatório “Democracia e cidadania - o papel da ciência, tecnologia e inovação”

Maria Alice Rezende de Carvalho

### Relatório da sessão “Democracia e cidadania – o papel da ciência, tecnologia e inovação”

Maria Alice Rezende de Carvalho

### Política científica e tecnológica para o desenvolvimento social

Finep

## Atores públicos e privados e inovação social

### Tecnologia social para economia solidária

Paul Singer

### Por que tratar de capacitação em C, T para o desenvolvimento social na 4ª CNCTI?

Renato Dagnino

### Relatório da sessão “Atores públicos e privados e inovação social”

Renato Dagnino

## Tecnologias sociais

### A centralidade da ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável

Larissa Barros

## Relatório da sessão “Tecnologias sociais”

Irma R. Passoni

## CT, I, as demandas sociais e desenvolvimento local

### A Inserção dos municípios na agenda nacional de CT, I

Silvio Roberto Ramos

### Desafios e oportunidades para políticas de desenvolvimento produtivo e inovativo no terceiro milênio

Helena Maria Martins Lastres

### Contribuição do fórum municipal de ciência, tecnologia e inovação - Secretaria executiva da frente nacional de prefeitos

Frederico Cavalcanti Montenegro

## Construção da cultura científica

### A razão que se basta a si mesma é uma razão pobre

Otávio Velho

### A necessidade histórica, social e política da cultura científica

Antonio Carlos Pavão

### Relatório da sessão “Construção da cultura científica”

Ildeu de Castro Moreira

## Ciência, tecnologia e cultura

### Ciência, tecnologia e cultura

Luiz Carlos Prestes Filho

### Patrimônio cultural e desenvolvimento científico no Brasil

Paulo Knauss de Mendonça

### Relatório da sessão “Ciência, tecnologia e cultura”

Paulo Knauss de Mendonças

## Políticas públicas de CT, I para o desenvolvimento social

### Subsídios para a participação do movimento sindical na 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento social

Dieese

### A cor do gato

Ennio Candotti

## | PARTE 1

**Contribuições Institucionais****Breve diagnóstico sobre a situação da Antropologia**

Associação Brasileira de Antropologia (ABA)

**Programa Nacional Pop Ciência 2022**

Associações Brasileiras, Centros e Museus de Ciências (ABCMC)

**Política para a enfermagem brasileira em ciência, tecnologia e inovação**

Associação Brasileira de Enfermagem (ABE), Ivone Evangelista Cabral

**Políticas públicas de comunicação em CT, I**

Associação Brasileira de Jornalismo Científico (ABJC), Cilene Victor da Silva, Simone Bortoliero, Ruth Fátima de Rendeiro Palheta, Graça Caldas, Cidoval Morais de Sousa, Wilson da Costa Bueno

**Conferências nacionais: mecanismo de consenso político? Modelos científicos de previsão e seu impacto social e político. Saúde universal pelo mercado: oximoro conceitual?**

Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (Abrasco), Luiz Augusto Facchini, José da Rocha Carvalheiro, Glauco Arbix, Carlos Morel

Subsídios da área de ensino de Ciências e Matemática para a 4ª CNCTI e 4ª CNCTI-Sudeste

Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Abrapec), Comitê Assessor de Educação (CNPq), Coordenação da área 46 – Ensino de Ciências e Matemática (Capes), Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Sociedade Brasileira de Física (SBF), Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)

**Inserção do Brasil nos biocombustíveis aeronáuticos**

Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB)

**Science diplomacy in action**

American Association for the Advancement of Science (AAAS), Norman P. Neureiter

**Consolidação das reflexões e recomendações da X Conferência Anpei**

Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei)

**Os pós-graduandos e a agenda estratégica em ciência, tecnologia e inovação**

Associação Nacional dos Pós-Graduandos (ANPG), Elisangela Lizardo de Oliveira, Vasco Rodrigo Rogrigues Lourenço, Luana Meneguelli Bonone, Thiago Oliveira Custódio

**Contribuição para o tema inovação**

Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec)

**Direito à cidade, à inovação e a políticas urbanas**

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (Anpur), Leila Christina Dias, Elson Manoel Pereira

### **Educação básica de qualidade e CT, I para o desenvolvimento social sustentável: por uma política científica para a área de educação**

Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBENBio), Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Abrapec), Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd), Associação Nacional de Política e Administração da Educação (Anpae), Sociedade Brasileira de História da Educação (SBHE), Sociedade Brasileira da Educação Matemática (SBEM), Fórum Nacional de Diretores de Faculdades/Centros/Departamentos de Educação ou Equivalentes das Universidades Públicas Brasileiras (Forundir), GT Educação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Comitê de Assessoramento da Educação do CNPq, Coordenação da Área de Educação da Capes, Coordenação da Área de Ensino de Ciências e Matemática da Capes

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

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Luciano G. Coutinho, João Carlos Ferraz, Cláudio Figueiredo Coelho Leal, João Paulo Braga

### **Mais ênfase em inovação nas empresas**

Confederação Nacional da Indústria (CNI)

### **Ciência básica: o desafio da produção de conhecimento**

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

### **Reflexões e propostas para a área de inovação da 4ª CNCTI**

Fórum de Pró-reitores de Pesquisa e Pós-graduação (Foprop), Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (Fortec), Jorge Audy, Bety Ritter

### **O papel dos institutos de pesquisa do MCT (IPs e OSs) na formulação e execução da política de CT, I para o desenvolvimento sustentável do Brasil**

Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Maria Carolina Santos, Alba Livia Tallon Bozi

### **Ações e desafios para consolidação das políticas de PD, I em pesca e aquicultura**

Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), Coordenação Geral de Pesquisa e Geração de Novas Tecnologias da Pesca e Aquicultura (Cogent), Eric Arthur Bastos Routledge, Guilherme Búrigo

Zanette, Luiz Eduardo Lima de Freitas, Fernando Magalhães Ferreira, Elisa Coutinho de Lima

### **Ciência, tecnologia e inovação na preservação do patrimônio cultural brasileiro**

Associação Brasileira de Antropologia (ABA), Associação Brasileira de Ciência Política (ABCP), Associação dos Arquivistas Brasileiros (AAB), Associação Nacional de História (ANPUH) Conselho Internacional de Museus (ICOM-BR), Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC), Sociedade Brasileira de Sociologia (SBS), Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro,

### **Arquivo Nacional, Arquivo Público do Estado do Rio de Janeiro Casa do Oswaldo Cruz da Fiocruz, Escola de Belas Artes da UFMG, Fundação de Energia e Saneamento, Fundação Joaquim Nabuco, Museu de Astronomia e Ciências Afins**

### **CT, I para o desenvolvimento sustentável**

Organizações da Sociedade Civil

### **Planetários brasileiros e CT, I para o desenvolvimento social**

Associação Brasileira de Planetários (ABP), Planetário da UFRGS, Maria Helena Steffani

### **Principais desafios para a ciência brasileira**

Sociedade Brasileira de Física (SBF)

### **Dificuldades para o desenvolvimento de ciência e tecnologia no Brasil**

Sociedade Brasileira de Genética (SBG), Carlos Frederico Martins Menck, Mara Helena Hutz

### **Contribuição da Sociedade Brasileira de Geologia**

Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo)

### **Ensino de Ciências e Matemática no Brasil – desafios para o século XXI**

Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), Associação Brasileira de Estatística (ABE), Hilário Alencar, Marcelo Viana

### **Sugestões para o programa da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**

Sociedade Brasileira de Mutagênese, Carcinogênese e Teratogênese Ambiental (SBMCTA), Carlos Frederico Martins Menck, Elza Tiemi Sakamoto Hojo, Daisy Maria Fávero Salvadori, Catarina Satie Takahashi

### **Aprendizagem e comportamento complexo: contribuições para o planejamento do sucesso escolar**

Sociedade Brasileira de Psicologia (SBP), Marcelo Frota Lobato Benvenuti, Elenice Seixas Hanna, Goiara Mendonça de Castilho

### **Contribuição da SBPC, visando à base científica de um Brasil inovador, competitivo e sustentável**

Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Marco Antonio Raupp

### **Marco legal adequado às atividades de CT, I**

Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Marco Antonio Raupp

### **Materiais para uma sociedade inovadora: uma visão estratégica**

Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais (SBPMat), José A. Varela, Renato F. Jardim, Guillermo Solórzano, Antonio C. Hernandez

### **Contribuição da Sociedade Brasileira de Química para a 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia**

Sociedade Brasileira de Química (SBQ), Vanderlan da Silva Bolzani

### **Sociologia: diagnóstico, desafios e recomendações de políticas**

Sociedade Brasileira de Sociologia (SBS), Associação Brasileira de Ciência Política (ABCP), Celi Scalon, Fabiano Guilherme M. Santos

### **Contribuições à política de Estado de ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento sustentável da Amazônia: fundamentos, diretrizes, propostas e compromissos**

Secretaria de Estado de C, T do Amazonas, Márcilio de Freitas

### **Desafios ao desenvolvimento da indústria eletroeletrônica nacional**

Associação Brasileira de Eletrônica de Potência (Sobraep), Carlos Alberto Canesin, Fernando Antunes, José Antenor Pomílio, Richard M. Stephan, Selênio Rocha Silva

### **Ciência, tecnologia e cidadania: desafios para a sociedade**

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco)

## | PARTE 2

### Seminários temáticos

#### **Investimentos e inovação**

##### **Propostas para uma política de massificação da inovação**

Luis Nassif,

#### **Ciência básica**

##### **Desafios para o avanço da ciência brasileira**

Alaor Silverio Chaves

##### **Grandes telescópios da próxima década e Astronomia Espacial: a necessidade de participação em consórcios internacionais**

Beatriz Barbuy, Albert Bruch, Eduardo Janot Pacheco

##### **A institucionalidade do fomento à ciência básica**

Carlos Alberto Aragao de Carvalho Filho

##### **O sucesso da agricultura brasileira, o desenvolvimento científico nacional e as ciências básicas**

Jose Geraldo Eugenio de Franca, Ederlon Oliveira, Maria Jose Sampaio

##### **Conectando ciência, tecnologia e inovação**

Jailson Bittencourt de Andrade, Wilson Araujo Lopes

##### **Ciência básica: caminhos e perspectivas**

Mario Neto Borges

##### **Educação e ciência, tecnologia**

Helena Nader, Marco Antonio Raupp

##### **Síntese das apresentações**

Adalberto Luis Val

##### **Síntese das apresentações**

Ima Celia Guimaraes Vieira

#### **Educação e CT, I**

##### **Programa Escola Conectada: tecnologia digital aliada à metodologia de projetos de aprendizagem muda a prática do professor e a didática em sala de aula**

Adriana Martinelli de Carvalho

##### **Desafios e desafios da educação**

Ennio Candotti

##### **Ensino de Ciências**

Ernst W. Hamburger

**Dez desafios da educação brasileira contemporânea: construindo um presente possível**

Luciano Mendes de Faria Filho

**Das grades às redes: curriculares, de formação de professores, de instituições, de...**

Nelson De Luca Pretto

**Relatório**

Joao Lucas Marques Barbosa

**Democratização e cidadania****CT, I, desenvolvimento social e demandas locais: o papel da extensão universitária**

Laura Tavares Soares

**Ciência básica: o desafio da produção de conhecimento**

Otavio Velho

**O Brasil no mundo****Estratégias de CT, I para o Brasil no plano internacional**

Jose Monserrat Filho

**NUMERO 33 - Dezembro de 2011**

---

**ICID - Conferência Internacional do Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas****Adaptación a los impactos del cambio climático en la zona semiárida Mexicana**

Jose L. Gonzalez Barrios, Luc Descroix

**Effects of Ceará Hydroenvironmental Development Project (Prodhm) on the Leading Role of Communities in Cangati River Hydrographic Microbasin in Canindé-CE**

Ricardo Lima de Medeiros Marques, Francisco Mavignier Cavalcante Franca

**Community-based adaptation of tribal women to climate change in semi-arid India**

Purabi Bose

**Climate change adaptation and food insecurity in Maradi District – Niger**

Moussa na Abou Mamouda and Cheikh DIOP

**Some historical reflections on the development of a major semiarid region: The Brazilian northeast**

Stefan H. Robock

**Individual land tenure and the challenges of sustainable land use and management in a semi-arid region in China**

Yongjun Zhao

## **Vulnerabilidade e resiliência socioambiental no contexto da mudança climática: o caso do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)**

Martin Obermaier, Emilio Lebre La Rovere

### **Ciência, tecnologia e inovação**

#### **Indústrias do futuro e tecnologias emergentes: visão de um futuro sustentável**

Maria Fatima Ludovico de Almeida, Carlos Augusto Caldas de Moraes

#### **A diáspora científica brasileira: perspectivas para sua articulação em favor da ciência brasileira**

Elizabeth Balbachevsky, Eduardo do Couto e Silva

#### **Características e impactos do Fundo Setorial de Infraestrutura**

Luciano Martins Costa Povoá

#### **A promoção da 'excelência' gerencial nos institutos e centros de P, D brasileiros: para além dos modismos gerenciais**

Marconi Edson Esmeraldo Albuquerque, Maria Beatriz Machado Bonacelli

#### **Condições históricas e aspectos atuais da C, T na Região Metropolitana do RJ: notas preliminares de pesquisa**

Brasilmar Ferreira Nunes, Heitor Vianna Moura

#### **O papel do BNDES no financiamento do setor de energia elétrica no Brasil**

Simone Uderman, Luiz Ricardo Cavalcante

#### **Roadmap tecnológico: proposta de uma métrica para levantamento de demandas e ofertas tecnológicas**

Elias Pereira Lopes Junior, Luiz Eduardo dos Santos Tavares, Aloma Veronica Bernardo Meireles Pessoa

### **Memória**

Rodolpho von Ihyering, o pai da piscicultura







Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
*Ciência, Tecnologia e Inovação*