

# AGRICULTURA E INDÚSTRIA NO BRASIL

## INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho  
Albert Fishlow





# AGRICULTURA E INDÚSTRIA NO BRASIL

## INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho  
Albert Fishlow



## **Governo Federal**

### **Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão**

**Ministro interino** Dyogo Henrique de Oliveira

## **ipea** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

#### **Presidente**

Ernesto Lozardo

#### **Diretor de Desenvolvimento Institucional, Substituto**

Carlos Roberto Paiva da Silva

#### **Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia**

Alexandre de Ávila Gomide

#### **Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas**

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

#### **Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais**

Alexandre Xavier Ywata de Carvalho

#### **Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura**

João Alberto De Negri

#### **Diretora de Estudos e Políticas Sociais**

Lenita Maria Turchi

#### **Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais**

Sérgio Augusto de Abreu e Lima Florêncio Sobrinho

#### **Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação**

Regina Alvarez

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

# AGRICULTURA E INDÚSTRIA NO BRASIL

## INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho  
Albert Fishlow



Brasília, 2017

---

Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro  
Agricultura e indústria no Brasil : inovação e competitividade /  
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, Albert Fishlow. – Brasília :  
Ipea, 2017.  
305 p. : il., gráfs., mapas, fots. color.

Inclui Bibliografia.  
ISBN: 978-85-7811-294-3

1. Agricultura. 2. Produção Agropecuária. 3. Desenvolvimento Agropecuário. 4. Agronegócios. 5. Empresas Agrícolas Familiares. 6. Setor industrial. 7. Inovações Tecnológicas. 8. Comércio Internacional. 9. Políticas Públicas. I. Título. II. Fishlow, Albert. III. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 338.1

---

**Diagramação das figuras:**

Pedro Henrique Cardoso da Costa (estagiário)

**Fotos da capa e do livro:**

Banco de Imagem da Embrapa, Registro Histórico da Embrapa, Banco de Imagem da Petrobras, Agência da Petrobras, Centro Histórico da Embraer, Agência Brasil (EBC) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

# SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>9</b>
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>PRIMEIRO PREFÁCIO</b> .....	<b>13</b>
José Alexandre Scheinkman	
<b>SEGUNDO PREFÁCIO</b> .....	<b>15</b>
Eliseu Roberto de Andrade Alves	
<b>TERCEIRO PREFÁCIO</b> .....	<b>23</b>
Ozires Silva	
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>27</b>
INTRODUÇÃO	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>33</b>
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA: DA ABORDAGEM TRADICIONAL À TEORIA DA MUDANÇA TÉCNICA E INSTITUCIONAL	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>63</b>
PERSPECTIVA HISTÓRICA DA AGRICULTURA BRASILEIRA	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>95</b>
EMBRAPA: UM CASO DE INOVAÇÃO INSTITUCIONAL INDUZIDA	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>121</b>
ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO NO BRASIL: EXPERIÊNCIA CONTEMPORÂNEA	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>153</b>
A COMPETITIVIDADE DO AGRONEGÓCIO E O COMÉRCIO INTERNACIONAL	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>177</b>
HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL DA AGRICULTURA FAMILIAR	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>201</b>
O PETRÓLEO É NOSSO?	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>229</b>
A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DA EMBRAER	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>257</b>
DIGRESSÕES QUE EXTRAPOLAM A SAGA DA AGRICULTURA TROPICAL NO BRASIL	
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>275</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>297</b>
ANEXO A.....	297
ANEXO B.....	298
ANEXO C .....	300
ANEXO D .....	304
<b>NOTAS BIOGRÁFICAS</b> .....	<b>307</b>
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho	
Albert Fishlow	



*Aos visionários que ousam pensar além do seu tempo,  
bem como aos agricultores e aos trabalhadores do  
chão de fábrica, pessoas que, de fato, transformam a  
produtividade do Brasil.*



## AGRADECIMENTOS

A conclusão deste livro é o esforço de um longo e árduo projeto de pesquisa. Nós gostaríamos de reconhecer a influência de alguns profissionais e amigos na elaboração do material aqui apresentado. As contribuições foram diretas, por meio de críticas e sugestões, e indiretas, por debates realizados em congressos e seminários acadêmicos, bem como por discussões, algumas informais, junto aos nossos colegas de trabalho.

Destacamos, nesse sentido, os nomes de Eliseu Roberto de Andrade Alves, Ozires Silva e José Alexandre Scheinkman pelos valiosos comentários; de Sérgio Fernando Moro, Cândido Luiz de Lima Fernandes, Adolfo Sachsida e Zander Navarro pelas frases de incentivo; bem como de Walber Machado de Oliveira, Rogério Edvaldo Freitas, Marcelo Soares Leão, Antônio Márcio Buainain, Rebecca Lima Albuquerque Maranhão, Sidney Nakao Nakahodo e Smita Srinivas pelo apoio e pela leitura atenta.

Como não poderia faltar, é importante mencionar o auxílio institucional que tivemos nessa jornada, tanto no lado do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), quanto no âmbito da Universidade de Columbia, notadamente no auxílio do *Technological Change Lab* (TCLab) e do *Institute of Latin American Studies* (ILAS).

**José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho**

**Albert Fishlow**



## APRESENTAÇÃO

Este trabalho surgiu a partir de discussões e conversas mantidas durante seminários e intercâmbios, realizadas no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e no *Institute of Latin American Studies* (ILAS) da Universidade de Columbia. Trata-se de uma profunda análise sobre as políticas públicas brasileiras de inovação, enfatizando a importância do agronegócio no conjunto da economia.

Em 2014, a parceria entre os economistas José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, o nosso proficiente pesquisador em termos de economia agrícola no país, e Albert Fishlow, professor emérito da Universidade de Columbia, um dos destacados nomes entre os brasilianistas estrangeiros, foi fundamental para conciliar o conhecimento que os dois profissionais possuem de melhor, no sentido de demonstrar que o progresso tecnológico agrícola, particularmente no caso brasileiro, é tão importante quanto às inovações geradas nos setores industriais.

Em relação ao professor Albert Fishlow, cabe um adendo: em sua trajetória profissional, foram mais de 50 anos dedicados a estudar o Brasil, desde sua chegada, no ano de 1965, para participar da elaboração do Plano Decenal de Desenvolvimento Econômico e Social. A partir do convênio firmado entre o Governo brasileiro, em 1965, e a Universidade da Califórnia, o professor Fishlow dedicou vários anos da sua vida acadêmica estudando a economia brasileira, formando economistas e assessorando governos.

Os autores desta obra apresentam um amplo e denso conhecimento, bem como o papel das políticas públicas pertinentes à inovação. Não tenho dúvida de que o conteúdo contribui muito para um debate em torno do papel atual das políticas públicas e da intervenção estatal na economia no âmbito da inovação, com relevantes *insights* e hipóteses acerca do desenvolvimento econômico.

O livro está organizado em dez capítulos, baseado nas experiências bem-sucedidas de inovação tecnológica no Brasil, tais como: os casos da Embrapa, da Petrobras e da Embraer. O trabalho de investigação abrange as questões teóricas da mudança tecnológica, a ênfase na construção institucional de pesquisa do agronegócio, o quadro comparativo com os setores industriais e uma valiosa síntese e reflexão sobre os temas abordados.

Em resumo, ao compreender o passado e reinterpretar o presente, a obra mostra que o crescimento econômico e os ganhos de produtividade, pontos essenciais no desenvolvimento recente, podem ser alcançados por meio de políticas públicas que

criem capacidade de pesquisa e ambiente institucional inovador. As transformações institucionais estudadas ilustram bem os avanços possíveis.

Ao disponibilizar o compêndio nas mãos dos leitores, o Ipea cumpre seu objetivo de apresentar resultados que norteiem a concepção, a execução e a condução da política pública no país. A discussão será insumo e subsídio relevante nessa direção.

**Ernesto Lozardo**

Presidente do Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada (Ipea)

## PRIMEIRO PREFÁCIO

José Alexandre Scheinkman<sup>1</sup>

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho e Albert Fishlow narram neste livro a trajetória de um dos maiores sucessos na história econômica recente no Brasil – o agronegócio. No começo da década de 1960, o Brasil importava 30% dos alimentos que consumia, e a balança comercial de produtos, como cereais ou carne de frango, era deficitária.

A agricultura no Brasil era altamente regulada. O importador de uma saca de trigo e o exportador de um quilo de açúcar precisavam de licenças do governo. A abertura comercial do começo dos anos 1990 e a diminuição dos controles sobre a produção e a exportação de produtos agrícolas foram cruciais para a revolução no agronegócio. Contudo, muito antes, em 1973, um ator importante nesta revolução, a Embrapa, foi criado.

A Embrapa almejava gerar conhecimento e tecnologia para a agropecuária brasileira. Não obstante, esta empresa não foi a primeira instituição produtora de P&D para o setor no Brasil. A Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), por exemplo, data do começo do século passado, e sua evolução foi seguida de forte comprometimento do governo com o desenvolvimento de novas tecnologias para a agropecuária. Pouco depois, entre as décadas de 1960 e 1970, para facilitar a adoção de novas técnicas por produtores nacionais, o governo federal reorganizou os programas de assistência técnica e rural.

Este livro descreve detalhadamente a organização e o impacto da Embrapa, que gerou importantes melhorias no processo de produção agropecuária em pouco mais de quatro décadas. Um dos maiores sucessos da Embrapa foi o desenvolvimento de tecnologias que permitiram a ocupação do *Cerrado*, a região que produz quase metade dos grãos no Brasil. O agronegócio é responsável por uma grande parte das

---

1. É economista e professor da Universidade de Columbia, professor emérito da Universidade de Princeton e membro do *National Bureau of Economic Research* (NBER). Graduiu-se em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em 1969; e obteve o título de mestre em Matemática pelo Instituto de Matemática Pura Aplicada (IMPA), em 1970. Concluiu seu doutorado na Universidade de Rochester, em 1974. Desde os estudos de doutoramento, começou a trabalhar na Universidade de Chicago, passando por lá quase 26 anos. De 1995 a 1998, tornou-se chefe do Departamento de Economia. Após sua chefia na Universidade de Chicago, Scheinkman mudou-se para Nova York, e transferiu-se para a Universidade de Princeton, em 1999. Embora sua pesquisa abranja vários tópicos, seus estudos são mais conhecidos na economia matemática (particularmente na otimização dinâmica) e na finança, tendo contribuído no desenvolvimento da interface entre economia, finanças e física.

exportações do país. Além do impacto na exportação, o progresso na agropecuária melhorou a vida da população – a parcela da renda que o trabalhador brasileiro necessita para adquirir a cesta básica é hoje menos da metade do que era em 1960.

Para analisar a evolução do setor agropecuário no Brasil, Vieira Filho e Fishlow utilizam um esquema teórico unificado que traz muita clareza para a discussão. Os economistas apreciarão o capítulo 2 que expõe a teoria, mas outros leitores poderão pular esse capítulo e, ainda assim, aprender muito com este livro, perpassando também por exemplos de sucesso no setor industrial – os casos da Petrobras e da Embraer.

Desde a década de 1980, o crescimento econômico do Brasil tem decepcionado. A principal causa deste mau desempenho foi a estagnação da produtividade total de fatores (PTF), a medida de quanto se pode produzir de bens e serviços com os mesmos fatores de produção. A agricultura foi uma grande exceção neste quadro medíocre. Entre 1990 e 2009, a PTF da agricultura brasileira cresceu 160% do crescimento da PTF na agricultura norte-americana. A história que os autores expõem aqui com grande lucidez poderia servir para a construção de uma política econômica capaz de produzir crescimento no longo prazo.



## SEGUNDO PREFÁCIO

Eliseu Roberto de Andrade Alves<sup>1</sup>

A agricultura está conosco desde os primórdios do descobrimento pelos portugueses em 1500, baseada em tecnologia que usava terra e trabalho, e a terra como sinônimo de recursos naturais. A atividade passou por vários ciclos, o do pau Brasil, o do açúcar, o da pecuária de corte e, mais recentemente, o do café, que conquistou as matas do Sudeste e do Paraná. A produção de alimentos restringir-se-ia à demanda da população local. Café e açúcar foram e são produtos de exportação, e, com isso, logo o Brasil destacou-se no *ranking* dos países maiores exportadores, ocupando a primeira posição.

Ao crescimento da demanda, a oferta respondia com a incorporação de mais terra e trabalho, inclusive escravo, sem mudar a tecnologia, no sentido de fazer a produção crescer. No período do descobrimento até 1950, o declínio natural da produtividade, implícito na tecnologia predominante, era ofuscado pela incorporação da fertilidade das matas que eram derrubadas. Cana-de-açúcar e café caminharam sempre na direção de terras férteis, as quais foram desmatadas para seu plantio.

De 1950 para cá, há uma transformação baseada em pesquisa que se inicia em São Paulo e no Rio Grande do Sul. No estado de São Paulo, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), assim como no Rio Grande do Sul, as instituições de pesquisas federal e estadual desenvolveram o modelo de boa qualidade, que gerou conhecimentos com impacto na agricultura dos três estados sulinos – Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No Sudeste, essa mudança foi de menor impacto, contudo. No caso do arroz, o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), autarquia do estado do Rio Grande do Sul para este produto, destacou-se em pesquisa, na produção de sementes e no comércio. Desse modo, deram-se os primeiros passos para geração de conhecimentos, que nas mãos dos agricultores,

---

1. É doutor e mestre em Economia Agrícola pela Universidade de Purdue – Indiana, respectivamente nos anos de 1972 e 1968. Graduiu-se em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em 1954. É servidor público há mais de 60 anos, sem interrupção, desenvolvendo trabalhos na extensão e na pesquisa rural. Entre os anos de 1955 a 1973, contribuiu para consolidar o serviço de extensão rural no país. De 1968 a 1973, atuou como chefe do departamento de planejamento e avaliação da Associação Estadual de Crédito e Assistência Rural de Minas Gerais (Acar – hoje Emater). Foi diretor da Embrapa de 1973 a 1979, bem como presidente de 1979 a 1985. Em seguida, foi presidente da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paranaíba (Codevasf), de 1985 a 1989; e secretário nacional de irrigação em 1989. Desde 1990, é assessor da presidência da Embrapa. Além da extensa carreira como servidor público, foi professor de estatística, microeconomia e política agrícola de diversas instituições acadêmicas de ensino superior no Brasil.

transformar-se-iam em tecnologias, com impacto, ainda pequeno, e local, no Sul e Sudeste, na produtividade da terra e do trabalho.

De 1970 em diante, com a criação da Embrapa, em 1973, pelo governo federal, e pelos pesados investimentos em ciências agrárias no âmbito das universidades e institutos de pesquisa, a maioria estaduais, com o desenvolvimento e expansão dos cursos de mestrado e doutorado, criou-se e investiu-se no aparato institucional, que gerou os conhecimentos fundamentais necessários para transformar nossa agricultura de tradicional para baseada na ciência. E a ciência tem sido seu fundamento, desde então. O livro debruça-se sobre as questões envolvidas nesta transformação com detalhes, a começar com o problema de difusão de tecnologia e com a descrição do caso da Embrapa. Como a tecnologia é assunto que escapa à agricultura, a Petrobras e a Embraer, uma no campo do petróleo e a outra no da aviação, são dois exemplos importantes para mostrar o papel do governo, em inovar institucionalmente e associar-se à iniciativa particular, neste caso, na etapa inicial, até a consolidação, seguida da privatização. Nesses casos, de forma permanente, privatizando partes ou se associando ao setor privado, na exploração dos poços e na pesquisa. No caso das ciências agrárias, o domínio do governo federal e estadual de suas instituições públicas tem sido permanente. E a pesquisa privada desenvolve suas instituições, claro se beneficiando das avenidas abertas pela pesquisa do governo, em associação com o poder público, via convênios, e impulsionada, em tempos recentes, pelas leis de patentes.

Buscou-se discutir a teoria da inovação esmiuçando o modelo de Griliches para milho híbrido, de 1957. No modelo de Paiva, da década de 1970, introduz-se a condição de lucratividade para adoção de tecnologia. Tanto o modelo de Griliches quanto o de Paiva pressupõem, ao menos, implicitamente, que a pequena produção não sofra discriminação de preços, quando vende os produtos ou compra os insumos, no sentido de receber menor preço pelo que vende e pagar mais pelos insumos. Essa imperfeição torna as tecnologias que dependem da compra de insumos não lucrativa, *vis-à-vis* à técnica tradicional. Estamos, assim, diante das imperfeições de mercado, sendo as mais conhecidas os monopólios e oligopólios, ou monopsonios e oligopsonios. Todavia, essas distorções estendem-se para o crédito rural, o crédito fundiário, a extensão rural, a educação, os programas de extensão, a saúde etc. Em razão do volume, a grande produção tem mais capacidade de superar essas adversidades e de não sofrer tanto a discriminação de preços.

No curso do livro, o tema concentração da produção é tratado com detalhes. Mostra-se que o Censo Agropecuário de 2006 abrangeu 4.400.527 estabelecimentos que declararam renda. Destes, 27.306 (0,62% do total, ou menos de 1%) produziram 51% de toda renda bruta do ano 2006. Ou seja, se fossem replicados, com 53.343 estabelecimentos, ter-se-ia produzido tudo que se realizou na agricultura em 2006.

Perguntou-se: quantos estabelecimentos seriam necessários para produzir 87% da renda bruta? Resposta: cerca de 500 mil estabelecimentos, 11,4% do total. Logo, em torno de 3,9 milhões de estabelecimentos, 88,6% produziram tão somente 13% da produção de 2006. E neste grupo encontram-se 2,9 milhões de estabelecimentos muito pobres, e cada estabelecimento só contribuiu com meio salário-mínimo de renda bruta mensal.

O livro ainda mostra que a tecnologia explicou 69,7% da variação da produção, trabalho 20,3% e terra 10,1%. Ou seja, terra e trabalho perderam, em parte, a capacidade de explicar o crescimento da agricultura. Em contraposição, a tecnologia passou a ser o fator mais importante para explicar o aumento de produção. Por isso, afirmou-se que a agricultura brasileira baseia-se na ciência. É claro que o modelo de Griliches e de seus seguidores falham em explicar porque 88,6% dos estabelecimentos ficaram à margem da modernização da agricultura. O modelo de Paiva requer que a tecnologia seja lucrativa para ser adotada. Portanto, a não adoção por um grupo tão grande de produtores deve-se à falta de lucratividade, porque o próprio livro demonstra que os pequenos produtores também enriquecem. E essa falta de lucratividade não se deve a fatores intrínsecos da tecnologia, mas, sim, às imperfeições de mercado.

Procurou-se explicar a dualidade da agricultura, problema tratado acima. Admitindo-se uma elasticidade preço da demanda igual a -0,2, só para exemplificar, em uma economia fechada, o acréscimo de 10% na produção produziria um decréscimo de preço de 50%, ignorando-se o efeito renda da queda de preço. O modelo de Paiva argumenta que a queda de preço acabaria tornando a tecnologia não lucrativa, o que redundaria em dois grupos de agricultores: os que adotaram, enquanto a tecnologia foi lucrativa, e os que não puderam adotar pela falta de lucratividade, sendo ambos os grupos racionais. Quando Paiva escreveu seu artigo, o mercado exportador restringia-se ao café e ao açúcar, e as exportações de grãos eram muito limitadas para a suposta proteção dos consumidores.<sup>2</sup>

Para analisar como as prioridades de pesquisa são determinadas na esfera pública, dedicou-se, para este fim, o aprofundamento do modelo da inovação induzida de Rayami e Ruttan. O modelo toma como base dois fatores de produção, que, por hipótese, não são criados pelo homem. Digamos que o preço da terra suba relativamente ao preço do trabalho, então os agricultores pressionam a pesquisa pública para gerar tecnologia que poupe terra.<sup>3</sup> É o caso do Japão, examinado pelos dois autores, que mostraram que a tecnologia gerada era poupadora de terra. Nos Estados Unidos, o inverso ocorreu, sendo a tecnologia gerada poupadora de trabalho. O modelo também pode ser usado para explicar a escolha de tecnologia

---

2. A economia brasileira é aberta e, por isso, o modelo de Paiva não explica a dualidade atual.

3. É a dialética invocada.

pelos agricultores, e mesmo a organização espacial da agricultura, ou seja, como um instrumento que ajuda entender o desenvolvimento econômico.

O trabalho também versa sobre a história da agricultura recente, que se fundamenta na mudança de paradigma de uma agricultura baseada na terra e no trabalho para a agricultura moderna, a qual incorpora ciência e tecnologia. A ciência aplicada à agricultura explica o enorme excedente destinado ao consumo interno e às exportações, passando pela queda do preço da cesta básica, a maior transferência de renda para os mais pobres observada na história brasileira, e chegando ao excedente exportável, com o acúmulo de divisas externas, que tiveram papel muito importante no equilíbrio das contas externas e na redução do impacto da crise externa e interna, enfim, no desenvolvimento do Brasil.

A modernização da agricultura convive com a grande concentração de renda e pobreza rural, que se estende a todas as cinco regiões, mais predominante na região Nordeste, onde estão cerca de 83% dos estabelecimentos, classificados como muito pobre, renda bruta mensal, em termos de salários-mínimos de 2006, (0, 2], e de baixa renda, (2, 10]. O texto também analisa a pobreza de uma perspectiva geral. Ademais, o estudo examina as principais tecnologias para grãos, produção de animais e, em especial, aves. Analisa a gênese da extensão rural, o sistema ABCAR e muitas outras iniciativas, sempre bem ilustrado.

Ao estudar a Embrapa, destaca-se a opção pelo modelo descentralizado, em que cada unidade de pesquisa tem foco bem definido. As unidades são restritas a um ou dois produtos (soja e algodão), ou um conjunto de produtos, como hortaliças; abrangem um ecossistema, como o Semiárido ou o Cerrado, ou uma ecorregião, como no caso da região Norte; e, finalmente, distinguem-se por um ou mais temas, focados em questões bem definidas, como o Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen), hoje Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, que cuida de biologia avançada e recursos genéticos. A Embrapa cobre todo o território nacional, o que lhe dá grande visibilidade. Há muitos acordos com os institutos de pesquisa estaduais, universidades e iniciativa privada. Essa instituição é aberta para o exterior, com presença nos centros geradores de pesquisa, pelos laboratórios virtuais no exterior (programa Labex) e outras formas. Transparência e prestação de contas são sua marca, contando para isso com pessoal especializado, economistas e jornalistas, na sede e em unidades de pesquisa. Apresenta-se ênfase na formação acadêmica, com pragmatismo, dos pesquisadores e treinamento adequado do pessoal de apoio. Mostra-se a relação estreita com lideranças, políticas, da iniciativa particular, do governo federal e dos governos estaduais. A empresa também tem forte presença nos países em desenvolvimento, em ações conjuntas de pesquisa.

Com as leis de patentes, a Embrapa, paulatinamente, concentrará a sua atuação na área de geração de conhecimentos e de ativos de interesse do setor privado, como ocorre com a pesquisa pública dos países desenvolvidos, e com isso, o programa de formação de pesquisadores terá de enfatizar mais a ciência, com olhos na aplicação. Ela se move nessa direção, ainda sem muita convicção. E deixar à pesquisa da iniciativa particular o cuidar de áreas relativas ao curto prazo e que redundem em produtos demandados pelos mercados.

Os autores estudam as estratégias de desenvolvimento no Brasil, mas dedicam parte da discussão às políticas desenvolvidas para lutar contra as crises de instabilidade macroeconômica. Como política de desenvolvimento, mostram que o processo de substituição de importação, que resultou em um país urbanizado e industrializado, transferiu muitos recursos do campo para as cidades para financiar a industrialização. Por volta de 1970, percebeu-se que era necessário apoiar a agricultura, visando ao abastecimento interno e às exportações. Com uma mudança favorável à agricultura, apoiou-se a criação da Embrapa e a transformação da ABCAR em Embrater, e muitos outros planos foram idealizados e executados, como o Polo Centro, que desenvolveu os cerrados, o Polo Nordeste, para enfrentar a pobreza nordestina e estimular o desenvolvimento da região Norte, sendo uma das razões absorver o excesso de população do Nordeste, em parte bem-sucedido, embora se repetisse naquela região, no seu meio rural, quadro parecido de pobreza. No âmbito do Milagre Econômico, cuidou-se seriamente de completar o ciclo de industrialização e do desenvolvimento do país.

Entretanto, há extenso debate que se dedica aos planos para combater crises de instabilidade e às provocadas pela dívida externa, estas solucionadas pelo enorme excedente gerado pela agricultura e exportado, depois de abastecer os brasileiros. Destacam-se o plano Cruzado, do governo Sarney, e suas variantes, inspirados em medidas heterodoxas, o plano Collor, com o mesmo viés. A hiperinflação instalou-se no governo Sarney, e no governo Itamar Franco foi concebido e implantado o Plano Real. Esses planos foram analisados com detalhes. As análises debruçaram-se sobre a Era Lula, nos seus dois mandatos, sem deixar de lado a corrupção que se instalou. No período mais recente, terminam analisando o amargo populismo que resultou em uma crise econômica profunda e muito intensa. Na sequência, a presidente Dilma perdeu o mandato, sofrendo o *impeachment*, por causa própria.

Pode-se alegar que se carece de um novo plano de desenvolvimento, como foi o de substituição de importações. Com a industrialização, completou-se importante etapa da vida do Brasil. País industrializado e urbanizado, com o poder político e econômico urbanizados. A industrialização trouxe novas demandas para o governo, como infraestrutura de transporte, combate à desigualdade, entre pessoas e regiões, de infraestrutura urbana para também solucionar questões de mobilidade,

e de exportações, tão importantes para a política macroeconômica, em especial para agricultura. Essas demandas refletem-se em planos parciais e em prioridades do orçamento federal, estadual e municipal. Cabe juntar tudo isso em um plano de desenvolvimento? Não é melhor determinar as prioridades a partir de problemas específicos, como parece ser a tendência atual?

O mercado internacional é importante para o desenvolvimento do Brasil, em especial para a agricultura. Todavia, as políticas criam restrições ao livre comércio, bem como viés de exportação, notadamente na direção de *commodities* agrícolas e minerais. Tese muito estranha, quando quem exporta não é o governo, e este não favorece as exportações agrícolas. Tem sido o mercado que determina a demanda, e exporta o setor que tem poder de competição. O câmbio responde às forças de mercado, sendo influenciado pelas taxas de juros. Porém, os termos de troca afetam indistintamente à agricultura e à indústria. Ainda, as *commodities* agrícolas cristalizam, em si, ciência, tecnologia e produtos comprados da indústria, como máquinas, equipamentos, fertilizantes, sementes e recursos genéticos. Os produtos são transportados, industrializados e ganham os mercados internos e externos. E que diferença existe? Só a fotossíntese, que consome energia solar. O resto é fruto do suor humano, em ambos os casos.

O comércio internacional é rico em estatísticas e mostra que as exportações são fundamentais, porque acumulamos, na agricultura, capacidade de produção, que muito excede à demanda interna de alimentos, fibras e bens energéticos. Em 1929, com a grande depressão, o Brasil quase quebrou, por causa do café. Em 2016, nossa agricultura é muito mais complexa e dependente das exportações. E o Brasil depende fortemente de suas exportações.

Dentro do contexto da agricultura familiar, são discutidas políticas públicas voltadas a este segmento, as quais buscam solução para o problema de pobreza rural na agricultura. Como categoria, a agricultura familiar abrange um grupo muito heterogêneo, composto de agricultores muito pobres, de baixa renda e de classe média, sendo este grupo familiar definido por lei. A heterogeneidade torna muito complicada a construção de uma teoria que estude tais agentes. Grande parte do grupo pratica a agricultura tradicional, com baixa inserção no mercado. Os modelos de Arthur Lewis e dos que seguiram a inspiração deste grande economista prestam-se ao estudo da agricultura tradicional. A moderna agricultura, obviamente, composta de um número menor de estabelecimentos está inserida no mercado, forçando os agricultores a serem eficientes. Ainda há outro grupo, os assentados da reforma agrária, protegido pelo Inca da Lei da Falência, portanto, à margem do mercado. É essa heterogeneidade que dificulta criar a teoria unificada.

Contribuições ao tema permanecem muito importantes, como área de estudo que procura entender a pobreza rural. A má distribuição da terra inspirou a maioria dos estudiosos. Somente recentemente se entendeu que a terra perdeu o poder de explicar a má distribuição da renda na agricultura e que a tecnologia assumiu papel dominante. A dominância da influência da terra na explicação da pobreza rural gerou o programa de reforma agrária e o assentamento de um milhão de famílias, em 80 milhões de hectares. A família do assentado realizou o sonho da posse da terra e tem visto falhar a aspiração de escapar da pobreza, via agricultura. Diz-se que a tecnologia não é adotada porque a extensão rural é falha. Diagnóstico que ignora as imperfeições de mercado, por isso errado e incompleto. Indaga-se: qual será o destino dos milhões de excluídos da modernização? A resposta é a migração para as cidades, o que tem sido retardado, pelos programas de transferência de renda. Não obstante, apesar dos programas de distribuição de renda, caminhamos para uma agricultura ainda mais próspera e para um número reduzido de residentes no meio rural.

A Embraer e a Petrobras são estudadas com profundidade. Estes exemplos mostram a importância da participação do governo, da associação com a iniciativa privada, dos riscos envolvidos e da necessidade de o governo sair do negócio, o que ocorreu com a Embraer. O estudo é rico em informações e *insights* a esse respeito, inclusive apresentando um comparativo ao desenvolvimento da agricultura tropical no Brasil. Portanto, o livro enriquece a literatura econômica, com ênfase na agricultura, e merece ser lido pelos estudiosos de nossa economia, como fonte de inspiração de problemas de pesquisas e de criação e aperfeiçoamento de políticas públicas.





## TERCEIRO PREFÁCIO

Ozires Silva<sup>1</sup>

No final do século passado, os fatores de produção mais importantes, eleitos pelos economistas, eram o capital e os recursos naturais. Os resultados coletados perante essa colocação primária levaram o mundo a começar sua rota de produção de itens ligados às necessidades identificadas como sendo essenciais à preservação da vida. Tratam-se dos bens definidos por uma palavra que se encontra universalizada, as *commodities*!

Embora a industrialização seja um processo antigo na humanidade, o avanço dos meios de produção tem sido marcante e diversificado, como sabemos. O progresso passou por várias fases tecnológicas. Técnicas mais aprimoradas da agricultura e da manufatura foram centrais para o desenvolvimento pleno da indústria produtiva global, setor que emprega um grande número de pessoas.

O primeiro país a passar por uma industrialização foi a Inglaterra. Isso porque a indústria alterava não somente os meios de produção, mas criava expectativas de mudanças nas relações sociais também. O século XVIII dá a partida inicial para a Primeira Revolução Industrial, quando a Inglaterra passa a basear seu desenvolvimento econômico na manufatura. Com isso, começou a transformação da sociedade, avançando sobre a economia de mercado e estabelecendo o capitalismo como um sistema, que, em que pesem as críticas por certos excessos, deu nova forma à riqueza dos povos.

A burguesia é a classe que se consolidou com o processo de industrialização e, em muitos casos, homens são substituídos por máquinas nos meios de produção. O impacto da industrialização gera um grande aumento na divisão do trabalho, grandes progressos em produtividade industrial, assim como o crescimento da classe média e dos padrões de consumo.

A Segunda Revolução Industrial expandiu o grupo de países detentores de tecnologias e produções industriais. É uma fase caracterizada pela descoberta

---

1. É coronel da Força Aérea Brasileira (FAB) e engenheiro formado pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Destacou-se por sua contribuição no desenvolvimento da indústria nacional de aeronaves, tendo liderado o projeto do avião "Bandeirante" e promovido a criação da Embraer, empresa do setor aeroespacial que ele presidiu de 1969 até 1986, quando aceitou o desafio de ser presidente da Petrobras, onde atuou até o ano de 1989. Em 1990, assumiu o Ministério da Infraestrutura. Em 1991, retornou à Embraer para conduzir o processo de privatização da companhia, o qual foi concluído em 1994.

e pelo uso da energia elétrica, além do uso e da valorização do petróleo como fonte de energia. Essa industrialização do século XIX esteve inserida no contexto do Neocolonialismo ou Imperialismo, no qual os países buscavam por áreas de influência no mundo, onde pudessem vender seus produtos industrializados e obter as matérias-primas necessárias para o sustento de suas indústrias.

Nesse momento, o Brasil começou a usar as técnicas industriais para desenvolver o campo e sua área produtora, dando origem à grande evolução da agricultura. Beneficiada com o uso das primeiras máquinas que, embora tenham diminuído os empregos no campo, influenciou para a descoberta do valor da Educação no Campo. Os produtos da indústria requeriam habilidades, além do processo simples e manual de se plantar e colher, necessitando de logística de transporte e de distribuição!

Já a Terceira Revolução Industrial é mais recente e a vivemos constantemente sob seus impactos. Essa fase é caracterizada pelo grande avanço da informática e da telemática, que informatizou e tornou mais rápida as relações de produção, econômica e social, salientando a amplitude do empreendedorismo e da inovação. Ambas existiam nas épocas anteriores, mas, embora antigas, mostraram que o emprego poderia ser gerado por qualquer cidadão e não simplesmente oferecido por terceiros!

Estes me parecem os sentidos do livro que agora, caro leitor, está em suas mãos. Cremos que, muito mais do que discussões, devemos tentar medir os resultados dos esforços sistemáticos que se aplicam para atingir determinados objetivos. A obra traz uma ideia nova e mostra que a única forma de ensinar empreendedorismo é pelos exemplos. É nesse ponto que parecem residir os maiores obstáculos para o crescente aumento dos investimentos requeridos para o lançamento de novos produtos ou serviços, isto é, como obter resultados dentro de períodos de tempo compatíveis com a disponibilidade dos recursos alocados.

As comparações trazidas, pelos casos da Petrobras, Embraer e Embrapa, mostram os riscos para empreender em direções inovadoras. A questão é como se avalia a grandeza e a certeza do sucesso, que pode não ser maior. Em que pese tais obstáculos, parece não haver alternativa melhor para que uma empresa possa ser vencedora e conquiste posições no mercado mundial competitivo nos dias de hoje, do que manter um acelerado ritmo de inovação.

Um dos fenômenos mais importantes da globalização, e que, por vezes, não nos apercebemos, é que os consumidores estão se desnacionalizando progressivamente. Mesmo nos Estados Unidos há 20 ou 30 anos, os produtos eram 100% nacionais. Atualmente, a economia enfrenta pesados déficits no comércio exterior, constatando atônitos a invasão de produtos provindos de países “*overseas*”!

É por essa razão que as empresas mais inovadoras, sem dúvida as de maior sucesso no mercado mundial, a despeito das crescentes somas de recursos financeiros

alocados pelos governos para P&D, insistem em aumentar, de maneira quase que assombrosa, os seus orçamentos para novos desenvolvimentos, envolvendo produtos novos, fabricados sob o clima da inovação, com crescentes níveis de qualidade e a preços cada vez menores, graças aos paralelos ganhos de produtividade.

Infelizmente, no Brasil, pesando nossas tradicionais dificuldades para se ter números confiáveis, não sabemos o quanto as empresas privadas investem em novos conhecimentos, técnicas e processos. No entanto, nos países mais desenvolvidos, sabe-se que os recursos financeiros para a ciência e tecnologia são primariamente de origem privada e excedem aquilo que os respectivos governos colocam no setor.

A prosperidade econômica das empresas não é um jogo de soma zero, uma vez que o sucesso de uma não implica o fracasso de outra. Ao contrário, a competição é direta e resulta em benefícios para o consumidor, gerando resultados econômicos para os participantes que levam ao crescimento do padrão de vida de um país e de sua população.

A emergência de novas e desafiantes tecnologias nos encaminha para uma transição importante que obriga as organizações a repensarem seus modelos e projetos de negócios. As grandes empresas que possuem recursos financeiros não têm mais garantido o primeiro lugar. Hoje em dia, uma organização pequena e flexível pode superar um grande competidor com o emprego de novas tecnologias, padrões mais altos de qualidade e de produtividade, que lhe permitam oferecer bens e serviços aos clientes com maior rapidez e custo mais baixo.

Estamos no tempo de desafios, no qual líderes deverão assumir suas posições, ousando promover diferenças entre os costumes e os comportamentos comparativamente aos exigidos no presente! Por sua vez, vencemos a primeira década do Terceiro Milênio. E o que vemos é uma revolução em curso. Contudo, por aqui temos de nos preocupar, pois se não nos organizarmos melhor, estaremos sendo afastados de um futuro brilhante, cheio de realizações empolgantes, perdendo as oportunidades, agora abertas, para oferecer mais qualidade de vida a cada brasileiro.



## INTRODUÇÃO

A interação entre pesquisa, tecnologia e produtividade tem sido relevante para explicar o crescimento econômico. O desenvolvimento teórico que procura compreender o comportamento da firma e da mudança técnica é bem conhecido na literatura, em especial quando aplicado aos exemplos industriais. No entanto, existem poucos estudos que lidam com o caso da agricultura. Como terra e trabalho tornam-se cada vez mais recursos escassos, sendo tais fatores essenciais no funcionamento da produção agropecuária, a tecnologia é imprescindível nos ganhos de eficiência produtiva.

O livro *Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade* pretende contar a história da mudança tecnológica no setor agropecuário brasileiro, por meio da complexidade das trajetórias de inovação ao longo da cadeia produtiva. Erroneamente, a agricultura é considerada por muitos economistas um *setor dominado pelos fornecedores* (Pavitt, 1984), o qual exerce influência marginal, ou mesmo residual, na geração de tecnologias e no crescimento produtivo. Ao estudar o processo de inovação no Brasil, a agricultura apresenta como um caso paradigmático, mesmo quando comparado aos exemplos mais tradicionais do setor industrial.

A proposta é a de apresentar teoria e prática, ressaltando o que há de comum nas experiências bem-sucedidas. A teoria relacionada à mudança técnica, seja na agricultura, seja na indústria, será discutida de forma a definir um padrão comum de análise. O problema a ser respondido será o de repensar até que ponto a experiência obtida no agronegócio brasileiro encaixa-se na abordagem teórica de inovação institucional induzida e em que medida tal evento compara-se aos modelos da indústria nacional. A dinâmica revolucionária observada na agricultura tropical dependeu da construção institucional com foco baseado na ciência e na tecnologia. Pode-se dizer que a moderna agricultura é um setor intensivo em conhecimento, tal como acontece na indústria do petróleo e da aviação no Brasil.

O tema da inovação será investigado de vários ângulos. A pesquisa agropecuária tem desempenhado função-chave na produção e no crescimento da produtividade. Porém, o sistema de difusão de conhecimentos também auxilia nessa trajetória e não pode ser descartado de uma visão mais ampla da mudança tecnológica. Nesse ponto, a educação e a extensão rural satisfazem elos relevantes dentro do enfoque de *filières* (cadeias produtivas), uma vez que a disseminação da nova

tecnologia se intensifica com o aumento da capacidade de absorção de conhecimento dos agentes, que é potencializada pelo ambiente institucional.

Variedades de alto rendimento, associadas às inovações institucionais, têm aumentado substancialmente a produtividade e proporcionado uma diversificação da agricultura com conseqüente aumento da competitividade internacional. O rápido crescimento agrícola e pecuário tem transformado a economia brasileira. A população rural e, sobretudo, a urbana têm se beneficiado da revolução tecnológica que surge no interior da cadeia produtiva do agronegócio, seja diretamente pelo aumento da renda, seja indiretamente pela redução do preço dos alimentos.

Por detrás da expansão da fronteira agrícola no *Cerrado* – região anteriormente inapropriada ao plantio –, há um conjunto de inovações tecnológicas, que transformaram a agricultura tropical brasileira. Em quase meio século, desde a década de 1960, o Brasil deixou de ser importador líquido de alimentos para se tornar um dos maiores exportadores mundiais. No passado, o país importava cerca de 30% dos alimentos que consumia, enquanto, no presente, o agronegócio responde por mais da metade do superávit da balança comercial, o que contribui para a geração de divisas. O trabalhador utilizava quase a metade da sua renda na compra da cesta básica. Atualmente, essa parcela não ultrapassa 20%. A economia concentrava-se na produção de alguns bens primários de baixo valor agregado. Nos últimos anos, o país firmou-se como líder na exportação de grãos e de frutas, sendo importante fornecedor de proteína (vegetal e animal) e tendo uma agricultura cada vez mais integrada à produção de fibras e energia, que incorpora maior valor adicionado. Além disso, o setor foi responsável por cerca de um terço do produto interno bruto (PIB) e por parcela significativa dos empregos na economia.

A revolução verde, que se traduziu na disseminação de insumos modernos como fertilizantes, defensivos e sementes melhoradas em países em desenvolvimento, foi bastante restrita no contexto brasileiro. A experiência nacional diferenciou-se dos exemplos mexicano e asiático das décadas de 1950 e 1960 da importação de pacotes tecnológicos prontos. Na situação brasileira, foi preciso desenvolver capacidade doméstica de combinar novos conhecimentos aplicados ao clima tropical, em vez da simples intensificação do uso de fatores produtivos edificados para outros contextos. Assim, o debate agricultura *versus* indústria não deve ser entendido como uma ideia sequencial do desenvolvimento, mas sim como uma ligação coevolutiva entre setores e instituições de pesquisa. O ambiente institucional de pesquisa para gerar novas tecnologias remodelou a produção às condições locais, bem como favoreceu o progresso setorial da produtividade por meio de um processo autônomo.

Procurando compreender a transformação na agricultura e na indústria, especialmente nos casos de sucessos brasileiros, busca-se estudar, de um lado, o exemplo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e, de outro,

os modelos industriais da produção de petróleo (Petrobras) e da manufatura de aeronaves (Embraer). Esses foram casos amparados em uma diretriz de política pública, que direcionou esforços para construir instituições e para dar robustez a essas empresas. Na Embrapa, a segurança alimentar, essencialmente pelo crescimento populacional e pela rápida urbanização do país, que se associou à ampliação da renda e à expansão do PIB nos últimos anos da década de 1960 e nos anos iniciais da década de 1970, foi um dos pilares para motivar o setor público a envidar esses investimentos. Na Petrobras, o objetivo era a autonomia energética e a menor dependência de importações de petróleo, questões reforçadas pelo nacionalismo de Vargas dos anos 1940 e 1950, no início, e dos governos militares, no período de 1964 a 1985. Na Embraer, a integração do território nacional (aviação regional), a defesa/segurança nacional (aviação militar) e o fortalecimento da indústria doméstica capaz de reduzir as compras externas de tecnologia de ponta foram os motivos para se definir uma estratégia nacional de fomento ao setor. O debate em torno dessas iniciativas ocorreu em um contexto próprio, bastante distinto do momento recente, no qual a globalização dos mercados e a crise fiscal continuada após a democratização do país tornaram as prioridades de desenvolvimento mais difusas e, conseqüentemente, tenderam a limitar os investimentos estatais de maior vulto. A reflexão em torno do novo contexto traz um importante questionamento que será alvo de análise – “*qual é o papel atual do Estado e das políticas públicas de desenvolvimento no Brasil?*”.

Para compreender o que se convencionou de “revolução dos trópicos”, procurou-se separar o conteúdo abordado em dez capítulos, incluindo esta breve introdução e as considerações finais. O capítulo 2, *Inovação tecnológica na agricultura: da abordagem tradicional à teoria da mudança técnica e institucional*, faz um resumo didático da teoria, que pode ser estudada pelo ponto de vista dos setores econômicos em geral, não somente aplicando-se à agricultura (Paiva, 1971; Hayami e Ruttan, 1985; Nelson e Winter, 1982; Ruttan, 2001; Vieira Filho, 2004, 2009). Essa seção contextualiza toda a discussão posterior; o leitor que preferir avançar, saltando diretamente para o capítulo 3, não será prejudicado. Aos leitores mais atentos às formulações matemáticas, ficam dispostos quatro anexos metodológicos. Assim, espera-se que a leitura seja mais prazerosa às pessoas interessadas tanto na questão teórica quanto no estudo da agricultura e da indústria. Vale ressaltar que, do capítulo 3 ao 7, o foco está no agronegócio, enquanto o capítulo 4 avalia especificamente o comportamento da Embrapa no sistema nacional de inovação da agricultura. No outro extremo, os capítulos 8 e 9 apresentam, respectivamente, visões comparativas da experiência brasileira da produção de petróleo *offshore* e de aeronaves. Mais uma vez, esses capítulos finais podem ser lidos separadamente do resto da obra, se o mérito for apenas o de aprofundar o estudo na indústria brasileira bem-sucedida nos processos de inovações.

O capítulo 3, *Perspectiva histórica da agricultura brasileira*, mostra que a inovação institucional induzida está atrelada às transformações locais. Todavia, o sucesso da agricultura brasileira não foi capaz de reduzir as desigualdades regionais produtivas (Vieira Filho, 2014b). Primeiramente, realiza-se um relato da evolução histórica com a expansão da fronteira agropecuária e do efeito poupa-terra na linha do tempo. Em seguida, aponta-se que parte dos agentes está marginalizada da modernização tecnológica, em grande medida por baixa capacidade de absorção de conhecimentos e por reduzida escolaridade com pouca assistência técnica. A dualidade está associada ao problema da heterogeneidade estrutural, que se agrava nas regiões Nordeste e Norte do país. O reconhecimento das diferenças regionais é o primeiro passo para resolver essa distorção.

O capítulo 4, *Embrapa: um caso de inovação institucional induzida*, analisará a construção institucional do setor de pesquisa agropecuária no Brasil. A estruturação de uma rede de pesquisa doméstica capaz de absorver conhecimento externo é essencial para situar toda mudança tecnológica ocorrida na atividade produtiva (Alves, 2010). Nesse sentido, fica claro que a geração de conhecimento é fruto de um aparato institucional que compartilha e gera intercâmbio de informação com os principais centros de pesquisa no mundo. Nenhuma transformação promove-se exclusivamente intramuros. A habilidade em se posicionar nas redes estratégicas do conhecimento no âmbito global é fator decisivo para transformar localmente com base em suas dotações de fatores.

O capítulo 5, *Estratégias de desenvolvimento no Brasil: experiência contemporânea*, traça um panorama histórico e político, identificando o quanto o país avançou nos últimos anos (Fishlow, 2013). Porém, mostra que a intervenção excessiva do Estado na economia criou dificuldades para a continuidade do crescimento. Esse capítulo busca dar um pano de fundo para o debate que será apresentado nos capítulos seguintes. A ideia é a de colocar no tempo os principais fatos políticos e econômicos que interferiram na economia brasileira como um todo. Adicionalmente, entende-se que uma explanação do passado contribui para valorizar os desafios futuros, mostrando a importância relativa do setor agropecuário no aumento da renda nacional e frente à conjuntura macroeconômica.

O capítulo 6, *A competitividade do agronegócio e o comércio internacional*, avalia as fontes do crescimento das exportações brasileiras nos últimos 25 anos (Maranhão e Vieira Filho, 2016). Na década de 1990, embora com o baixo crescimento mundial, as exportações brasileiras, no contexto de abertura comercial e de estabilização monetária, foram positivas. Na década seguinte de 2000, o mundo passou pelo *boom* das *commodities*, situação esta que favoreceu países com economias baseadas em recursos naturais, como é o caso do Brasil (Pérez, 2010). O desempenho brasileiro das exportações agropecuárias foi surpreendente, mas esteve intrinsecamente relacionado à dinâmica passada de modernização. Ao comparar as duas décadas, verificou-se a



diminuição da competitividade, apontando a necessidade de reestruturar o setor e de investir em infraestrutura.

O capítulo 7, *Heterogeneidade estrutural da agricultura familiar*, analisa a agricultura de menor porte, que tem dificuldade de acessar os mercados. A desigualdade regional e produtiva pode se originar do processo de modernização agrícola. Enquanto uma parcela dos agentes insere-se na rota tecnológica de produção, outra fica à margem, não somente do ambiente organizacional inovador, como também dos processos de aprendizado e de difusão das novas técnicas e práticas agropecuárias (Vieira Filho, 2013). Comprova-se que a agricultura familiar da região Sul do Brasil é a mais dinâmica, obtendo os melhores indicadores de desenvolvimento econômico. Essa situação diferencia-se bastante ao se estudar o Nordeste, que concentra a maior parcela da pobreza rural, embora haja exemplos de sucesso tal como a fruticultura irrigada e a produção de grãos no Cerrado nordestino. A limitação da assistência técnica compromete o ambiente organizacional e a difusão da tecnologia. Regiões mais estruturadas ampliam a eficiência no uso dos recursos disponíveis, gerando maior produtividade combinada a menores custos produtivos, enquanto regiões desfavorecidas se mantêm afastadas do acesso à tecnologia e com custos proibitivos. Isso ocorre devido às falhas de mercado, nas quais o pequeno produtor paga caro pelos insumos e vende barato domesticamente, e o grande produtor, por possuir poder de barganha, minimiza o seu custo, recebendo um maior valor por disponibilizar seus produtos no mercado externo. As políticas públicas devem atacar esse ponto no intuito de minimizar a heterogeneidade estrutural.

Os capítulos 8, *O petróleo é nosso?*, e 9, *A evolução tecnológica da Embraer*, foram escritos de forma a possibilitar a comparação dos casos da Petrobras e da Embraer com o da Embrapa, que foi apresentado no capítulo 4. Procurou-se aprofundar tanto no exemplo da produção e da exploração de petróleo, bem como no da produção de aeronaves. A ideia é notar que o fomento das políticas de inovação no setor agropecuário é equivalente ao observado nesses setores, concluindo que o avanço realizado na produção agrícola pela Embrapa foi extraordinário. Em um país de industrialização tardia, como o Brasil, o desempenho da Petrobras e da Embraer demonstram o surgimento e o desenvolvimento da competitividade global baseada na criação de mudança técnica e na concepção de redes de conhecimento dinâmicas. Essas empresas foram capazes de adotar, assimilar e aprender o conhecimento externo antes mesmo de iniciar um ciclo interno e virtuoso de inovação, que depende ainda mais das redes estratégicas de conhecimento e de colaboração externa, algo bastante similar ao caso estudado da agricultura ao longo dos capítulos anteriores (Alves, 2010; Dantas e Bell, 2009; Silva, 2005).

Não obstante, embora a Petrobras seja um exemplo de sucesso na exploração de petróleo em águas profundas no mundo, a ingerência pública na estatal ao longo

da última década, investigada pela operação *Lava Jato*,<sup>1</sup> poderá comprometer a sua sobrevivência no futuro próximo. Uma empresa descapitalizada não consegue expandir os investimentos. O desenvolvimento de novas tecnologias depende da capacidade da empresa de alocar recursos financeiros na área de pesquisa. Com a escassez de capital, as inovações tecnológicas ficam comprometidas e, consequentemente, a habilidade da firma em gerenciar redes estratégicas de conhecimento. O estudo terá seu escopo restrito ao progresso tecnológico da Petrobras anterior a esta problemática. Não será objeto de análise a deterioração das condições financeiras impostas pela corrupção, mesmo ciente das incertezas que se seguem.

No caso da Embraer, ao focar no mercado de aviação regional, a companhia especializou-se na produção de aeronaves voltadas às condições domésticas. Após ser privatizada, conquistou o mercado internacional, passando pelos desafios da reestruturação produtiva subsequente à abertura econômica. Quanto à parceria chinesa recente, a inserção ocorreu de forma equivocada, já que transferiu conhecimento aos chineses, que começaram a competir com a Embraer. De qualquer forma, abrem-se perspectivas favoráveis depois da construção do avião militar de transporte (KC 390), que poderá reposicionar a empresa no mercado mundial em face da competição de novos entrantes, tais como a Rússia, a China, a Ucrânia e o Japão.

O objetivo das políticas de inovação em qualquer um dos casos (agricultura e indústria) é promover o intercâmbio de conhecimento e acelerar sua difusão, ampliando a produtividade das cadeias agropecuárias e dos setores industriais. Em conclusão, o livro reúne capítulos que contribuem para uma compreensão mais aprofundada e detalhada do desenvolvimento do agronegócio brasileiro (posicionando a criação da Embrapa) comparando as experiências bem-sucedidas da Petrobras e da Embraer. O novo padrão de acumulação de capital e as redes estratégicas de conhecimento são fundamentais para entender a dinâmica da moderna agricultura e indústria.

Fica registrado o convite à leitura e à consulta do material. De maneira sucinta, além de oferecer uma visão sistêmica do desempenho da agricultura e da economia, o debate será contribuição extremamente valiosa na abordagem teórica da mudança tecnológica, fundamentalmente para compreensão de casos em economias emergentes. A discussão abordada reitera a pertinência do conteúdo enquanto importante subsídio à formulação de políticas públicas na economia como um todo e à reflexão do papel do Estado no contexto recente e no estabelecimento de prioridades de desenvolvimento de longo prazo.

---

1. A operação *Lava Jato* tornou-se a maior investigação de corrupção e lavagem de dinheiro ocorrida no Brasil desde 2014, a qual estava ligada à Petrobras, maior estatal do país. O nome decorre do uso de uma rede de postos de combustíveis e lava-jato de automóveis para movimentar recursos ilícitos, que eram pertencentes a uma das organizações criminosas inicialmente investigadas pelo Ministério Público Federal (MPF). Embora o caso tenha se ampliado para um esquema complexo de corrupção envolvendo empreiteiras, funcionários públicos, operadores financeiros e agentes políticos, o nome da operação consagrou-se. O volume de recursos desviados da companhia foi estimado na casa dos bilhões de Reais.

## **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA: DA ABORDAGEM TRADICIONAL À TEORIA DA MUDANÇA TÉCNICA E INSTITUCIONAL**

Pesquisadores e agentes públicos têm cada vez mais focado na atenção sobre a relação entre ciência, melhoria da tecnologia e mudança da produtividade pelo processo de aprendizagem. Essa interação, particularmente, tem sido enfatizada no setor industrial. Há poucos estudos relacionados à agricultura que trabalham tanto a parte teórica quanto a quantitativa da análise. Ao longo das últimas décadas, a terra tornou-se um recurso cada vez mais escasso, estabelecendo um limite para a produção agrícola. Com as mudanças climáticas, o uso eficiente da água passou a ser essencial na ótica produtiva. Além disso, o trabalho tem diminuído nas áreas rurais em razão da intensidade da urbanização e do aumento do setor de serviços. Portanto, a incorporação de tecnologia na moderna agricultura mostra-se crucial para os ganhos de produtividade e para o progresso sustentável.

Este capítulo trata da mudança técnica na agricultura, comparando a visão *mainstream*, em que a ideia de uma esteira agrícola ainda persiste (*agricultural treadmill*), e uma abordagem alternativa para o crescimento agrícola.<sup>1</sup> Por um lado, busca-se discutir a difusão de tecnologia agrícola (Griliches, 1957), o dualismo produtivo (Paiva, 1971) e o modelo de inovação induzida (Hayami e Ruttan, 1985). Por outro lado, será abordada a importância do processo de inovação e de aprendizagem (Nelson e Winter, 1982). Particularmente para a agricultura, uma das principais limitações das fontes tradicionais é a falta de ênfase na adoção e na difusão da tecnologia como um processo endógeno de mudança institucional, bem como os ganhos de aprendizagem dos agentes no processo de inovação (Ruttan, 2001; Vieira Filho, 2004; 2009). Para contextualizar toda a discussão teórica, ao final deste capítulo e ao longo do livro como um todo, procura-se dissecar o caso da agricultura brasileira, pós década de 1970, e compará-lo com exemplos de sucesso na indústria nacional.

### **O EFEITO DA ESTEIRA AGRÍCOLA (*TREADMILL EFFECT*)**

Muitos economistas têm descrito o setor agrícola como um exemplo de competição pura e perfeita. Existem algumas hipóteses subjacentes a essa descrição.

---

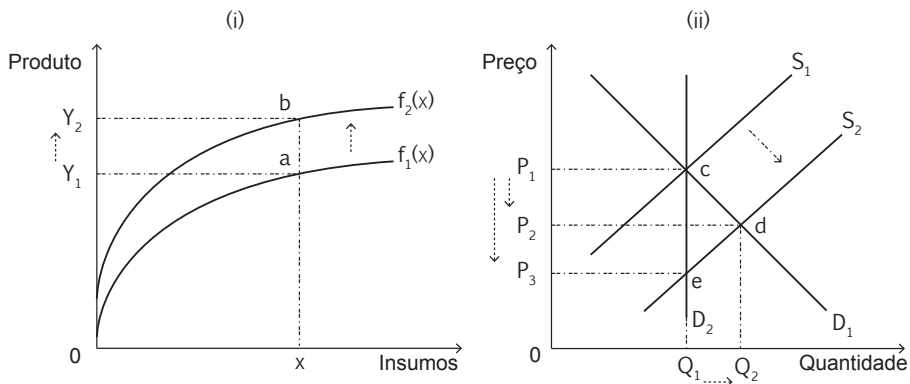
1. Este capítulo é fortemente baseado no trabalho de Vieira Filho e Silveira (2012). Contudo, há a inclusão de novos tópicos teóricos, os quais são importantes para a discussão de um enfoque mais amplo no processo de inovação na agricultura.

Primeiro, há um grande número de consumidores e produtores em um mercado, no qual a curva de demanda é negativamente inclinada e a curva de oferta positivamente inclinada. Em segundo lugar, não há barreiras para a livre entrada e saída dos agentes, permitindo perfeita mobilidade de trabalho e de capital. Em terceiro lugar, cada produtor é tomador de preço ou, em outras palavras, o preço é determinado pelo mercado. Finalmente, o produto é homogêneo e não diferenciado, o que torna a produção uma *commodity*.

Para o caso de competição pura, todas essas suposições são verdadeiras. Como consequência, o preço torna-se igual ao custo médio mínimo, com lucro zero: preço (ou receita marginal) é igual ao custo marginal. O relaxamento da segunda hipótese produz um modelo de concorrência perfeita. Quando a mobilidade do capital não é instantânea, o preço é igual ao custo marginal, mas diferente do custo médio. Nessa situação, o lucro será positivo.

A competição pura ou perfeita incorpora premissas muito restritivas. Nessa visão, Cochrane (1958) desenvolveu um modelo de mudança tecnológica na agricultura funcionando como uma esteira rolante: agricultores adotam novas tecnologias, enquanto permanecem na mesma situação econômica. A inovação resulta em uma redução de custos e em uma mudança para cima na fronteira de produção. Da mesma forma, com a mesma quantidade de insumos, é possível produzir uma maior quantidade de produto, movendo-se a função de oferta para a direita e para baixo. Esse processo é ilustrado na figura 2.1, na qual se analisa a função de produção no lado esquerdo (i) e as curvas de oferta e de demanda no lado direito (ii).

FIGURA 2.1  
Impacto da inovação tecnológica na fronteira de produção e no mercado de oferta e demanda



Elaboração dos autores.

Uma nova e mais eficiente tecnologia desloca a função de produção de  $f_1$  para  $f_2$  (ou seja, para uma quantidade fixa de insumos  $x$ , tem-se um aumento da produção de  $a$  para  $b$ ). Esse movimento cria um impacto no equilíbrio de oferta e demanda (uma passagem de  $c$  para  $d$ , ou mesmo, no caso extremo de demanda inelástica, de  $c$  para  $e$ ). O bem-estar econômico total aumenta como consequência do progresso tecnológico. A alocação do bem-estar entre produtores e consumidores depende das elasticidades-preços de demanda e de oferta. A oferta é assumida como sendo uma curva positivamente inclinada (representada pela curva  $S$ ), enquanto a demanda pode ser analisada por meio de duas situações distintas: uma em que a inclinação é negativa ( $D_1$ ), e outra na qual se observa uma demanda inelástica ( $D_2$ ). Se os produtores são capazes de aumentar o lucro pelo crescimento das vendas (de  $Q_1$  para  $Q_2$ ) e, assim, compensar o declínio das receitas por uma queda no preço de  $P_1$  para  $P_2$ , seu bem-estar aumentará. Os consumidores também ganham, já que o consumo dar-se-á a um preço inferior.

Quando a elasticidade da demanda for zero ( $D_2$ ), um grande declínio do preço de  $P_1$  a  $P_3$  não pode ser compensado pelo aumento das vendas. Portanto, há uma queda acentuada na receita total, resultando em uma perda líquida para os produtores. Nesse caso extremo, todo o aumento do bem-estar é transferido ao consumidor, que paga um preço relativamente mais baixo para uma mesma quantidade. A mudança tecnológica não beneficia os adotantes, sendo os únicos beneficiários os consumidores.

A produção de *commodities* agrícolas que absorve menos conteúdo tecnológico é geralmente não comercializável (ou seja, absorvida no mercado interno). A produção moderna é dirigida ao mercado global, que paga um preço mais elevado. Ambos os resultados são caracterizados pela baixa elasticidade da demanda, essencialmente nas economias de alta renda. Os países exportadores agrícolas, como o Brasil e os Estados Unidos, também enfrentam restrições comerciais na comercialização de seus produtos que contêm maior conteúdo tecnológico. Esses são os países onde os setores agrícola e de manufatura industrial convivem lado a lado, e a agricultura desempenha um papel importante dentro da economia. A demanda por *commodities* agrícolas é muito inelástica, e a adoção da tecnologia na agricultura tem a capacidade de liberar a força de trabalho ao setor não agrícola.

A capacidade de inovar é maior nos principais países exportadores agrícolas, porque o progresso tecnológico é dependente da pesquisa adaptativa local. Quando a introdução de novas tecnologias aumenta a quantidade ofertada e empurra os preços dos produtos para baixo, os produtores buscam a inovação, no intuito de reduzir os seus respectivos custos produtivos. Os pioneiros e os adotantes iniciais obtêm lucros positivos. Com a difusão da inovação, a curva de oferta desloca-se para a direita, o preço cai e o lucro excedente desaparece.

Os agentes retardatários incorporam novas tecnologias a menos que decidam abandonar o mercado.

Para resumir, os agricultores incapazes de manter a corrida na esteira tecnológica são expulsos do mercado. Esses agentes mudam-se para os centros urbanos e para o setor não agrícola. Esse processo auxilia a indústria e o setor de serviços nas zonas urbanas por meio da redução dos custos salariais. Em uma economia de subsistência, o efeito da esteira agrícola transfere o bem-estar aos produtores, aumentando a quantidade consumida em cada propriedade familiar. Para desenvolver a agricultura como um negócio, o investimento em novos conhecimentos é base para aumentar a produção. A análise econômica convencional assume que a mudança técnica é, em grande parte, um processo exógeno.

### DIFUSÃO DA MUDANÇA TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA

Griliches (1957) identificou regularidades empíricas relacionadas ao processo de difusão<sup>2</sup> na agricultura, tipicamente representado por uma função logística (ou por uma curva S). Seu estudo, baseado em um modelo epidemiológico simples de disseminação, focou nos problemas sistêmicos que afetam a adoção diferenciada da nova tecnologia em Iowa, região próspera e inovadora na produção do milho híbrido nos Estados Unidos, e no Alabama, região atrasada.

O modelo é apresentado a seguir.<sup>3</sup> Suponha que  $N$  seja o tamanho da **população** de potenciais usuários de uma dada tecnologia. No tempo  $t$ ,  $y(t)$  denota a quantidade de **adotantes** da tecnologia, que afeta a decisão da quantidade dos **não adotantes** [ $N - y(t)$ ]. A hipótese fundamental do modelo logístico é de que o crescimento da quantidade de adotantes de uma determinada tecnologia ocorre por meio do encontro aleatório entre não adotantes e adotantes – por exemplo, a propaganda boca a boca. Assim, o crescimento  $\Delta y(t)$  no intervalo de tempo  $\Delta t$  é especificado pelo seguinte produto:

$$\Delta y(t) = P[N - y(t)]. \quad (1)$$

$P$  é a probabilidade de difusão no instante  $t$  de haver um encontro entre não adotantes e adotantes, com restrição dada pela taxa média de encontros por unidade de tempo, que assume valor  $\theta$ . Portanto, além de ser proporcional a  $\Delta t$  e  $\theta$  – que fixa a porcentagem máxima de difusão no modelo logístico –, a probabilidade de difusão

2. A literatura econômica tem identificado três abordagens básicas sobre a difusão tecnológica: *i*) modelos epidemiológicos (Griliches, 1957; Mansfield, 1961); *ii*) modelos de difusão equilibrada (David, 1969; Davies, 1979; Stoneman e Ireland, 1983); e *iii*) modelos evolucionários (Iwai, 1981a, 1981b; Nelson e Winter, 1982; Silverberg, Dosi e Orsenigo, 1988; Metcalfe, 2002).

3. As explicações do modelo matemático estão baseadas em Vieira Filho (2014a).

depende da participação relativa de adotantes na população, que muda ao longo do tempo. Essa probabilidade é determinada da seguinte maneira:

$$P = \theta \left[ \frac{y(t)}{N} \right] \Delta t. \quad (2)$$

O *contágio* é descrito pela participação de adotantes na população – que varia ao longo do tempo,  $[y(t)/N]$ . Para o caso discreto, a disseminação da nova tecnologia é variável, já que depende do percentual de contágio distinto em cada período. No tempo  $t$  e ao longo de um intervalo discreto  $\Delta t$ , substituindo (2) em (1), o crescimento dos usuários da tecnologia é dado pela equação 3:

$$\Delta y(t) = \theta \left[ \frac{y(t)}{N} \right] [N - y(t)] \Delta t. \quad (3)$$

Tomando o limite quando  $\Delta t \rightarrow 0$ , a disseminação da nova tecnologia é dada pela probabilidade de contágio  $\beta[y(t)/N]$  em relação à parcela de não adotantes  $[N - y(t)]$ , aproximando-se do formato da curva logística.<sup>4</sup> Essa representação descreve a equação diferencial ordinária de primeira ordem, que permite encontrar o formato da função  $y(t)$ . Nesse sentido, considerando  $y(0)$  igual a um valor positivo no intervalo aberto  $(0, N)$ , tem-se a seguinte equação diferencial:

$$y'(t) = \beta \left[ \frac{y(t)}{N} \right] [N - y(t)]. \quad (4)$$

Da equação acima, segue que:

$$y'(t) \frac{1}{y(t)[N-y(t)]} = \frac{\beta}{N},$$

integrando os dois lados,<sup>5</sup> encontra-se a primitiva da equação 4:

$$y(t) = N \left[ 1 + e^{-(\beta t + k_5)} \right]^{-1}. \quad (5)$$

A equação 5 apresenta uma função do tipo logística modificada, sendo definida no intervalo aberto  $(0, N)$  e com  $y'(t) > 0$ , ou seja,  $y(t)$  não parte do zero e não atinge  $N$ . Essa função depende de três parâmetros: *i*) a data da primeira disponibilidade comercial da tecnologia descrita pela constante de integração  $k_5$ ,

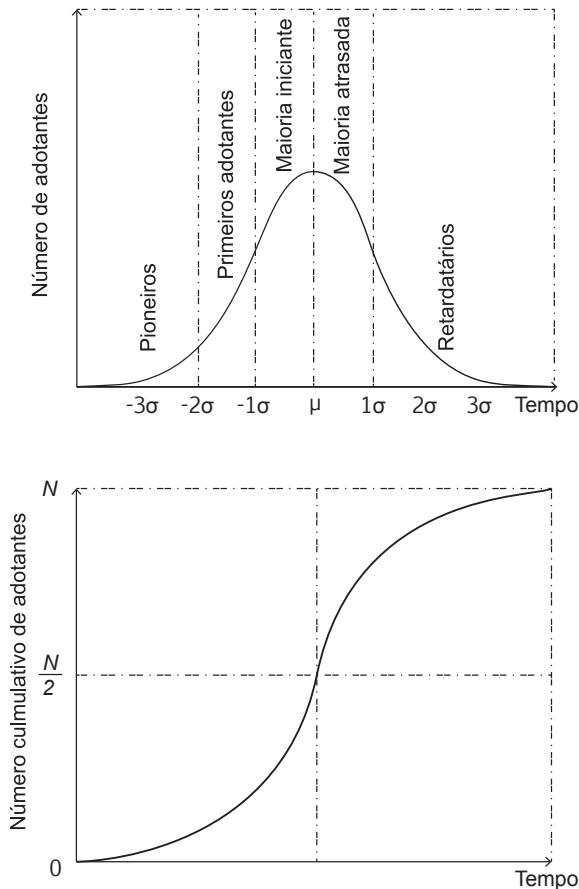
4. Note que a interpretação de  $\theta$  e  $\beta$  é distinta. Para tanto, confira anexo A.

5. Griliches (1957), em seu estudo clássico sobre o assunto, apresenta a derivada da função logística expressa com erros matemáticos. Geroski (2000) omite passos da formulação discreta para a contínua, o que induz a erros de interpretação. Portanto, entenda-se que o procedimento de cálculo diferencial seja importante, sendo o detalhamento exposto no anexo B.

que posiciona a “curva S” no tempo; *ii*) o teto potencial de inovadores no mercado, sendo especificado pelo tamanho da população  $N$ ; e *iii*) a taxa de adoção expressa por  $\beta$ . Quando  $(\beta t + k_5) \rightarrow \infty$ ,  $y(t) \rightarrow N$ . Quando  $(\beta t + k_5) = 0$ ,  $y(t) = \frac{N}{2}$ . Quando  $(\beta t + k_5) \rightarrow -\infty$ ,  $y(t) \rightarrow 0$ . A relação entre a função logística e a distribuição normal é descrita na figura 2.2.

FIGURA 2.2

**O processo de difusão da mudança tecnológica representado pelo modelo logístico de contágio**



Elaboração dos autores.

O modelo logístico interpreta a dinâmica da tecnologia incorporada e não embarcada. O modelo descreve a propagação de novos conhecimentos ao longo do tempo. O uso eficiente da tecnologia por um agente impacta a decisão dos não adotantes, descrevendo um comportamento exponencial no início e



uma trajetória marginal decrescente no final. Quando o conhecimento é novo, há rápida difusão. Posteriormente, os retardatários são menos propensos a inovar do que os iniciantes. Portanto, o processo de difusão segue uma curva em forma de S.

O crescimento logístico é definido pela equação 5, em que  $y(t)$  é o percentual de inovadores,  $N$  é o teto potencial de adotantes da nova tecnologia ou ponto de equilíbrio e  $k_5$  é uma constante de integração que posiciona a curva na escala do tempo. Essa curva tem algumas propriedades interessantes. É assintótica em 0 e  $N$ , simétrica em torno do ponto de inflexão, e a primeira derivada em relação ao tempo é dada pela equação 4, em que a taxa de crescimento é proporcional ao crescimento já atingido e entre a distância até o teto potencial. Vale observar que a difusão de uma tecnologia pode ocorrer em um menor espaço de tempo, dependendo da taxa de adoção dos agentes.

Esse modelo fornece uma contribuição importante no processo de difusão tecnológica. Todavia, como também observado por Griliches (1980), ressaltam-se alguns pontos. O limite máximo potencial de adotantes pode mudar ao longo do tempo, uma vez que esse parâmetro não é constante e pode ser explicado endogenamente na função logística. O processo de difusão enfatiza o papel do tempo e a transição de uma tecnologia para a produção e utilização de outra. O tempo serve como uma *proxy* para pelo menos três diferentes conjuntos de variáveis: *i*) a redução de custos ao longo do tempo, como um resultado do processo de aprendizagem e acumulação do conhecimento; *ii*) a taxa de depreciação do capital; e *iii*) a disseminação do conhecimento.

O processo de difusão é mais complexo e não é sempre sujeito a um equilíbrio estável. Como resultado, a abordagem evolucionária pode trazer melhor explicação de como o teto potencial muda ao longo do tempo. A difusão da nova tecnologia pode ser compreendida em condições de incerteza, de racionalidade limitada e de desequilíbrio, como extensivamente estudada por Iwai (1981a; 1981b), Nelson e Winter (1977; 1982), Silverberg, Dosi e Orsenigo (1988) e Metcalfe (2002).

## MODERNIZAÇÃO E DUALISMO ECONÔMICO

Na maioria dos modelos de desenvolvimento econômico, a agricultura é vista como um setor retardatário e dependente da compra de insumos tecnológicos produzidos fora do setor. A produção agrícola é passiva em termos de geração e difusão de novos conhecimentos, quando comparada ao setor industrial e de manufaturas. Uma estrutura de desenvolvimento econômico que está associada à resposta institucional é o estudo de “oferta ilimitada de trabalho” de Lewis (1954). Esse modelo está em sintonia com o papel crítico do capitalista em combinar e equilibrar a relação dinâmica de oferta e demanda. Em essência, seu funcionamento depende da capacidade do capitalista em regular salário no setor de “subsistência”

da economia. O excedente do setor capitalista vai para os lucros das empresas, enquanto a maioria dos trabalhadores (oferta ilimitada) permanece fora do setor, em atividades de baixo dinamismo.

Lewis (1954) esteve interessado na explicação de um modelo de dois setores, buscando compreender a coexistência de setores modernos e atrasados em um mesmo espaço econômico. A sua análise procurava entender o desenvolvimento em estágios de crescimento. Para uma região tornar-se desenvolvida, a economia deveria avançar da produção primária para a fabricação de bens industrializados. Um estágio final dar-se-ia em uma economia baseada na atividade de serviços. Então, a dualidade se apresentava em termos setoriais. O trabalho de Paiva (1971), ao contrário, foi inovador por avaliar a diversidade interna do setor agrícola, partindo do ponto de vista da dualidade intrasetorial.

Paiva (1971) procurou discutir a modernização agrícola no contexto de dois tipos de agricultura – uma moderna e outra tradicional.<sup>6</sup> Nos países em desenvolvimento, há agricultores que empregam técnicas modernas como as recomendadas pelos centros internacionais de pesquisa, bem como os agricultores com baixos níveis de adoção tecnológica e absorção de conhecimento.

Existem três classes de produtos em uma mesma região. A primeira classe requer técnicas modernas, sem a participação de agricultores tradicionais. A segunda consiste em produtos que envolvam técnicas tradicionais. Finalmente, há uma terceira categoria, em que se encontra o maior número de produtos, que tem a coexistência dos produtores tradicionais e modernos.

O processo de modernização da agricultura é analisado tanto na fase de adoção quanto na de difusão tecnológica. A adoção é dependente da decisão microeconômica dos agentes. A difusão é um processo mais amplo que leva em conta os resultados agregados de adoção; portanto, pressupõe-se um ponto de vista macroeconômico.

Para investigar o processo de adoção, a técnica moderna é assumida mais eficiente do que a tradicional. Se o lucro potencial continua a ser menor, quando a nova tecnologia é aplicada, os agricultores, obviamente, não alteram a sua forma anterior de operação.

Os produtores utilizam uma combinação de técnicas modernas e tradicionais. Para simplificação, agregam-se insumos modernos (máquinas, fertilizantes, pesticidas e melhorias etc.) em uma única variável ( $X^m$ ), assim como insumos tradicionais

---

6. A base para uma política de modernização da agricultura brasileira já era alvo de debate em finais da década de 1960 (Paiva, 1967). O modelo sobre dualismo tecnológico apresentado por Paiva (1971) foi objeto de diversos comentários, sendo dois destes de relativa importância – Nicholls (1973) e Schuh (1973), que foram posteriormente avaliados por Paiva (1973). Após amplo debate acerca de seu estudo, Paiva (1975) faz uma síntese das principais ideias criadas em torno das questões tecnológicas na agricultura e no seu próprio modelo.

(terra e trabalho) em outra ( $X^t$ ). Além disso,  $Q^m$  é a quantidade produzida com a técnica moderna,  $Q^t$  é a quantidade obtida com a técnica tradicional,  $P_q$  é o preço do produto,  $P_x^m$  é o preço dos insumos modernos e  $P_x^t$  é o preço dos insumos tradicionais. O agricultor escolhe a tecnologia moderna quando o lucro líquido entre a produção moderna e tradicional satisfaz a equação 6:

$$(P_q \cdot Q^m) - \left( \sum_{i=1}^n P_{xi}^m \cdot X_i^m + \sum_{j=1}^{l'} P_{xj}^t \cdot X_j^t \right) > (P_q \cdot Q^t) - \left( \sum_{i=1}^{n'} P_{xi}^m \cdot X_i^m + \sum_{j=1}^l P_{xj}^t \cdot X_j^t \right), \quad (6)$$

sendo  $n > n'$  e  $l > l'$ , em proporção a ser definida.

Nesse sentido, a vantagem econômica da tecnologia moderna em relação à tradicional depende de três relações. Primeira, é importante comparar a produtividade dos insumos,  $\left(\frac{Q^m}{X^m}\right) / \left(\frac{Q^t}{X^t}\right)$ . Quando essa relação aumenta (ou decresce), a produtividade da tecnologia moderna é favorável (ou desfavorável). Segunda, os preços relativos dos insumos modernos e tradicionais são relevantes,  $(P_x^m / P_x^t)$ . Um aumento no preço da terra e do trabalho em relação ao preço dos insumos modernos favorece o emprego da tecnologia moderna. Finalmente, o preço do produto relaciona-se ao preço dos insumos tanto na produção moderna quanto na tradicional  $(P_q / P_x^m$  e  $P_q / P_x^t)$ . Um crescimento do preço do produto comparado ao preço de seu insumo favorece a intensificação do uso do insumo em questão.

A vantagem da tecnologia moderna em comparação à tradicional depende da produtividade por insumo, dos preços relativos dos insumos modernos e tradicionais e, por fim, da relação preço do produto frente aos preços dos insumos. As mudanças nessas relações econômicas podem criar ou não um ambiente favorável à modernização agrícola. Existem também custos de transação na adoção de novas tecnologias. Se tais custos forem reduzidos, a modernização avança mais rapidamente. Levando em consideração a análise dos custos transacionais, a relação de transferência em favor da tecnologia moderna é dada por:

$$RT^m - CV^m > RT^t - CV^t + CT, \quad (7)$$

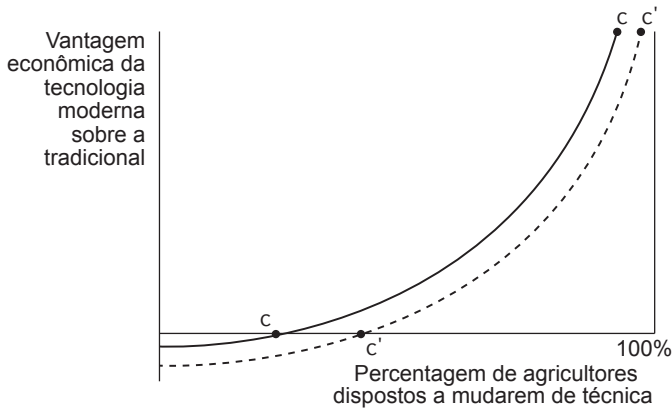
sendo  $RT$  a receita total,  $CV$  o custo variável, e  $CT$  o custo de transação (ou custo de oportunidade de transferência).

O custo de transação varia de um agricultor para o outro, dependendo da qualificação, das características locais e da cultura inovativa. A figura 2.3 apresenta o custo subjetivo de transferência para uma população de agricultores. A inclinação da curva é função do grau de acesso ao financiamento, do nível de instrução, do empreendedorismo, entre outras variáveis. Nota-se que, quanto maior for a vantagem econômica da tecnologia moderna em relação à tradicional, mais elevado será o percentual

de agricultores dispostos a se modernizarem, o que favorecerá a transferência. Um deslocamento da curva à direita reflete um aumento da probabilidade de inovação.

FIGURA 2.3

### O custo subjetivo de transferência dos produtores



Fonte: Paiva (1971, p.190).

No que tange ao processo de difusão tecnológica, a expansão da técnica moderna depende, por um lado, da vantagem econômica do uso tecnológico e, por outro, de alguns fatores reguladores do crescimento, bem como do desenvolvimento de um setor não agrícola. A difusão das técnicas modernas provoca alterações nos preços do produto e dos insumos tradicionais, mudanças que impedem a modernização mais acentuada.

Esse fenômeno pode ser sumarizado em três passos. Em primeiro lugar, a difusão da tecnologia moderna aumenta a produtividade, com isso, *ceteris paribus*, diminui o preço do produto. Intensificação da tecnologia reduz o preço dos insumos tradicionais (terra e trabalho). Em segundo lugar, por meio da redução do preço do produto, a relação com o preço do insumo se altera ( $P_q/P_x^m$ ). Isso reduz o ganho advindo da tecnologia moderna. Em terceiro lugar, após a queda dos preços dos insumos tradicionais, o ganho relativo da tecnologia moderna torna-se menos vantajoso.

O fenômeno descrito acima desestimula o processo de modernização agrícola. Com o uso de uma técnica mais moderna, a redução do custo por unidade de insumo deve compensar a redução do preço do produto. Se isso ocorrer, a utilização de tecnologia continua numa trajetória ascendente. O processo de modernização está associado a um *mecanismo de autocontrole*, já que existem elementos de desestímulo, como mencionado. Esse mecanismo limita o potencial de difusão tecnológica.

Por último, ao atingir tal limite, o crescimento da modernização fica dependente do crescimento do setor não agrícola.

Três tipos de tecnologias modernas podem ser especificados. O primeiro fornece ganhos de produtividade sem redução no custo marginal. Alguns exemplos são insumos que necessitam de grande dispêndio de capital fixo, tais como tratores, colheitadeiras, máquinas e equipamentos agrícolas. O segundo envolve aumento da produtividade e diminuição de custos marginais. Essa tecnologia tem baixo dispêndio de capital fixo e elevado de custeio, como fertilizantes, pesticidas e ração animal. O terceiro tipo, que não exige maiores custos adicionais, proporciona maior retorno, quer aumentando a produtividade ou reduzindo o custo marginal. Esse grupo é caracterizado por técnicas de colheita, espaçamento adequado do plantio, sistemas de pastagem, integração lavoura-pecuária-floresta e uso de variedades de alto rendimento.

Comparada à tecnologia tradicional, a terceira categoria será preferida, porque a renda líquida é sempre superior. Isso não é verdade para o segundo tipo e nem mesmo para o primeiro, em que a escala produtiva é requisito para manter a lucratividade. Portanto, apenas o terceiro tipo mencionado não sofre pressão do *mecanismo de autocontrole*.

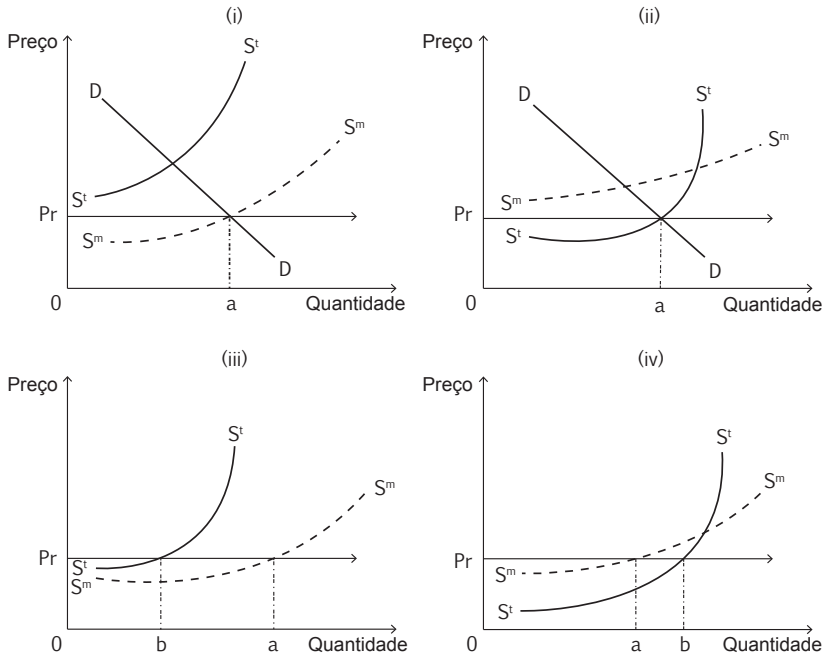
Depois de alcançar um nível adequado de modernização, novos ganhos dependem da expansão do mercado. O *mecanismo de autocontrole* não permite a ampliação da modernização prosseguir mais rapidamente do que a expansão do setor não agrícola. Assim, o comércio internacional é um fator decisivo. Pela exportação dos excedentes de produção, o *mecanismo de autocontrole* perde a sua função, uma vez que não ocorre a queda do preço do produto no mercado interno. Porém, com a entrada de mais exportadores, a diminuição dos preços internacionais pode desencorajar a adoção contínua de tecnologia no futuro.

Assim, as principais variáveis responsáveis pela modernização agrícola são a produtividade, o preço relativo dos insumos tradicionais e modernos, o nível de educação dos agricultores, os custos de transação, o desenvolvimento do setor não agrícola (que seria capaz de absorver a produção e o trabalho excedente, sendo este último resultado da mecanização) e as exportações para o mercado internacional.

Como mostrado na figura 2.4, o avanço agrícola é resumido por meio do comportamento das curvas de oferta e demanda. Três situações diferentes são analisadas: a produção moderna, tradicional e dual. Na parte superior (quadros i e ii), serão estudadas situações extremas, havendo especialização em termos de técnicas produtivas. Na parte inferior (quadros iii e iv), examina-se o caso da dualidade.

FIGURA 2.4

## Grau de modernização e curvas de oferta em condições de dualidade tecnológica



Fonte: Paiva (1971, p. 214-217).

Acima e no lado esquerdo (quadro i), tem-se o caso de uma especialização das técnicas modernas, sendo exemplificadas pela produção de frutas (como figo, uva e pêssigo). O uso de insumos modernos (tais como variedades de alto rendimento, fertilizantes e defensivos) aumenta a produtividade agrícola. A tecnologia tradicional envolve um baixo nível de produtividade, já que essas culturas são altamente sensíveis às doenças, às pragas e ao inadequado manejo do solo. Nesse sentido, a curva de oferta indicada pela tecnologia tradicional ( $S^t$ ) situar-se-ia acima da linha de preço, permitindo apenas a produção com tecnologia moderna. Outro exemplo é a produção mecanizada de cana no estado de São Paulo. Os custos trabalhistas e a pressão da sociedade em relação à colheita manual com queimadas são proibitivos, o que leva à quase completa adoção pelo processo mecanizado nessa região.

Na parte superior e no lado direito (quadro ii), existe uma situação oposta, que pode ser exemplificada pela produção de mandioca. A curva de oferta relacionada à técnica tradicional ( $S^t$ ) é bastante elástica no início, devido às condições climáticas favoráveis e terras abundantes. A curva de oferta com base na tecnologia moderna ( $S^m$ ) permanece acima da linha de preço na análise gráfica. Esse tipo de cultura é resistente a variações climáticas, pragas e doenças. A curva de oferta usando a

técnica tradicional torna-se inelástica apenas para a produção de alto volume, em que a técnica moderna é preferível. Entretanto, como há um baixo consumo do produto, tem-se uma especialização da técnica tradicional na economia.

É possível verificar uma situação de dualidade tecnológica (quadro iii), representada, por exemplo, pelas produções de aves e de ovos. As diferenças de custo são relativamente baixas quando se tem um reduzido volume de produção. Assim, tanto produtores tradicionais, quanto modernos sobrevivem no mesmo espaço. Inicialmente, a produção tem um custo relativo barato para pequenas propriedades. Com o aumento da escala produtiva, no entanto, o risco de doenças e pragas aumenta, favorecendo a modernização (seleção de reprodutores, rações, medicamentos veterinários etc.). Mesmo com a oferta dos grandes produtores, com o uso de técnicas modernas, há espaço para a produção caseira no mercado. Em Minas Gerais, a dualidade pode ser vista na produção de café, muito por causa do custo da mão de obra e por influência da declividade das terras. Com o aumento dos custos trabalhistas, há um incentivo à mecanização, que ocorre somente nas regiões menos montanhosas. Nos municípios em que as irregularidades dos terrenos não permitem a introdução de máquinas, encontram-se propriedades que adotam o sistema manual.

Finalmente, no canto inferior direito (quadro iv), tem-se a produção dual, mas distinta do caso anterior. A produção de milho é um bom exemplo, porque a técnica tradicional, adaptada a diferentes condições regionais, é predominante. Sementes híbridas, fertilizantes, máquinas, tratores e colheitadeiras aumentam a produtividade do milho, mas o crescimento do custo total prejudica a difusão generalizada da tecnologia mais moderna. Situação similar é observada com a produção de cana no Nordeste. O custo da mecanização não compensa em muitos casos a substituição do sistema tradicional com a oferta barata de trabalho pelo plantio moderno e, por isso, verificam-se explorações mecanizadas e manuais convivendo lado a lado.

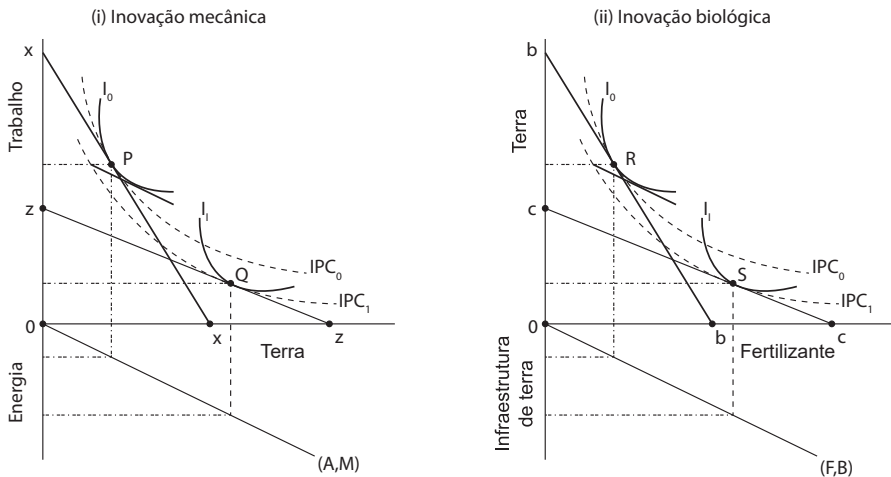
### MODELO DE INOVAÇÃO INDUZIDA

A direção da mudança tecnológica e a dotação de fatores foram inicialmente tratadas por Hicks (1963), sugerindo que a razão da predominância das invenções poupadoras de trabalho estava associada às mudanças nos preços relativos dos fatores de produção e, simultaneamente, a inovação buscava economizar o insumo relativamente mais oneroso no processo produtivo. Baseado nas pressuposições *hicksianas*, Ahmad (1966) desenvolveu um modelo que empregava o conceito da curva de possibilidade de inovação. A formalização do modelo de inovação induzida (Hicks-Ahmad) deveria ser vista mais como uma extensão do enfoque neoclássico do que uma abordagem alternativa.

O primeiro teste empírico relacionado às fundamentações microeconômicas da mudança tecnológica baseada nas alterações dos preços dos fatores de produção foi o trabalho de Hayami e Ruttan (1970), que estudaram o desenvolvimento agrícola nas economias americana e japonesa. Nos Estados Unidos, os avanços na tecnologia mecânica aumentaram a produção agrícola, mesmo quando o mercado foi limitado por uma oferta inelástica do trabalho. No caso do Japão, os avanços da biotecnologia compensaram as limitações impostas por uma oferta inelástica de terra. Ambos os países são exemplos extremos da influência da dotação de fatores.

A mudança técnica induzida na agricultura é explicada pela figura 2.5. A análise gráfica ilustra tanto a substituição de fatores quanto a complementaridade das tecnologias mecânicas e biológicas. O processo de inovação mecânica é indicado no painel do lado esquerdo (i), enquanto o painel do lado direito (ii) descreve o avanço da biotecnologia. A curva de possibilidade de inovação (IPC) é um envelope de isoquantas unitárias correspondentes a um determinado estado tecnológico (por exemplo, diferentes tipos de tratores, colheitadeiras e plantadeiras). As transformações são dadas em dois períodos de tempo (do inicial 0 para a final 1). A reta tangente de preços relativos dos fatores e a curva isoquanta (I) determinam uma combinação ótima de insumos. Isoquantas são curvas que possuem a mesma quantidade de produção para diferentes combinações de fatores.

FIGURA 2.5  
Mudança técnica induzida na agricultura



Fonte: Hayami e Ruttan (1985, p.91).

Quanto à inovação mecânica, o eixo vertical é representado acima pelo trabalho e abaixo pela potência das máquinas e tratores, enquanto, no eixo horizontal, tem-se o fator terra. No período inicial, o ponto de equilíbrio de custo



mínimo é dado por P, expresso por uma combinação ótima de terra e trabalho e correspondido por uma relação de preços  $xx$ . No período seguinte, com o aumento do custo relativo do trabalho (dado pela linha  $zz$ ), tem-se a indução da inovação mecânica que poupa o fator escasso, usando menos trabalho e mais terra. Há uma transição de  $IPC_0$  para  $IPC_1$ , mudando a taxa marginal de substituição técnica de  $I_0$  para  $I_1$ . O novo ponto de equilíbrio é dado em Q, o que implica uma relação de complementaridade entre potência energética e terra, desenhada pela linha  $(A, M)$ . Nessa representação, terra e potência mecânica são consideradas como complementos, sendo terra e trabalho como substitutos.

Da mesma forma, para entender a inovação biotecnológica, o raciocínio microeconômico é análogo ao anterior. O eixo vertical representa acima a terra e abaixo a infraestrutura da terra; o eixo horizontal contém o fator relacionado ao desempenho biotecnológico (por exemplo, fertilizante). No período inicial, o ponto de equilíbrio de custo mínimo é dado em R, que mostra uma combinação ótima do uso de fertilizante e terra e os preços relativos  $bb$ . No período posterior, com um aumento do custo relativo da terra (dado pela linha  $cc$ ), tem-se o desenvolvimento de novas variedades mais adaptadas à adubação, que poupa fator escasso, combinando menos terra e mais fertilizante. Tem-se uma passagem de  $IPC_0$  para  $IPC_1$ , alterando a taxa marginal de substituição de  $I_0$  para  $I_1$ . Um novo equilíbrio é determinado em S, o que implica uma relação complementar entre a infraestrutura do solo e fertilizantes, descrita pela linha  $(F, B)$ . Assim, fertilizante e infraestrutura da terra são complementares, enquanto fertilizante e terra substitutos.

Embora o modelo de inovação induzida tenha se dado por meio de um instrumental baseado na suposição de equilíbrio, Hayami e Ruttan (1985) sugeriram que as mudanças tecnológicas seriam mais complexas na sua respectiva dinâmica. O processo de inovação não se apresenta por uma adaptação gradual ao longo da curva  $IPC$  em resposta às alterações nos preços relativos dos fatores. Tal desequilíbrio deve ser incorporado como elemento crítico na indução da mudança técnica e do crescimento econômico. Embora a sequência dinâmica do processo não tenha sido formulada em um modelo matemático, os autores introduziram o debate da inovação técnica e institucional induzida.

### TEORIA EVOLUCIONÁRIA, COMPETIÇÃO E PROCESSO DE APRENDIZADO

Os modelos apresentados – difusão, dualismo e inovação induzida – falharam ao tratar a mudança tecnológica de forma exógena. Como consequência, esses instrumentais foram incapazes de incorporar processos importantes, tais como o aprendizado, a busca por inovações, o comportamento dos imitadores, a decisão de investimento e a pesquisa e desenvolvimento (P&D). As transformações tecnológicas dentro do referencial neoclássico são tratadas dentro de uma caixa preta – afirma Penrose (1959).

Uma das tarefas no campo da teoria e história econômica tem sido, certamente, compreender de que maneira as mudanças tecnológicas e a complexidade das organizações transformaram o desenvolvimento ao longo do tempo. É nesse cenário que a mudança técnica passa a ser estudada dentro de um processo dinâmico e evolutivo. A ideia de que a competição de mercado é análoga à competição biológica e que os negócios das firmas devem passar por um teste de sobrevivência imposto pelo mercado é bastante razoável. A primeira contribuição mais firme do ponto de vista evolucionário remonta ao artigo de Alchian (1950), que discutiu questões referentes à incerteza, à evolução e à teoria econômica.

Posteriormente, de uma forma mais sistematizada, a teoria evolucionária da mudança tecnológica<sup>7</sup> proposta por Nelson e Winter (1982) incorporou elementos *schumpeterianos*, introduzindo as noções de busca por inovações, com base nas estratégias empresariais, e a seleção dessas inovações, pelo ambiente de mercado. Essa abordagem substitui o comportamento de maximização do lucro da firma por meio de regras de decisão e rotinas aplicadas ao nível microeconômico. A subsequente agregação das observações micro explica os fatos estilizados da macroeconomia. A função de produção e a otimização de equilíbrio foram abandonadas nessa perspectiva. Em contraposição, os procedimentos técnicos, a alocação de recursos, as estratégias de investimento e de negócios, a política de P&D e a diversificação de produtos tornaram-se relevantes. A estrutura teórica baseia-se em dois componentes fundamentais: *i*) a busca pela inovação; e *ii*) a seleção das firmas no mercado.

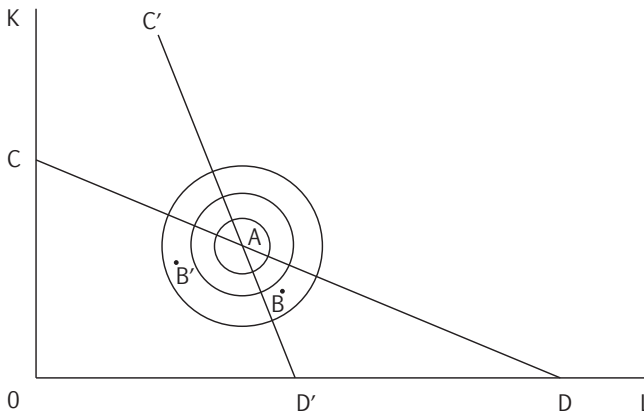
A busca por uma nova tecnologia, que pode ser gerada internamente ou transferida a partir de fornecedores ou concorrentes, é movimentada quando os lucros caem abaixo de um determinado limiar. Nessa busca, as firmas colhem amostras de uma distribuição de coeficientes técnicos de insumo-produto. A figura 2.6 é uma adaptação feita por Ruttan (2001) da explicação de Nelson e Winter (1975) para compreender a busca tecnológica. Essa ilustração é bastante intuitiva. Se *A* for a combinação presente de fatores produtivos, então os potenciais coeficientes técnicos insumo-produto são distribuídos ao redor desse ponto, de tal modo que há uma maior probabilidade de encontrar uma combinação próxima a *A* do que afastada. Nesse caso, a busca é local. Ao encontrar um ponto *B*, a firma verifica a rentabilidade da nova relação de insumos. Se os custos são mais baixos em *B* do que em *A*, a firma adota o ponto *B* e termina a busca. Caso contrário, o processo continua. Assim, a tecnologia no ponto *B* descreve uma relação insumo-produto e a razão entre os fatores será aceita se o trabalho

---

7. A corrente evolucionária pode ser identificada por *neo-schumpeteriana*, visto que retoma o debate acerca das inovações tecnológicas e incorpora, ao mesmo tempo, o paradigma evolucionário nas análises. Para uma revisão histórica do pensamento evolucionário e dos principais conceitos, confira Nelson e Winter (1982, cap. 1 e 2), Foray (1989), Langlois e Everett (1994) e Maiwald (1998).

for relativamente mais barato, ou seja, se os preços relativos são descritos pela linha  $CD$ . Entretanto, se o trabalho é relativamente caro, como descrito por  $C'D'$ , a firma rejeita a tecnologia  $B$  e prossegue a procura por outra tecnologia, que pode ser representada pelo ponto  $B'$ . A tecnologia no ponto  $B'$  será poupadora de trabalho em relação ao ponto  $B$ .

FIGURA 2.6  
**Modelo evolucionário: amostragem e seleção de novos coeficientes técnicos insumo-produto**



Fonte: Ruttan (2001, p.110).

O processo estocástico de busca tecnológica é construído em um modelo de vários competidores. Três grupos de equações determinam endogenamente (1) a produção total, a parcela de mercado e os lucros, (2) o crescimento da produtividade e sua interação com a P&D, e (3) a dinâmica do investimento e a acumulação de capital. A busca pela inovação é determinada por um processo randômico aleatório entre as firmas inovadoras e imitadoras, e as estratégias empresariais dependem da probabilidade de inovar e podem ser bem-sucedidas ou não. A lucratividade acima do lucro “normal” é reinvestida e as firmas bem-sucedidas crescem mais rapidamente do que aquelas que falham na busca tecnológica. O processo de aprendizagem que conduz à mudança técnica é caracterizado pela busca de inovações, pela imitação das melhores práticas e pelo comportamento econômico dos agentes, o qual determina um nível de satisfação (regras do tipo *satisfying*).

Winter (1984) incorpora ao modelo original as condições de entrada e saída das firmas, bem como a diferenciação de dois regimes industriais, sendo um relacionado ao caso de ciência básica e o outro à tecnologia cumulativa. Os regimes variam em termos das oportunidades tecnológicas, do grau de apropriação

das inovações, da cumulatividade e da natureza e transmissão do conhecimento.<sup>8</sup> O primeiro regime associa a inovação com a entrada de novas firmas. Esse regime mostra-se menos concentrado do que o regime de tecnologia cumulativa. Com um nível mais elevado de pesquisa externa e uma maior dificuldade em inovar, o mercado é mais competitivo com um menor período de operação das firmas, o que leva a uma maior taxa de entrada e saída. Os resultados do processo de inovação desse regime, equivalente ao caso de ciência básica do modelo Nelson e Winter (1982), são independentes do nível de produtividade corrente das firmas. O segundo regime é rotineiro e liga a inovação às atividades internas das firmas estabelecidas, que tendem a dominar progressivamente o mercado, já que o nível de investimento em P&D é mais elevado, transformando o mercado em um oligopólio. O processo de inovação é cumulativo ao longo do tempo. Assim, os ganhos produtivos relacionados à inovação tecnológica são dependentes do nível de produtividade corrente da firma. Tem-se um menor nível de pesquisa externa e uma maior probabilidade de inovar.

Embora as inovações sejam dadas de forma incremental no segundo, a produtividade (máxima e média do capital) é mais elevada, quando comparada ao primeiro. No primeiro regime, de um lado, o processo de inovação é conduzido basicamente pelas firmas entrantes, uma vez que não há o caráter cumulativo do conhecimento tecnológico. De outro, no segundo, as inovações são provenientes das firmas já estabelecidas, que se beneficiam por serem as primeiras a produzir no mercado (*first movers advantages*).

### ABORDAGEM EVOLUCIONÁRIA DA DINÂMICA AGRÍCOLA

Vieira Filho, Campos e Ferreira (2005) analisaram a economia agrícola sob a perspectiva evolucionária. Tais autores consideraram a mudança tecnológica na agricultura como consequência da concorrência *schumpeteriana*.<sup>9</sup> O capital foi definido como uma combinação de fatores fixos e variáveis em uma situação

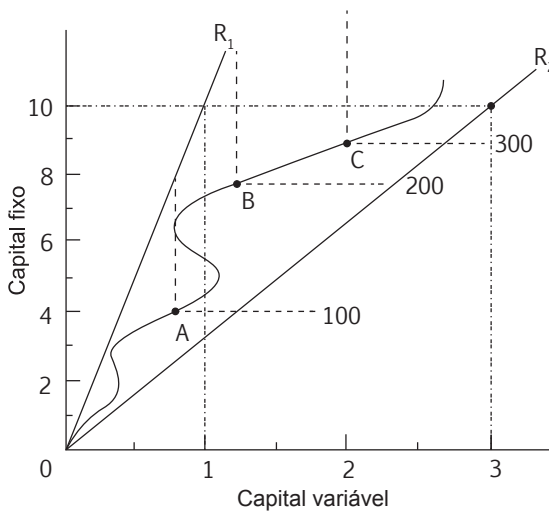
---

8. A noção de regime tecnológico está relacionada aos conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas. As oportunidades tecnológicas estão associadas ao potencial inovativo de cada tecnologia e aumentam conforme o crescimento dos investimentos em P&D. A apropriabilidade se relaciona ao grau de proteção das inovações contra as imitações. Essa proteção é exemplificada pelos direitos de propriedade, controle de ativos complementares, segredos industriais e patentes. Quanto maior for a apropriação do conhecimento, maior será a proteção do saber e, conseqüentemente, menor a sua difusão tecnológica. A cumulatividade pode ser entendida pelas inovações incrementais, ou seja, a capacidade de inovar com base em inovações passadas e áreas correlatas. O conhecimento tecnológico é definido pelo seu grau de especificidade, de codificação e de complexidade. É dito específico na medida em que é codificado e voltado às aplicações industriais, mas pode ser amplo e generalizado, sendo aplicado em diferentes domínios. Os conhecimentos codificados e simples (sem barreiras ao processamento) podem ser facilmente transmitidos por meio de publicações, patentes ou mesmo licenças. Caso contrário, o caráter tácito (*tacitness*) do conhecimento, que não é público, pode dificultar a difusão da técnica entre os agentes. Em Malerba e Orsenigo (1996) e Breschi, Malerba e Orsenigo (2000), encontra-se uma análise empírica dos regimes tecnológicos, mostrando que as oportunidades tecnológicas, a apropriabilidade, a cumulatividade e a natureza do conhecimento diferenciam entre os setores econômicos. Essa distinção também ocorre entre a agricultura e a indústria.

9. Esta análise evolucionária, para o caso agrícola, foi inicialmente estudada por Salles Filho (1993) e por Possas, Salles Filho e Silveira (1996).

dinâmica limitada, enfoque bem similar à discussão feita por Nelson e Winter (1975) e por Hayami e Ruttan (1985), no que diz respeito ao caminho de expansão dos fatores produtivos. O crescimento agrícola depende do crescimento do estoque de capital. Para associar a combinação de tecnologias poupa-terra e poupa-trabalho, o crescimento de capital fixo é limitado pelo crescimento de capital variável, e vice-versa. As tecnologias poupa-terra (ligadas ao capital variável) são dimensionadas pelo gasto com sementes e mudas, produtos para correção química do solo, fertilizantes, agroquímicos, ração animal e medicamentos veterinários. As tecnologias poupa-trabalho (relacionadas ao capital fixo) podem ser representadas por uma estimativa do valor dos veículos, tratores, máquinas e implementos (dada certa depreciação e esperança média de vida), além do maquinário em geral alugado. O uso de fatores produtivos na atividade agrícola depende da relação entre capital fixo e variável e a forma como eles são combinados.

FIGURA 2.7  
Mapa de isoquantas na agricultura para uma função de produção de proporções fixas em uma situação dinâmica limitada



Fonte: Vieira Filho, Campos e Ferreira (2005, p. 472).

A função de produção de Leontief com proporções fixas de fatores é um exemplo estático do mapa de isoquantas com insumos que são complementos perfeitos. Não há possibilidade de substituição entre os fatores. Para incorporar a natureza dinâmica das mudanças econômicas, como visto na figura 2.7, o caminho de expansão da produção é limitado pela combinação de fatores produtivos entre os dois raios,  $OR_1$  e  $OR_2$ . Nesse sentido, de acordo com David (1985) e Arthur (1989), a mudança técnica torna-se dependente do caminho, pois a nova tecnologia evolui em torno

de uma trajetória de expansão. Nos pontos A, B e C, o percentual de insumos varia no tempo. Embora a substituição de fatores de produção seja limitada acima e abaixo ( $R_1$  e  $R_2$ , respectivamente), é possível substituir os fatores dentro dos limites definidos.

Essa representação esquemática da função de produção é comparável à formulação microeconômica do modelo de inovação induzida de Hayami e Ruttan (1985) apresentado anteriormente. A inovação induzida foi explicada pela diferença nos preços relativos de insumos, em busca de uma maneira de limitar o uso do fator escasso. No entanto, a forma da curva de possibilidade de inovação (IPC) é independente, diferentemente da abordagem evolucionária.

Como apresentado por Vieira Filho, Campos e Ferreira (2005), a produção da atividade agrícola  $i$  no período  $t$  seria igual ao mínimo do quociente entre os capitais empregados (capital fixo,  $Kf_{it}$ ; ou capital variável,  $Kv_{it}$ ) e os seus coeficientes técnicos  $\alpha$  e  $\beta$ . Logo:  $Kf_{it} = \alpha \cdot Q_{it}$  e  $Kv_{it} = \beta \cdot Q_{it}$ . Assim, a produção  $Q_{it}$  limitar-se-ia ao máximo dado pela combinação mínima entre esses dois fatores. Se  $Kf_{it}/\alpha < Kv_{it}/\beta$ , haveria sobra do segundo fator. Se o contrário ocorresse,  $Kf_{it}/\alpha > Kv_{it}/\beta$ , haveria excesso do capital fixo. Desse modo, a função de produção é definida como:

$$Q_{it} = \min \left\{ \frac{Kf_{it}}{\alpha}; \frac{Kv_{it}}{\beta} \right\}. \quad (8)$$

A relação entre capital variável e fixo é dado por uma constante, sendo  $Kv_{it}/Kf_{it} = z_{it}$ . Além disso,  $(Kv_{it}/\beta)/(Kf_{it}/\alpha) = n$ ; tal que  $(Kv_{it}/\beta) \cdot (\alpha/Kf_{it}) = n$ . Assim, fazendo-se a substituição, chega-se ao resultado  $n \cdot (\beta/\alpha) = z_{it}$ . Os parâmetros ( $\alpha$  e  $\beta$ ) eram inicialmente determinados, sendo  $n$  uma constante que definia a proporcionalidade entre os capitais. Então, no estado inicial do sistema,  $z_{it}$  era dado. Nesse sentido,  $\alpha = 1/Af_{it}$  e  $\beta = 1/Av_{it}$ , onde  $Af_{it}$  era a produtividade do capital fixo (representado pelas tecnologias poupa-trabalho), e  $Av_{it}$  a produtividade do capital variável (representado pelas tecnologias poupa-terra).

Vieira Filho e Silveira (2011) focaram sobre o mecanismo de aprendizagem interno das firmas. Como identificado por Chiaromonte, Dosi e Orsenigo (1993), a adoção da tecnologia afeta a difusão de novos conhecimentos. Para estimular o crescimento agrícola, é necessário obter: *i*) a concorrência tecnológica, e *ii*) o investimento em competências de gestão para aumentar a capacidade de absorção (Teece, 1980; 1996; Teece, Pisano e Shuen, 1997).

A adoção de novas sementes (ou mesmo aumento do conteúdo tecnológico) dentro da produção exemplifica a importância da aprendizagem. As sementes mais modernas são mais caras do que as tradicionais. Sementes melhoradas afetam o uso e a quantidade de outros fatores de produção, como a redução de combustível, já que necessitará menos aplicação de herbicidas. Se o novo conhecimento embutido

na semente for aplicado corretamente, haverá redução das despesas. Novas sementes aumentam a probabilidade de sucesso inovador (redução de custos e aumento conjunto de produtividade). No entanto, a relação da produtividade com os custos depende da capacidade de absorver o conhecimento externo e da aprendizagem com o uso da tecnologia e com a interação entre os demais produtores (Foster e Rosenzweig, 1995). Diferentes agricultores têm distintas capacidades de aprendizagem.

Em relação ao modelo de aprendizado, seguindo a análise de Cohen e Levinthal (1989), Vieira Filho e Silveira (2011) mostram que o aumento do estoque de conhecimento ( $Z_i$ ) seria função do investimento do agricultor ( $I_i$ ), da sua respectiva capacidade de absorção ( $\gamma_i$ ), do efeito de transbordamento do mercado ou *spillover* ( $\theta$ ), do total de investimento realizado pelos outros produtores agrícolas ( $\sum_{j \neq i} I_j$ ) e do conhecimento externo ( $E$ ). Assim, segue que:

$$Z_i = I_i + \gamma_i [\theta \cdot (\sum_{j \neq i} I_j) + E] . \quad (9)$$

A capacidade de absorção e o efeito de transbordamento assumem valores compreendidos entre zero e um. Quanto maior for a capacidade de absorção, maior será a habilidade do agricultor em se apropriar do conhecimento oriundo dos investimentos dos demais produtores e mais eficiente ficará o uso do conhecimento externo. Quanto maior for o valor do efeito de transbordamento, maior será a interação entre os agentes e mais fácil a difusão do conhecimento em rede.

O custo do produtor ( $C_{it}$ ) é a soma do custo operacional ( $CO_i$ ) mais o volume de investimento no período. O custo operacional é constante e determinado pelos custos administrativos, tais como os relacionados à mão de obra, aos insumos e às despesas financeiras. A capacidade de absorção de cada agente reduz parte do custo operacional. O parâmetro ( $\psi_i$ ) varia entre zero e um e determina o percentual a ser reduzido nos custos operacionais. Quanto maior a capacidade de absorção, maior será a redução nos custos operacionais e, consequentemente, nos gastos finais. Então, essa relação pode ser expressa por:

$$C_{it} = CO_i [1 - (\psi_i \cdot \gamma_{it})] + I_{it} . \quad (10)$$

Como consequência, a capacidade de absorção dos agentes influencia não só a assimilação de conhecimento externo, mas também pode reduzir os custos de produção final. O modelo de aprendizado explica a produtividade, os custos e a capacidade de absorção de cada agricultor. O investimento no aprendizado aumenta a capacidade de absorção e acumulação de conhecimento externo. Portanto, o investimento na agricultura tem duas funções: *i*) gerar inovação

tecnológica, o que aumenta, de um lado, a produtividade; e *ii*) ampliar a capacidade de absorção de conhecimentos, o que reduz, de outro, os custos produtivos.

### TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA EXPANDIDA DA AGRICULTURA

A relação da produção agrícola com o uso de insumos não se dá por meio da dependência tecnológica, mas se refere à complementaridade setorial e à coevolução da produção agrícola e do desenvolvimento de novas tecnologias. Os estudos de Malerba e Orsenigo (1996) e Breschi, Malerba e Orsenigo (2000) registraram que a estrutura institucional para o desenvolvimento da inovação é muito complexa dentro de um setor econômico (a agricultura não foge à regra)<sup>10</sup> e varia, significativamente, entre o conjunto dos demais setores.

A tecnologia será rapidamente difundida na agricultura quando as necessidades do setor produtivo de ganhos de produtividade forem atendidas. Quanto maior for o uso eficiente de uma dada tecnologia, maior será a capacidade de resposta do setor produtivo, a ponto de influenciar as trajetórias tecnológicas do setor fornecedor de insumos, engendrando a geração e a difusão de outras inovações. Como visto por Sahal (1981a; 1981b; 1985), Dosi (1982; 1984, cap.2; 1988), David (1985), Arthur (1989) e Mowery e Rosenberg (2005), as tecnologias desenvolvem-se relativamente ao longo de caminhos (ou trajetórias) moldados nas propriedades técnicas específicas, na busca por regras e na acumulação de conhecimento incorporado em cada paradigma tecnológico. O contexto histórico define a dependência de caminho, no qual o passado influencia no rumo das trajetórias futuras. A cumulatividade do aprendizado produtivo reforça o caráter tácito e específico do conhecimento, o que permite alguns produtores obter vantagens regionais competitivas. A inovação tecnológica visa à ampliação da capacidade de produção da terra e do trabalho, criando um processo dinâmico de ganhos contínuos.

A capacidade gerencial do agricultor é fundamental no processo de exploração das vantagens competitivas e dos ganhos produtivos do conhecimento tecnológico. A experiência e o aprendizado do produtor no uso da nova tecnologia não apenas reduzem o risco ligado ao fator exógeno (adversidades climáticas, variabilidade geográfica e surgimento de novas pragas e doenças) como também redirecionam as trajetórias mais amplas do segmento fornecedor. Isso ocorre por meio de um efeito de *feedback* que adapta e melhora a tecnologia à diversidade ambiental e às necessidades dos produtores. O processo de aprendizado (via experimentação) está associado à absorção do novo conhecimento.

---

10. Pode-se dizer que até mais complexa, pois a atividade agrícola não é conduzida em um ambiente controlado.



As principais transformações da trajetória tecnológica na agricultura tiveram início há cerca de 200 anos. Entretanto, somente em meados do século passado essas transformações puderam, de fato, alterar significativamente a produtividade agrícola.<sup>11</sup> Em termos gerais, até 1900, a produção agrícola empregava técnicas de cultivo manual e rudimentares. Em 1920, técnicas mais refinadas foram introduzidas. Por volta da década de 1940, as indústrias de produtos químicos e de veículos automotivos beneficiaram-se dos avanços científicos e tecnológicos originados por um aglomerado de inovações relacionadas ao motor a combustão interna, ou mesmo devidas ao crescimento da indústria petroquímica (uma substituição da matriz energética dos produtos químicos orgânicos, cuja matéria-prima era o carvão, pelos baseados em petróleo e gás natural).

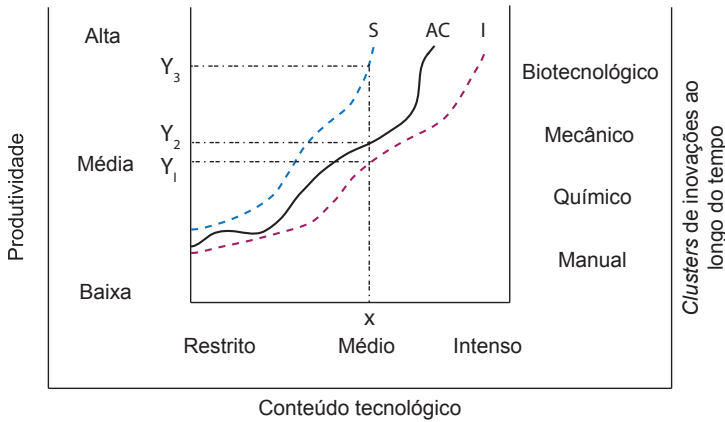
Por volta da década de 1950, destacou-se a emergência da indústria farmacêutica como um setor importante e diferenciado da indústria química, apoiada por um relativo desenvolvimento dos conhecimentos de base. Em seguida, foram estabelecidas as condições para o surgimento da biotecnologia que, na área agrícola, propiciou o uso de sementes híbridas e melhoradas. O crescimento da moderna indústria de biotecnologia iniciou-se nos anos 1970, com o desenvolvimento da biologia molecular, e se firmou em meados da década de 1990, com a manipulação genética de plantas e organismos vivos.

A figura 2.8 ilustra essa trajetória tecnológica, com as suas consequências para o desenvolvimento agrícola. O eixo vertical à esquerda indica o aumento da produtividade, que pode ser baixa, média ou alta. O eixo horizontal representa o conteúdo tecnológico como uma medida de modernização da agricultura. O conteúdo varia de tecnologia restrita (agricultura tradicional) para uso intenso de tecnologia (produção moderna). A linha preta e contínua (*AC*) identifica a trajetória segundo a capacidade de absorção. A linha azul tracejada (*S*) é o limite superior da capacidade de absorção, enquanto a linha vermelha tracejada (*I*) determina o limite inferior. Finalmente, os principais grupos de inovações tecnológicas na agricultura, como as revoluções químicas, mecânicas e biotecnológicas, estão localizados no eixo vertical à direita.

---

11. Ver Johnson (2000) e Mowery e Rosenberg (2005).

FIGURA 2.8  
A trajetória tecnológica expandida da agricultura



Fonte: Vieira Filho (2012, p. 6).

A representação esquemática mostra que o crescimento agrícola baseou-se nos principais *clusters* de inovações tecnológicas ao longo dos últimos 60 anos. Para um dado conteúdo tecnológico ( $x$ ), é possível alcançar diferentes níveis de produtividade, que variam entre  $Y_1$  e  $Y_3$ . Embora o conteúdo tecnológico seja idêntico, o estoque de conhecimento de cada produtor é decisivo no desempenho produtivo final. Quanto mais próxima a produtividade for de  $Y_3$ , maior será o estoque de conhecimento. Se a produtividade for baixa (ou perto de  $Y_1$ ), o produtor terá capacidade limitada de absorção e reduzido estoque de conhecimento.

O investimento produtivo tem duas funções importantes. A primeira aumenta o nível de conteúdo tecnológico, conseqüentemente, a expansão do segmento representando diferentes níveis de produtividade. A segunda é o desenvolvimento da capacidade de absorção e uso do conhecimento externo. Ao expandir conteúdo tecnológico e capacidade de absorção por meio do aumento do investimento, o agricultor tem uma maior probabilidade de alcançar maior produtividade. Esse processo desloca a curva de capacidade de absorção (AC) para cima e para a esquerda.

O produtor deve adaptar o conteúdo tecnológico em uma combinação mínima adequada de insumos. A revolução tecnológica isolada do processo de aprendizado não garante o aumento da produção nem o uso eficiente do conteúdo tecnológico. A moderna agricultura, ao longo desta trajetória, incorporou as inovações químicas, potencializando o uso das inovações mecânicas. As inovações biotecnológicas, por sua vez, podem condicionar as trajetórias químicas e mecânicas. Assim, a bioquímica, a biologia molecular e a genética constituem áreas do conhecimento fundamentais ao fomento da moderna agricultura.

### INOVAÇÃO TÉCNICA E INSTITUCIONAL INDUZIDA: UM MODELO PADRÃO

A organização da produção agrícola aproxima-se da visão de Alchian e Demsetz (1972), em que a firma é analisada como um nexo de contratos, ou seja, uma relação de aquisição de insumos modernos e de prestação de serviços via contratos. A relação contratual entre as partes é renovada diante do retrospecto de retorno produtivo e do vencimento do prazo estipulado. A atividade econômica não se resume à transformação tecnológica de insumos em produto, pois existem custos de transação que são, segundo Coase (1937; 1990), o custo necessário que a firma tem para se utilizar o mercado e colocar o sistema econômico em funcionamento. As instituições são restrições (normas) que estruturam a interação social, econômica e política, que também definem os mecanismos responsáveis pela execução das regras formais e informais (North, 1992).

A pesquisa no setor agrícola é considerada um bem público, que é dotado de atributos de não rivalidade e não exclusividade (Olson, 1971; Ruttan, 2001). O primeiro atributo implica que o bem, uma vez ofertado, é distribuído a todos os interessados. O segundo refere-se à impossibilidade para produtores privados de se apropriar dos ganhos advindos do desenvolvimento deste novo conhecimento, ou seja, é complicado excluir este bem do agente que não paga por sua utilização. Os arranjos institucionais garantem, portanto, que o resultado da pesquisa básica seja disponibilizado no mercado.

Conclui-se que, em toda a discussão aqui realizada, quando se analisam as questões dinâmicas do processo de inovação, as hipóteses neoclássicas dos modelos de crescimento em que há uma função de produção predefinida para todos os países são rejeitadas, independentemente da dotação de fatores, tais como capital humano, recursos naturais e infraestrutura institucional (Nelson e Winter, 1982; Ruttan, 2001). As diferenças em níveis de produtividade e de taxas de crescimento não podem ser simplesmente explicadas pela transferência de capital e de tecnologia. Existem assimetrias nas dotações de fatores entre firmas e países, as quais alteram as decisões de produção, que podem definir dependência de caminho no desenvolvimento de certas tecnologias.

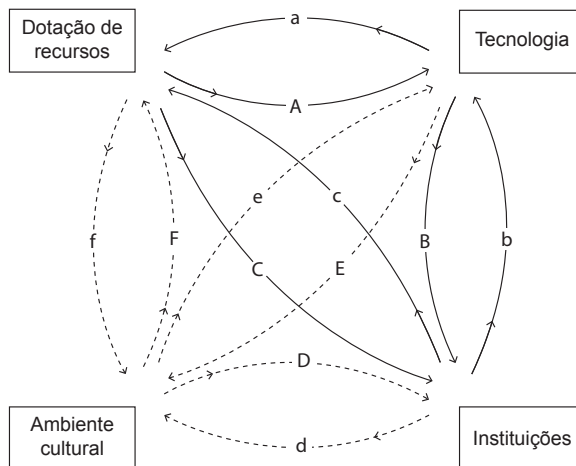
É importante destacar a ênfase em relação aos microfundamentos. A limitação da versão teórica do modelo de inovação induzida é que o formato da curva de possibilidade de inovação é independente do viés no caminho da mudança técnica. Além disso, há a recuperação em tratar a mudança tecnológica como uma variação exógena. A maior restrição da versão microeconômica é tratar seus mecanismos internos, tais como aprendizado, busca, formalização dos processos de P&D, inseridos em uma caixa preta. As transformações são dirigidas por forças externas à formulação teórica.

O ponto forte da abordagem evolucionária está justamente na construção de um enfoque comportamental para explicar as decisões das firmas. Todavia, a corrente evolucionária não se tornou em uma fonte de estudos empíricos. Os resultados das simulações definem uma proliferação enorme de fatos estilizados, o que dificulta a realização de testes empíricos para a maioria das situações.

A mudança tecnológica é cada vez mais gerada por transformações institucionais. Alterações na dotação de recursos, no ambiente cultural e na tecnologia são importantes fontes de mudança institucional. É relevante salientar que atenção especial deve ser dada ao processo de inovação institucional. A construção institucional é parte endógena desse processo. Ruttan (2001) procura examinar os elementos de um modelo mais geral de mudança técnica e institucional, que já haviam sido apresentados em Hayami e Ruttan (1985).

A figura 2.9 apresenta os elementos que mapeiam as inter-relações da dotação de recursos, do ambiente cultural, da tecnologia e das instituições. Essa representação vai além do modelo de equilíbrio geral convencional, no qual esses elementos são dados. Essa visualização esquemática permite identificar áreas de relativa ignorância. Enquanto a relação entre dotação de recursos e tecnologia é mais factível de ser testada, a capacidade de modelar as interações entre o ambiente cultural, a tecnologia e as mudanças institucionais são mais fracas.

FIGURA 2.9  
Inter-relações da dotação de recursos, do ambiente cultural, da tecnologia e das instituições



Para contextualizar o modelo ao caso brasileiro, procura-se ater ao exemplo da modernização agrícola que aconteceu após a década de 1970, que será discutida ao longo dos demais capítulos. Naquela época, havia um problema claro de desabastecimento, que comprometia o uso da dotação dos recursos, mas que estimulava as transformações institucionais (linha *C*). Em resposta, a criação da Embrapa em 1973 foi uma clara inovação institucional induzida, que implicou a criação de estratégias que aumentassem a geração de conhecimento e tecnologia (linha *b*). O desenvolvimento da técnica de correção do solo foi, por exemplo, uma mudança tecnológica capaz de expandir a área agricultável (podendo ser representada pela linha *a*, notadamente pela incorporação do Cerrado na produção). Com o preço elevado da terra na região Sul do país, vários produtores mudaram-se para a nova fronteira agrícola – o Centro-Oeste, tendo implantado a cultura empresarial dos imigrantes nos novos empreendimentos agrícolas e nas instituições locais (movimento que pode ser representado pelo impacto da linha *f* e *D*).

É fácil perceber que o modelo de inovação institucional induzida é mais complexo do que uma análise de equilíbrio. O debate teórico nesse capítulo procurou interpretar a mudança tecnológica na agricultura. O instrumental tradicional que entende a tecnologia agrícola como uma esteira que barra o crescimento dos agentes produtivos não é adequado. Um enfoque mais geral que incorpore elementos da inovação induzida, da teoria evolucionária, da dependência de caminho e das trajetórias tecnológicas seria mais ajustado à compreensão da dinâmica do setor agrícola.

### DESAFIOS TEÓRICOS E PROBLEMA DE PESQUISA

O enfoque teórico abordado procurou explicar o porquê de uma tecnologia não ser lucrativa. As explicações normalmente ocorrem por modelos matemáticos. Há somente uma variável que explique o estoque de capital – a lucratividade. A hipótese implícita por detrás dessa modelagem compreende a tecnologia como um produto homogêneo e padronizado, com características observáveis por todos os participantes do mercado. Entretanto, existem os casos em que a tecnologia é lucrativa e mesmo assim a adoção fica restrita entre os potenciais agentes.

No que tange à agricultura brasileira, mesmo com o desenvolvimento avançado de técnicas e conhecimentos aplicados ao clima tropical, tem-se ainda uma elevada concentração produtiva e, simultaneamente, a convivência de uma agricultura tradicional com outra moderna. Como será discutido ao longo do livro, menos de 1% dos estabelecimentos agropecuários (os mais ricos) foi responsável por metade da produção. No outro extremo, 90% dos estabelecimentos (mais pobres) participaram com aproximadamente 15% da produção. Portanto, a teoria não explica como a grande maioria, mesmo em um ambiente favorável à adoção tecnológica, sobreviveu e permaneceu no cenário produtivo com o uso de tecnologias tradicionais.

A informação contida em uma tecnologia é assimilada de forma assimétrica entre os agentes. Assim, as decisões de compra e venda de pacotes tecnológicos baseiam-se no ambiente conhecido por indivíduo. Ou seja, quanto maior o grau de acesso aos mercados e mais organizado for o produtor, melhor é a capacidade de negociar custos na compra de insumos ou de determinar preços finais que remunerem o capital investido. O problema de assimetria de informações origina-se por imperfeições de mercado, que existem no crédito, na extensão rural, na educação e na reforma agrária e que são em grande medida potencializadas pelo governo pela adoção de programas e políticas públicas que, em vez de oferecer soluções, criam viés de autoseleção e seleção adversa.

A decisão em investir em um programa social parte do pressuposto de que a intervenção terá impacto positivo sobre um conjunto de resultados de interesse, que possa beneficiar parcela da sociedade. Na prática, será que as políticas públicas e a legislação vigente para a agricultura atingem os objetivos desenhados? O impacto de qualquer intervenção depende não apenas da transformação potencial, mas também se associa às condições iniciais de implementação do programa ou da política pública. O governo escolhe um grupo de tratamento que receberá a intervenção. Se a escolha do grupo for influenciada por variáveis não observadas, os grupos de tratamento e controle serão sistematicamente distintos, independentemente de serem contemplados pelo programa. Nesse caso, há claro viés de seleção e o grupo de tratamento é potencialmente correlacionado com o componente não observável. Mesmo com um impacto potencial favorável, uma política pública pode ser avaliada pelo seu impacto real. Para avaliação adequada da política, seria ideal garantir que a participação no programa se dê de forma aleatória. Porém, o frequente descompasso entre o potencial e o efetivo resultado do programa pode distorcer ou mesmo ampliar as falhas de mercado.

Considere, a título de ilustração, as seguintes políticas agrícolas: *i*) Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf); *ii*) reforma agrária; *iii*) educação; e *iv*) o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). O Pronaf está voltado a estimular a geração de renda na agricultura familiar por meio do financiamento de capital e de atividades e serviços rurais. De acordo com a legislação (Lei nº 11.326, de 24/7/2006), os critérios que definem o grupo de tratamento levam em consideração a área ou tamanho da propriedade, a obtenção de renda oriunda da atividade agropecuária na sua maior parcela, bem como a limitação de contratação de mão de obra que não ultrapasse a familiar. Fica claro, então, que, para aceder ao crédito, a legislação impõe viés de seleção. Se o agente não pode expandir sua área de produção, elevar sua renda via diversificação dos negócios e contratar pessoal, o objetivo da intervenção de reduzir a pobreza e gerar renda não é alcançado. Tem-se apenas a perpetuação de extrema pobreza no campo.

No caso da estrutura fundiária (Lei nº 4.504, de 30/11/1964), a reforma agrária é o conjunto de medidas que visa promover melhor a distribuição da terra, mediante modificações no regime de sua posse ou uso, a fim de atender aos princípios de justiça social e ao aumento da produtividade. A concepção da legislação compreende de forma equivocada o que de fato gera ganhos de produtividade. Não é a distribuição de terra que aumentará a produtividade, mas, sim, o uso de tecnologia, o qual depende da capacidade de absorção de novos conhecimentos dos assentados. Normalmente, os assentamentos são desprovidos de infraestrutura básica de educação e de extensão rural, os níveis de escolaridade são baixos e não há sequer condições mínimas de sobrevivência, tais como energia elétrica, saneamento básico, acesso e mobilidade. O programa redistribui terra sem de fato transformar o ambiente, pois se molda em princípios que não se aplicam à realidade produtiva. Embora o fator terra seja importante, o acesso ao conhecimento é a variável decisiva no crescimento da produtividade. Esse aspecto não é focado na regulamentação, já que a legislação é atrasada e cria preconceito no entendimento da matéria.

Quanto à educação, pode-se afirmar que as melhores escolas se encontram nos centros urbanos e nas regiões brasileiras mais desenvolvidas. Em geral, o meio rural carece de infraestrutura educacional, seja no quadro de bons professores, seja na parte física das instalações. Nesse sentido, para o acesso a uma educação de qualidade, os produtores rurais precisam encaminhar seus filhos a estudarem nos centros urbanos. Todavia, as principais políticas de fomento à atividade agropecuária dos pequenos produtores partem do pressuposto de que a mão de obra empregada deva ser familiar. Como participar do grupo de tratamento e ao mesmo tempo priorizar educação? É preciso dotar o espaço rural de boa infraestrutura educacional, no intuito de estimular o desenvolvimento de forma endógena e autônoma. As políticas públicas não pensam nessa lógica, mas, ao contrário, estimulam cada vez mais a polarização do espaço rural e urbano.

Por fim, o PAA (criado pelo Artigo 19 da Lei nº 10.696, de 2/7/2003),<sup>12</sup> que estava inserido no âmbito do Programa Fome Zero, tem por finalidade promover o acesso à alimentação de pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional, bem como incentivar a agricultura familiar. O programa destina-se a comprar, com dispensa de licitação, alimentos produzidos por agricultores familiares, sendo estes produtos distribuídos nas redes assistenciais e de ensino público. Acontece que o preço pago pelo governo aos produtos que se enquadram no programa é baixo. Assim sendo, os produtores mais eficientes preferem acessar o mercado diretamente a ser provido pela intervenção. Então, restam apenas os produtores menos eficientes a ofertarem produtos com qualidades inferiores. Ao final, a política seleciona produtos em uma

---

12. Esta foi alterada pela Lei nº 12.512, de 14/10/2011, e regulamentada por diversos decretos.

cesta subótima e não rompe a armadilha da pobreza dos indivíduos tratados, já que o preço recebido não remunera adequadamente os fatores produtivos.

Os exemplos ilustrativos de políticas públicas voltadas ao fomento da produção agropecuária no Brasil mostram a necessidade de novas abordagens teóricas que possam compreender a realidade da profunda desigualdade produtiva. Muitas das imperfeições de mercado são introduzidas pelo próprio governo e constituem-se em verdadeiras falhas de governo. Com o passar do tempo, a crise fiscal vivenciada pelo Estado sempre foi recorrente. O Brasil tem um governo que não cabe na sua produção. Qualquer intervenção deve ser muito bem planejada, a pena de se potencializar distorções de mercado que sejam prejudiciais ao bem-estar social.



## PERSPECTIVA HISTÓRICA DA AGRICULTURA BRASILEIRA

Apesar de sua dimensão continental e sua história econômica baseada em explorações primárias, o Brasil era um país importador líquido de alimentos até os anos 1980. No entanto, ao longo dos últimos cinquenta anos, o uso intensivo de ciência e tecnologia resultou em ganhos acentuados de produtividade. Mesmo que os avanços tecnológicos tenham desempenhado um papel importante na produção, a revolução verde não pode ser entendida apenas como um processo de transferência de tecnologia. A inovação induzida apoiada nas transformações locais e nas mudanças institucionais foi essencial para o Brasil se tornar um dos maiores exportadores de alimentos do mundo. Contudo, o sucesso recente da agricultura brasileira não foi suficiente para desenvolver todas as regiões e diminuir as desigualdades produtivas.

Este capítulo mostra a coevolução do crescimento da agricultura brasileira com a heterogeneidade estrutural e dualidades. Além disso, apesar do elevado aumento na produção, alguns desafios ainda persistem. Na primeira seção, os principais fatos que transformaram a agricultura brasileira serão apresentados, especificando três períodos de tempo distintos. O primeiro período é anterior à década de 1970, o segundo é considerado um momento de transição e o terceiro observa-se a partir dos anos 1990 até o presente. Cada um desses períodos dá uma dimensão da evolução da agricultura. Na segunda seção, o impacto da tecnologia na economia de recursos escassos e na redução dos preços dos alimentos será analisado. A terceira seção abrangerá as desigualdades regionais e produtivas, bem como a falta de capacidade de absorção de tecnologias no Nordeste e no Norte. Os processos de difusão tecnológica e de aprendizagem são problemáticos nessas regiões se comparados ao resto do país. A fim de projetar melhores políticas públicas, é importante reconhecer e estudar essas diferenças regionais.

### MUDANÇA REPENTINA E CRESCIMENTO AGRÍCOLA NO BRASIL<sup>1</sup>

A agricultura brasileira é um bom estudo de caso para compreender que a revolução verde não funcionaria de forma separada das transformações locais. O Brasil foi um

---

1. Este capítulo foi adaptado do texto apresentado por Vieira Filho (2014b), que fez parte de uma extensa coletânea de estudos sobre a agricultura brasileira com a participação de diversos pesquisadores das mais variadas instituições de pesquisa do Brasil. A obra intitulada "O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola" foi organizada por Antônio Márcio Buainain, Eliseu Alves, José Maria da Silveira e Zander Navarro (Buainain *et al.*, 2014).

dos poucos países em desenvolvimento que incorporou o conhecimento externo, oriundo de centros internacionais de pesquisa, para adaptação às condições tropicais. De importador líquido de alimentos para autossuficiente nos mercados interno e externo, mudanças institucionais foram essenciais para promover processos de P&D voltados à compreensão da agricultura tropical. Tecnologias criadas pelos países desenvolvidos não poderiam ser facilmente adaptadas ao ambiente brasileiro. Nos últimos cinquenta anos, a produção agrícola mudou enormemente. Durante os anos 1960, havia menos diversidade produtiva (agrícola e pecuária), bem como elevado risco de desabastecimento interno. Desde os anos 1990, a produção mundial apresentou uma dinâmica estável, mas a agricultura brasileira experimentou uma enorme expansão em seus indicadores econômicos.

O modelo brasileiro de crescimento agrícola segue um tipo de trajetória tecnológica expandida, como indicado no capítulo 2. De acordo com Vieira Filho (2009; 2012), essa trajetória é uma combinação de insumos tecnológicos, de *clusters* de inovação em diferentes setores econômicos e também da capacidade de absorção dos agricultores em reconhecer, assimilar e utilizar os novos conhecimentos. A mudança institucional nesse modelo funciona como um catalisador no processo de inovação, aumentando a capacidade de absorção dos agricultores. Como observado por Esposti (2002), a pesquisa pública na agricultura pode influenciar a capacidade de adotar uma nova tecnologia, ou, em outras palavras, pode aumentar a capacidade de absorção das unidades de exploração agrícola. Cohen e Levinthal (1989) sugerem que o processo de P&D não só gera novas informações, como também aumenta a capacidade da firma para explorar a informação existente.

Em contexto semelhante, Evenson e Kislev (1973) apontaram que a transferência internacional de tecnologia agrícola depende, em parte, dos próprios esforços de investigação dos destinatários (ou receptores do conhecimento). Quando a lacuna entre o conhecimento teórico e aplicado se reduz, o aumento da produtividade se associa mais à seleção local, à adaptação técnica e às melhorias marginais na tecnologia do que aos avanços resultantes do desenvolvimento da pesquisa internacional. Estimativas econômicas indicam que a pesquisa contribui substancialmente com os ganhos de produtividade. A disseminação do conhecimento mostrou-se mais rápida em países que possuíam ambientes institucionais que fossem capazes de estimular a pesquisa colaborativa em comparação aos países que não os detinham.

Não é fácil descrever a evolução do desenvolvimento agrícola brasileiro, mas a organização de alguns fatos históricos importantes ajuda na construção de uma imagem completa. Além disso, as inovações institucionais induzidas foram estabelecidas como um processo temporal. Em relação à trajetória tecnológica, a moderna agricultura é capaz de usar as inovações químicas para aumentar a produtividade da terra e, ao mesmo tempo, intensificar o uso de inovações

mecânicas, que possam melhorar a produtividade do trabalho. A biotecnologia, como as variedades geneticamente modificadas, governa as trajetórias das inovações químicas e mecânicas. A engenharia genética funciona em ambientes multidisciplinares e pode alterar trajetórias tecnológicas em um espaço mais amplo.

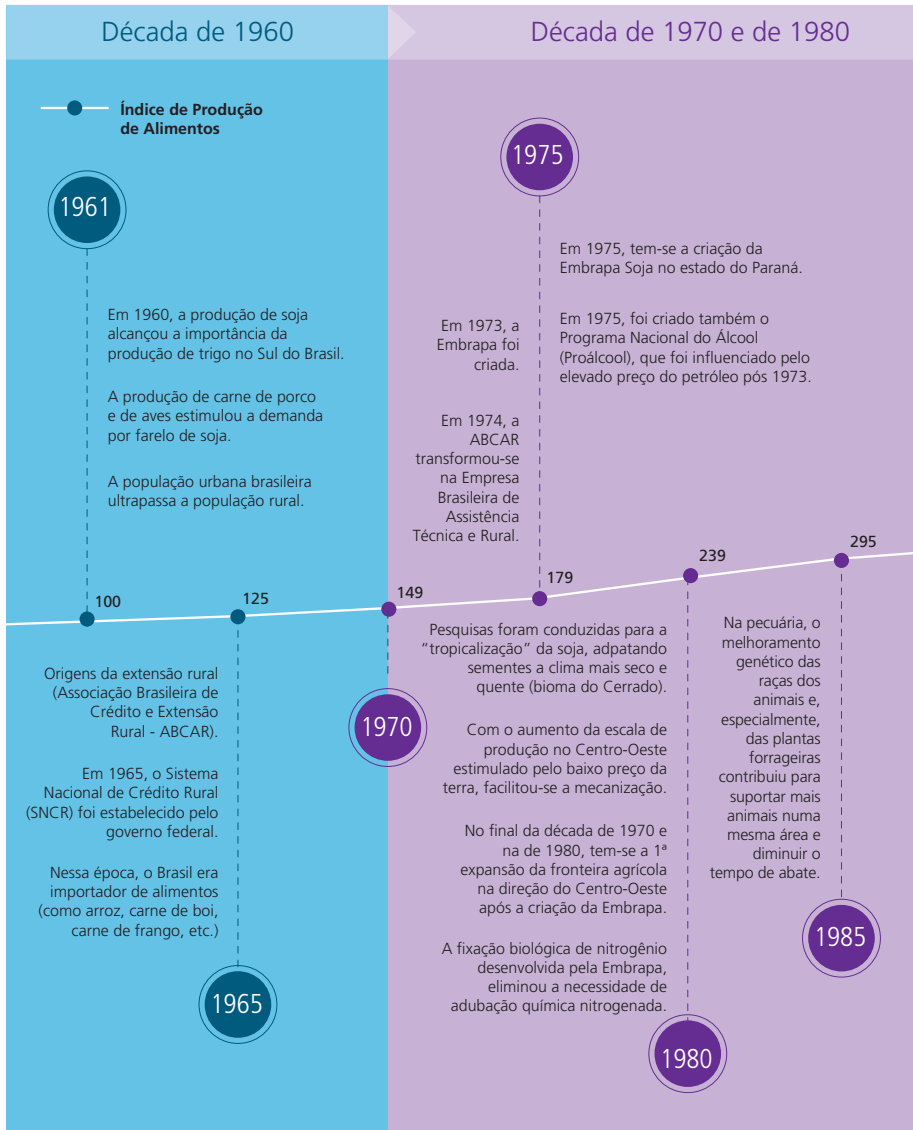
A mudança técnica, na maioria dos casos na agricultura, é introduzida pelo setor fornecedor. Entretanto, a adoção de uma nova técnica e a difusão de uma nova tecnologia variam de acordo com processo de aprendizagem dos usuários. A correspondência entre os dois setores (provedor e receptor da tecnologia) cria descontinuidades tecnológicas. Quanto maior o ganho de produtividade no setor receptor, maior a chance de melhorar as oportunidades tecnológicas no setor fornecedor. Chiaromonte e Dosi (1992) apresentaram uma situação análoga de um modelo de dois setores, que descreve perfeitamente a cadeia produtiva agrícola como uma relação entre setores primários e de manufatura industrial.

A indústria a montante apresenta trajetórias tecnológicas bem-definidas e os seus produtos podem ser insumos (ou inovações radicais) no setor agrícola. Por um lado, o segmento fornecedor oferece um pacote tecnológico que traz novos conhecimentos e esperança de melhores rendimentos. Por outro lado, a capacidade das unidades de exploração agrícola em combinar diferentes insumos tecnológicos contribui para o aumento da produtividade agrícola. O *learning by doing* fornece um *feedback* sobre o retorno tecnológico às indústrias fornecedoras. A inovação no setor agrícola é um processo dependente do tempo de interações entre diferentes prismas industriais. A análise de *filière* é útil para descrever a inovação nesse setor.

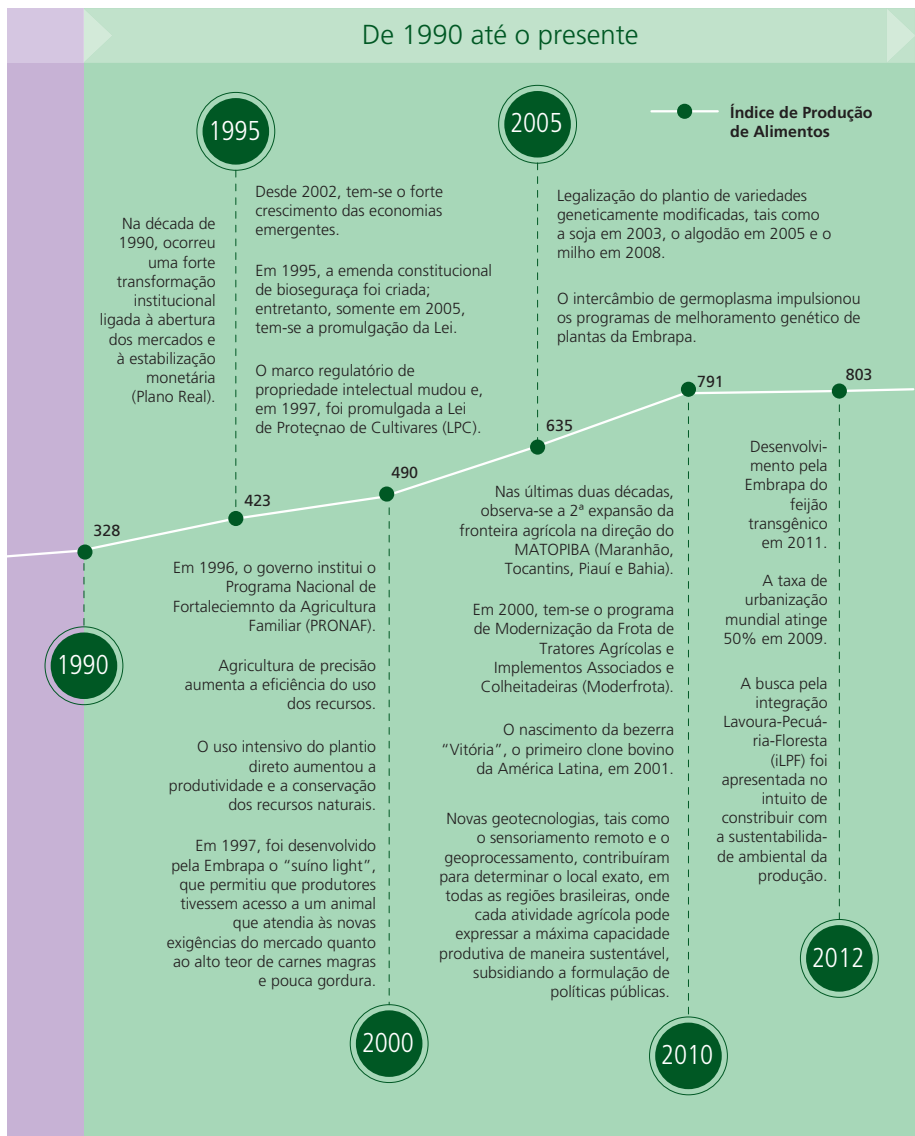
Quanto às questões temporais e à interação multissetorial do processo de inovação, a figura 3.1 ilustra os eventos históricos que transformaram a agricultura brasileira ao longo do último meio século. Seguindo a especificação de três períodos, procura-se analisar o crescimento da produção de alimentos no Brasil em corte transversal por eventos históricos. O primeiro período inclui a década de 1960, o segundo representa as duas décadas seguintes e o terceiro período se dá a partir de 1990 até agora. De 1961 a 2012, o índice de produção de alimentos aumentou mais de oito vezes, enquanto, durante o mesmo período, o tamanho da população brasileira cresceu em torno de 2,5 vezes. Em 1961, a população brasileira estava em cerca de 75 milhões de pessoas. Mais recentemente, com o último censo demográfico, a população foi estimada em pouco mais de 200 milhões de habitantes. Isso significa que o Brasil aumentou a sua produção agrícola *per capita*. Esse desempenho, consequentemente, ajudou a melhorar a segurança alimentar doméstica e a impulsionar o comércio exterior nas últimas décadas.

FIGURA 3.1

**Linha do tempo dos principais fatos que transformaram a agricultura brasileira e que aumentaram a produção de alimentos ao longo do último meio século**



Fonte: World Bank (2016).



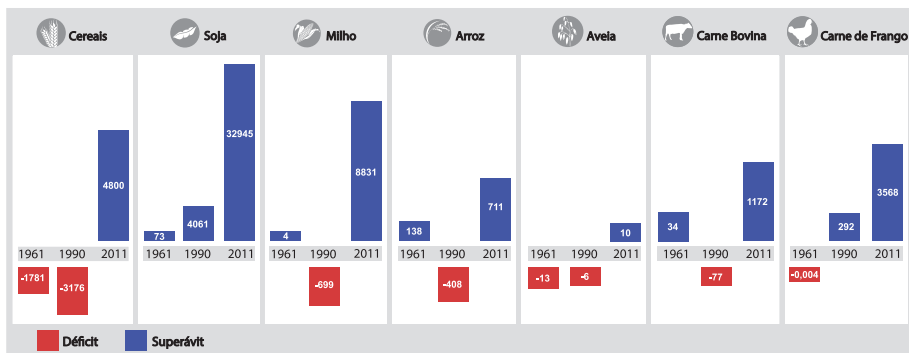
## DÉCADA DE 1960 – UM PROBLEMA A SOLUCIONAR

Durante os anos 1960, a produção de soja atingiu a importância relativa da produção de trigo no Sul do Brasil. Em paralelo, as produções de carne de porco e de aves ampliaram a demanda por farelo de soja, importante fonte de proteína vegetal na alimentação animal. Entre 1964 e 1965, a população urbana brasileira ultrapassou a quantidade de pessoas que viviam em áreas rurais. Essa mudança demográfica empurrou para cima a demanda por alimentos, que expandiu o consumo de grãos. No final desse período, o Brasil experimentou um forte crescimento econômico, que foi chamado de *milagre econômico*.<sup>2</sup> Mesmo assim, o Brasil ainda era importador líquido de alimentos. Houve um cenário pessimista na produção de alimentos tanto do lado da oferta (baixa produtividade e escassez de alimentos) quanto do lado da demanda (crescimento rápido), o que chamou a atenção das autoridades públicas, tornando-se uma vigília socioeconômica para o próximo par de décadas.

Em uma ampla comparação entre três momentos (1961, 1990 e 2011), o comércio exterior medido por produtos agrícolas em quantidades ilustra o desempenho econômico no passado e no presente. No início, quando a produção não era negativa (em mil toneladas), o superávit comercial observado era bem reduzido. Em 2011, o excedente agrícola tornou-se mais elevado do que nos anos anteriores, principalmente nas produções de cereais, de grãos e de carnes (ver figura 3.2). Essa transformação esteve relacionada a vários fatores correlatos que representaram uma forte mudança institucional no tempo.

FIGURA 3.2

**Balança comercial brasileira por produtos selecionados ao longo do tempo**  
(Mil toneladas)



Fonte: Faostat (2015).

2. Considerada a "idade de ouro" do desenvolvimento econômico brasileiro, de 1968 a 1973, a economia observou um crescimento impressionante de cerca de dois dígitos, com baixa taxa de inflação. Contudo, houve aumento da concentração de riqueza. Este fato foi explicado por Antônio Delfim Netto, o ministro da Economia à época, que, para aumentar o PIB *per capita* e reduzir as desigualdades, a economia deveria crescer primeiro para em seguida redistribuir renda. O capítulo 5 aprofundará a relação do setor agrícola e o resto da economia, debatendo a relação econômica e política ao longo do tempo.



DA EXTENSÃO AO PROJETO DE TRANSFORMAR A PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA – De 1955 a 1973, Eliseu Roberto de Andrade Alves, engenheiro agrônomo formado na Universidade Federal de Viçosa (UFV) no ano de 1954, contribuiu para consolidar o serviço de extensão rural, atuando na antiga ACAR de Minas Gerais, modelo a ser seguido pelo resto do país até então. Na segunda metade da década de 1960, foi estudar economia na Universidade de Purdue, nos Estados Unidos, quando orientado pelo Professor George Edward Schuh, que tinha forte influência da escola de modernização agrícola, cujos expoentes estavam associados aos trabalhos de Theodore W. Schultz e de Arthur Lewis, ambos laureados com o Nobel de economia no ano de 1979. Particularmente na agricultura, a contribuição de Schultz estava voltada à análise do papel do investimento em capital humano para o desenvolvimento econômico, enquanto Lewis desenvolveu modelos econômicos que explicavam as causas da pobreza nos países em desenvolvimento, bem como os fatores que determinavam o ritmo insatisfatório de crescimento. É evidente que a base para o projeto de reestruturar a pesquisa agrícola nacional se pavimentou nessa época com a influência direta desses autores.

Fonte: Embrapa, registro histórico.

No início, a Associação Brasileira de Crédito e Assistência Rural (ABCAR) havia se consolidado e serviu como o embrião de serviços de extensão rural no Brasil. As Associações Estaduais de Crédito e Assistência Rural (ACAR) faziam parte de um sistema descentralizado, que foi responsável pelo fornecimento do crédito por meio de alguns tipos de assistência técnica, pelo muito restrito e não generalizado, como mostrado por Peixoto (2009). Em 1965, no intuito de planejar o futuro, o governo federal criou o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) e começou uma série de políticas para mudar o prognóstico dramático de instabilidade no abastecimento alimentar nacional. A primeira iniciativa foi a expansão do crédito,

que persistiu até a segunda crise do petróleo no final dos anos 1970. Depois de um longo declínio na oferta de crédito durante os anos 80,<sup>3</sup> o financiamento elevou-se novamente, atingindo o pico em meados dos anos 1990, mas em um contexto diferente quando comparado ao início. Este segundo momento de expansão do crédito foi orientado para o mercado com políticas públicas de formação de capital e serviços prestados de extensão rural pelo setor privado.

### **DE 1970 ATÉ FINAL DA DÉCADA DE 1980 – AGRICULTURA COMO UM SETOR BASEADO NO CONHECIMENTO E NA CIÊNCIA**

Na década de 1970, os agentes políticos estavam cientes do problema de produção e decidiram investir em serviços de pesquisa e extensão rural. A Embrapa foi criada em 1973. A missão da Embrapa foi a de fornecer soluções para pesquisa, desenvolvimento e inovação na agricultura, a fim de evitar iminente crise de desabastecimento alimentar. Um ano mais tarde, gerida pelo Ministério da Agricultura, a ABCAR tornou-se a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater). Assim, a ATER, em cada estado, firmou-se como a Empresa Estadual de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater). A Embrater foi responsável pela criação de estratégias nacionais (de cima para baixo, bem como universais) e para o financiamento de desenhos de políticas no nível estadual. O objetivo principal foi o de oferecer serviços essenciais de extensão rural aos produtores mais necessitados.

Enquanto a Embrapa se apresentou como o núcleo de inovação e mudança técnica, a Embrater foi o lubrificante no processo de difusão entre o conhecimento aplicado gerado pela Embrapa e as unidades de produção agrícola. Note-se que, até esse momento, a Embrapa não era a única instituição promotora do conhecimento e do desenvolvimento tecnológico no Brasil,<sup>4</sup> mas sua criação foi muito importante para centralizar a estratégia nacional da pesquisa agrícola. Mesmo assim, a pesquisa aplicada necessitava de certa descentralização e, em 1975, um ramo da Embrapa especializada na cultura da soja foi criado no estado do Paraná. O sucesso da Embrapa não teria sido alcançado se as explorações agrícolas em todo o país não tivessem absorvido o novo conhecimento para aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção.

3. Esse período é chamado de “década perdida”, já que o crescimento econômico foi fraco com níveis elevados de inflação.

4. Como mencionado por Vieira Filho e Vieira (2013), várias instituições foram importantes na consolidação do conhecimento agropecuário anterior à criação da Embrapa: tais como Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em 1887; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), em 1901; Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), em 1908; Universidade Federal de Viçosa (UFV), em 1926; Instituto Biológico (IB), em 1927; Instituto Agronômico de Minas Gerais, em 1930; criação da primeira empresa de sementes no Brasil (Agrocerec), em 1938; criação do Serviço Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), em 1940; Instituto de Economia Agrícola (IEA), em 1942; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em 1951; surgimento da pós-graduação em Economia Agrícola da UFV, em 1961; criação da Fundação de Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), em 1962, e o início do curso de pós-graduação da Esalq no mesmo ano; Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), em 1963; e, finalmente, a criação da Associação Brasileira dos Produtores de Sementes (Abrasem), em 1971.



Durante esse período, enfrentou-se o primeiro choque do petróleo, que elevou significativamente os preços e os custos produtivos. O preço relativo do petróleo e do álcool<sup>5</sup> alterou-se, mudando o custo de oportunidade de investimento na produção de biocombustível, que ficou mais atraente. Apesar do aumento dos custos, a economia brasileira continuou a crescer, devido ao crédito barato ofertado pelo mercado internacional. O crescimento econômico não era tão intenso como tinha sido no passado, mas ainda se mostrava positivo. Em 1975, o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) foi criado. Buscava-se substituir a gasolina (combustível fóssil) por álcool, reduzindo a dependência do petróleo e o déficit comercial. Esse foi um caso de inovação induzida impulsionada por mudanças institucionais. O modelo de desenvolvimento estabelecido na década de 1970 na agricultura brasileira baseou-se em quatro variáveis fundamentais: *i*) farto crédito rural; *ii*) elevado investimento em pesquisa agrícola; *iii*) serviços de extensão rural generalizados; e *iv*) terra barata e disponível.

A base desse modelo sofreu uma interrupção na segunda rodada de elevação dos preços do petróleo, em 1979. As importações brasileiras de petróleo representaram mais da metade do consumo nacional. No mundo, a consequência foi o aumento da taxa de juros americana e o fim do crédito internacional a baixo custo, o que desestabilizou a economia brasileira para a próxima década, particularmente em relação ao crédito rural e aos serviços de extensão agrícola, contribuindo para uma deterioração dos níveis inflacionários.<sup>6</sup>

De 1979 a 1993, a indústria automobilística brasileira produziu mais de 5 milhões de veículos movidos a álcool. A produção atingiu o pico em 1986, quando quase 70% das vendas totais foram de carros com motor a álcool. Entretanto, com a abertura econômica e a redução da presença do Estado na economia na década de 1990, o estímulo à produção caiu com a queda dos subsídios. Em 1995, as vendas haviam caído para números abaixo de 50 mil unidades, o que representava menos de 1% do total da frota vendida. A indústria sucroalcooleira seguiu a mesma trajetória de queda econômica. Da mesma forma, a produção de álcool diminuiu significativamente no final da década de 1990.

---

5. Álcool e etanol serão entendidos neste estudo como termos similares para designar o mesmo produto. Vale lembrar que, mais tarde, na década de 1990 em diante, com o advento da sustentabilidade, a nomenclatura do álcool combustível viria a mudar para “etanol”, denominação feita nas economias desenvolvidas. A nova nomenclatura fazia parte de uma estratégia de internacionalização do produto com características ambientalmente corretas.

6. A segunda metade da década de 1980 e o início da década de 1990 foram marcados pela inflação crônica. Diversos planos econômicos sucederam-se a fim de controlar os preços internos, mas nenhum deles conseguiu estabilizar os preços até a criação do Plano Real, em 1994. Esses planos foram o Cruzado 1 (fevereiro de 1986), Cruzado 2 (novembro de 1986), Bresser (1987), Verão (1989), Collor 1 (1990) e Collor 2 (1991). Com base em uma mistura de mecanismos heterodoxos e ortodoxos, a maioria deles usou instrumentos básicos, como controles de preços e salários, mudança de moeda (em alguns casos foram apenas cortes de zeros no lado direito) e aumento da taxa de juros quando a estabilização monetária falhava.

Por volta de 1980, o desenvolvimento do conhecimento agrícola e sua utilização eficaz por produtores locais foram responsáveis por espalhar ganhos de produtividade em toda a economia. A pesquisa detinha-se em três campos centrais: *i*) melhoria dos solos tropicais degradados; *ii*) melhoramento de plantas e engenharia genética; e *iii*) sistemas de manejo integrado.

No primeiro campo, a técnica de correção do solo ácido do *Cerrado*<sup>7</sup> ampliou a área agricultável. No segundo campo, o melhoramento genético no cultivo de soja adaptou a semente ao clima tropical, bem como encurtou o ciclo de vida da planta tradicional, permitindo duas colheitas ao ano. A fixação biológica de bactérias aumentou a produção com a redução do uso de fertilizantes, contribuindo para elevar a produtividade por hectare. O melhoramento genético das pastagens<sup>8</sup> favoreceu o alto rendimento da produção pecuária. Finalmente, no terceiro campo, variedades de sementes de alto rendimento resistentes às doenças foram desenvolvidas, reduzindo as perdas produtivas e os gastos com inseticidas. Consequentemente, o preço da terra caiu, o que ampliou a difusão da mecanização. Por isso, foi possível expandir a fronteira agrícola em direção ao Centro-Oeste no Cerrado e sustentar a produção brasileira de agricultura e pecuária em níveis internacionais de produtividade.

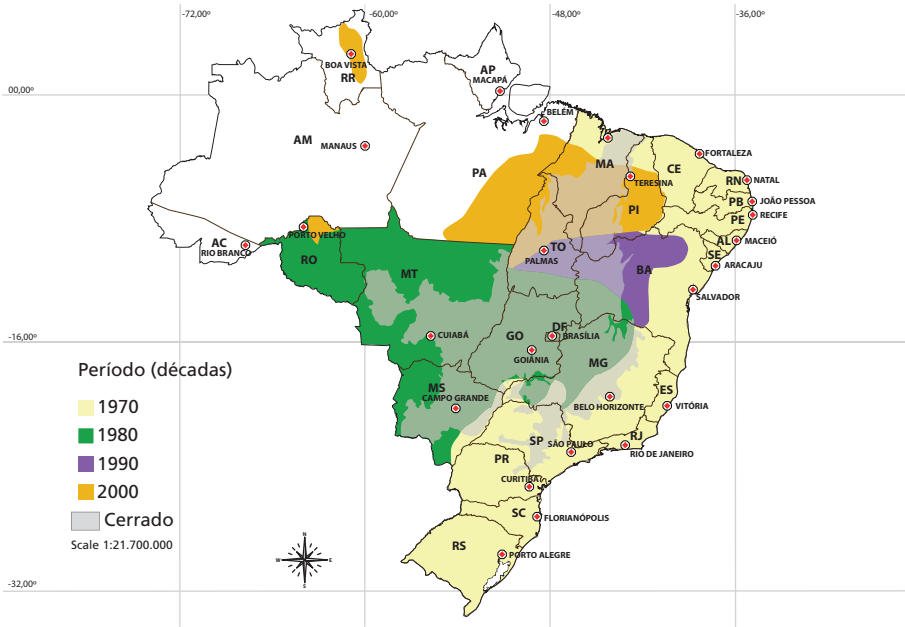
Como mostrado na figura 3.3, para melhor visualizar todas as transformações no espaço, observa-se a expansão da fronteira ao longo de vários períodos, mas com concentração no Cerrado, que cobre uma área de 204 milhões de hectares, quase 24% da superfície do Brasil (um tamanho de 34% superior ao Cinturão do Milho nos Estados Unidos, equivalente a cerca de 73% do território argentino ou mesmo 3,7 vezes a superfície da França). A produção agrícola espalhou-se do Sul para o Centro-Oeste e, mais recentemente, para o Nordeste. Antes de 1980, o solo era impróprio para a maioria das culturas e incompatível com a produção em grande escala. Na década de 1970, os estados pioneiros foram Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina e São Paulo. Na década seguinte, a produção cresceu para o Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e, por fim, para o Mato Grosso. Posteriormente, durante os anos 1990 e 2000, houve um impulso na fronteira agrícola em direção às regiões Norte e Nordeste, que ainda se apresentam em desenvolvimento.

---

7. É um bioma bastante semelhante às savanas africanas. Durante muito tempo, os agricultores brasileiros referiam-se a esta região como "*campos cerrados*" (ou terra fechada e inacessível), por causa da inadequada característica do solo (com alta acidez e teores de alumínio) para sustentar a produção agrícola. Como mencionado por Rezende (2002), os Estados Unidos e a Argentina ainda possuem as terras mais produtivas para as culturas de clima temperado (soja e milho, por exemplo). No entanto, como a terra é um recurso escasso nesses países e o potencial de crescimento é restrito, a expansão da fronteira agrícola em direção ao Cerrado o transformou em um dos terrenos marginais mais produtivos e atraentes em todo o mundo. De 1955 a 2014, o Cerrado incorporou mais de 40 milhões de hectares de um total inicial de apenas 200 mil hectares de terras aráveis. Após a criação da Embrapa, a expansão da fronteira agrícola ocorreu em duas ondas de crescimento, sendo a 1ª na década de 1980 na direção do Centro-Oeste e a 2ª na década de 1990 com o avanço no Cerrado nordestino.

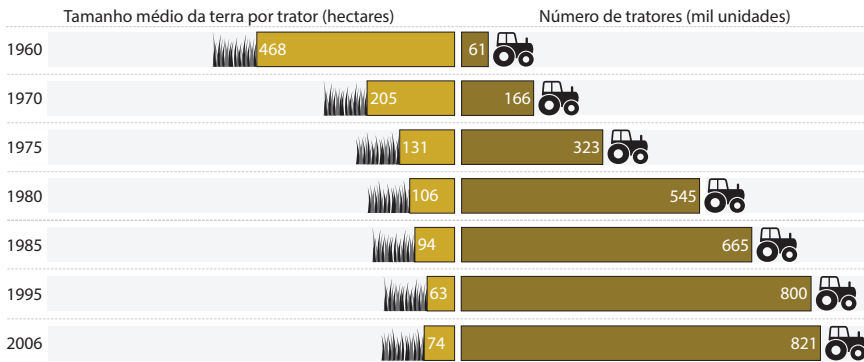
8. Foi o cruzamento entre uma espécie africana mais produtiva, denominada *Brachiaria*, com uma variedade nativa, resultado em um tamanho três vezes maior do que a planta africana.

FIGURA 3.3  
Expansão da fronteira agrícola no Brasil ao longo do tempo



Fonte: Ibama (2015) e Vieira Filho (2016).

FIGURA 3.4  
Mecanização da agricultura brasileira no tempo



Fonte: Vários censos agropecuários – IBGE (2015).

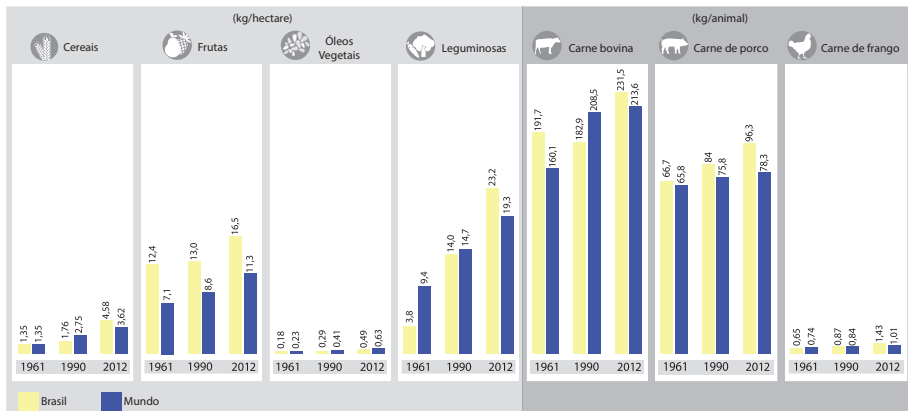
A mecanização na agricultura aumentou significativamente, como mostrado pela redução da área de cultivo por trator (ver figura 3.4). Não apenas a introdução de mais tratores, como também o aumento da potência das máquinas. A mecanização não significa necessariamente uma redução do número de trabalhadores rurais.

O número médio de trabalhadores por exploração manteve-se estável durante o período analisado, com um ligeiro declínio nos censos agropecuários recentes.

### DA DÉCADA DE 1990 ATÉ O PRESENTE – EVOLUÇÃO E RESILIÊNCIA

Para entender o desenvolvimento da agricultura brasileira como uma revolução, em vez de um processo que tão somente importou tecnologia de mercados externos, uma única comparação entre o desempenho do Brasil e do mundo pode mostrar como as trajetórias de rendimento comportaram-se ao longo do tempo (ver figura 3.5). Ao observar três anos distintos (1961, 1990 e 2012), os rendimentos de cereais, frutas, oleaginosas, vegetais e produções de carnes (bovina, suína e de frango) apresentaram dois movimentos. O primeiro refere-se ao crescimento no tempo. O segundo diz respeito ao melhor desempenho econômico da agricultura brasileira. Em 1961, o rendimento agrícola foi menor no Brasil, comparado ao resto do mundo. No final, a situação se altera, verificando indicadores de desempenho mais elevados no mercado brasileiro. É essencial observar que o sistema brasileiro de pesquisa tem conseguido adaptar, criar e transferir tecnologias para as firmas agrícolas ao longo dos anos. Esse ambiente científico e produtivo ajudou a transformar o Brasil em um dos maiores exportadores de alimentos do mundo.

FIGURA 3.5  
Rendimento agropecuário de produtos selecionados entre o Brasil e o mundo (1961, 1990 e 2012)



Fonte: Faostat (2015).

O abandono da estratégia de industrialização por substituição de importações e as reformas econômicas profundas no início dos anos 1990 levaram a uma forte mudança institucional, incluindo a liberalização do comércio e o controle de preços. Embora essas reformas tenham sido conturbadas no início da década, a estabilização macroeconômica foi alcançada em 1994. Com base na experiência

passada, foi possível identificar três componentes que influenciaram a dinâmica dos preços: a inflação inercial, o gasto público e o *boom* econômico sucedido a qualquer programa de estabilização. A fim de controlar esses componentes, a política monetária foi organizada em três etapas: a indexação anterior da moeda (Unidade Real de Valor – URV), o ajuste fiscal com o intuito de controlar os gastos e, finalmente, a criação de uma nova moeda pelo Plano Real. É claro que, indiretamente, as políticas de abertura comercial e de sobrevalorização da taxa de câmbio contribuíram para a estabilização monetária. A taxa de inflação caiu de aproximadamente 50% ao mês para 20% anualmente.

O Brasil assinou vários acordos comerciais na década de 1990 com a Organização Mundial do Comércio (OMC) e tornou-se membro do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), que foi criado em 1991 para promover o livre comércio entre as maiores economias latino-americanas (Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai).<sup>9</sup> Como o Plano Real baseou-se em um câmbio relativamente fixo (definido em torno de uma banda cambial), houve uma valorização da moeda nacional, o que estimulou as importações. Os benefícios das reformas internas foram sentidos no setor agropecuário por meio da liberalização comercial, da queda do preço de insumos agrícolas (produtos químicos, fertilizantes, tratores e máquinas), resultando em uma rápida modernização setorial. O governo reduziu a intervenção no mercado, tais como licenças de exportação, restrições quantitativas às exportações agroalimentares, controle de estoque de alimentos e política de preços mínimos. O controle estatal dos setores de trigo, açúcar e etanol também foi abolido.

O uso intensivo de práticas de plantio direto aumentou a qualidade das sementes e programas de financiamento ao investimento foram criados. Em 1996, o governo instituiu o Pronaf e, posteriormente, em 2000, o Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota). Esses programas buscaram a renovação da frota de tratores e colheitadeiras na agricultura brasileira, o que elevou o crédito agrícola ao longo dos últimos vinte anos. Em 1995, criou-se uma emenda constitucional de Biossegurança, que foi aprovada e posta em Lei apenas em 2005. O marco regulatório brasileiro relacionado à propriedade intelectual alterou-se em 1995, com a assinatura do acordo *Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights Including Trade in Counterfeit Goods* (TRIPs). Em 1997, ocorreu a promulgação da Lei de Proteção de Cultivar (LPC).

Depois das crises financeiras do México (1995), da Ásia (1997) e da Rússia (1998), o governo brasileiro aboliu o regime de câmbio fixo. Em 1999, a taxa de câmbio brasileira foi desvalorizada, aumentando a competitividade das exportações

---

9. Posteriormente, em 2012, a Venezuela ascendeu-se como país membro do bloco econômico.

no mercado internacional. Naquela época, a maioria dos economistas pensava que a inflação voltaria. Ao contrário, a estabilização econômica manteve-se. No início de 2000, o crescimento da economia global, impulsionado pelas economias emergentes, demandou maior consumo de alimentos. A balança comercial brasileira atingiu recordes históricos de superávits comerciais, principalmente relacionados à contribuição da agricultura. Em seguida, em 2005, o mundo experimentou um aumento nos preços das *commodities* agrícolas, o qual abriu um longo período de termos de troca favoráveis à economia doméstica. Não obstante, essa situação conduziu a uma taxa de câmbio novamente apreciada. Por um lado, a indústria de transformação perdeu competitividade. Por outro, por causa da alta inflação das *commodities*, a agricultura prosseguiu com o seu desempenho de comércio exterior positivo, que será analisado no capítulo 6 de forma mais detalhada.

Os biocombustíveis desempenharam um papel importante no agronegócio brasileiro e na indústria automobilística. Vários fatores contribuíram conjuntamente para a perda de atenção ao setor de etanol até o final de 1990. Os preços do petróleo estiveram em baixa no mercado global e, em seguida, o custo de derivados. Os preços do açúcar subiram em todo o mundo, levando os produtores nacionais a mudar para exportação de açúcar. Não houve incentivos públicos para a indústria automotiva nacional fabricar carros com motores movidos a etanol. Em contraste, em 2003, a tecnologia do motor flexível de combustível restaurou o mercado de biocombustíveis no Brasil. Mais tarde, em 2007, com a descoberta de petróleo *offshore* do Pré-sal, apesar de não se ter políticas claras de apoio à produção de etanol,<sup>10</sup> o setor permaneceu estratégico. Como energia renovável, a biomassa de cana representou mais de 15% da oferta total de energia e foi a terceira maior fonte depois do petróleo e da energia hidrelétrica na matriz energética do país.

As técnicas de engenharia genética são essenciais na agricultura moderna e, ao mesmo tempo, demandam regulação em vários níveis. A difusão do plantio de organismos geneticamente modificados (OGM) tem crescido desde 1996 nos Estados Unidos, na Argentina e no Canadá. No Brasil, a soja geneticamente modificada foi ilegalmente plantada pela primeira vez em 1997. A legalização do plantio de variedades geneticamente modificadas ocorreu posteriormente: a soja em 2003, o algodão em 2005 e o milho em 2008. A legalização do plantio OGM intensificou a disseminação da biotecnologia no Brasil. Em 2011, a Embrapa produziu a primeira variedade de feijão geneticamente modificado, alimento básico na alimentação da cultura brasileira. O plantio de OGM simplifica práticas de gestão

---

10. As políticas existentes muitas vezes distorceram os sinais de mercado e causaram má alocação de recursos fora da indústria de biocombustíveis. Por exemplo, o governo brasileiro regulamentou o preço da gasolina em níveis baixos, distorcendo o preço relativo das fontes alternativas de energia. Isso desencorajou o investimento em inovação induzida na produção sucroalcooleira, ao mesmo tempo em que prejudicou o desempenho econômico da Petrobras, aumentando o prejuízo da estatal. Assim, o governo interferiu de forma inequívoca em dois importantes setores da economia: a indústria do petróleo e o segmento sucroenergético.

e agrícolas, reduzindo o uso de herbicidas no controle de pragas e aumentando a renda do produtor.

O agronegócio contribuiu positivamente para o superávit comercial do Brasil, quando comparado aos demais setores da economia. De 1989 a 2013, enquanto a indústria de transformação apresentou um déficit comercial, o agronegócio proporcionou um excedente positivo em todo o período. A balança comercial total para o Brasil só não foi pior devido ao desempenho agrícola nesses anos. Ao longo dos últimos 15 anos, a 2ª expansão da fronteira agrícola ocorreu na direção da região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). A adoção de práticas de agricultura de precisão melhorou a eficiência no uso dos recursos. O investimento em P&D foi crítico para esse processo. O sucesso da agricultura brasileira não pode ser visto como uma trajetória tecnológica única e isolada. Todos os esforços relacionados à transformação agrícola ajudaram a mudar a economia. Pode-se mencionar que a agricultura brasileira se transformou em um modelo eficiente de produção no mundo. Incorporou-se uma vasta área de terras degradadas do Cerrado em sistemas produtivos. Desde a década de 1960 para cá, a oferta de carne bovina e suína quadruplicou e a produção de frangos expandiu 22 vezes. A exploração pecuária cresceu nove vezes e a produção de cereais saltou seis vezes. O Brasil é hoje um dos maiores exportadores mundiais de café, soja, carne bovina e suco de laranja. Essas transformações levaram o país a sair da condição de importador de alimentos básicos para ser um dos maiores produtores e exportadores do segmento no mundo.<sup>11</sup>

---

11. Para uma visão ampla da agricultura brasileira, por diferentes perspectivas e abordagens de distintos autores, veja Gasques, Vieira Filho e Navarro (2010), Buainain *et al.* (2014) e Vieira Filho e Gasques (2016).

## ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

O contraste do passado com o presente, ainda que se vê o passado no presente<sup>12</sup>

1958



Jablonsky, Tibor

Carro de boi carregando cana para a usina – Campos/RJ

2013



Furukawa, Neide Makiko

Transbordo de cana-de-açúcar para transporte – São Paulo/SP

1960



Jablonsky, Tibor; Vieira, Maurício Coelho

Colheita manual de algodão – Taquaritinga/SP

2015



Sofatti, Valdínei

Destruição mecânica dos restos culturais do algodoeiro – Embrapa Algodão

12. Para uma comparação ilustrativa e estatística entre os censos agropecuários de 1960 e 2006, veja Bolliger (2014). Essa modernização intensa é restrita, muito por causa da heterogeneidade estrutural da agricultura brasileira. Mesmo com toda modernização, é possível verificar no período mais recente regiões agrícolas no Brasil com padrão de desenvolvimento do passado, ou seja, o contraste tecnológico é elevado, mas há ainda uma longa avenida para crescimento.



**1960**



Acervo IBGE

Mulheres na colheita do café – Goiás

**2013**



Bastos, Fabiano Marques Dourado

Secagem do café – Embrapa Cerrados

**1960**



Jablonsky, Tbor; Vieira, Maurício Coelho

Trator agrícola – Guaira/SP

**2011**



Roussos, Demis

Frota de tratores – Rio Grande do Norte

**1957**



Jablonsky, Tibor

Carregamento de cana no caminhão – Recife/PE

**2013**



Furukawa, Neide Makiko

Colheita mecanizada de cana-de-açúcar – São Paulo/SP

**1952**



Jablonsky, Tibor; Strauch, M.

Trator arando o solo – Vitória/ES

**2014**



Bello, Lilliane

Preparo do solo pelo trator – Seropédica/RJ

1957



Somito, Tomás; VEIRA, Maurício Coelho

Criação de galinhas – Colônia da Vila Varpa/SP

2014



Cardoso, Lucas Schierer

Aviário moderno – Embrapa Suínos e Aves

Costa, Osvaldo Gilson Fonseca; Valverde, Orlando



Criação extensiva de gado – Astolfo Dutra/MG ((s.d.))

2013



Okubo Filho, Alcides

Vacas em regime de confinamento – Minas Gerais

1952

Jablonsky, Tibor; Santos, Lindalvo Bezerra dos



Carro de boi para transporte de água – Aracati/CE

2014



Menezes, Barbosa de

Pivô de irrigação – Embrapa Agrossilvipastoril



Acervo IBGE

Ordenha manual de leite – Belo Horizonte/MG ((s.d.))

2013



Okubo Filho, Alcides

Procedimento de ordenha mecânica – Minas Gerais

**1959**



Acervo IBGE

Beneficiamento da laranja no galpão da cooperativa frutícola – Rio Grande do Sul

**2015**



Rosa, Felipe Santos da

Lavagem da laranja – Iranduba/AM

**1953**



Botelho, Carlos de Castro; Somio, Tomas.

Jegue: tradicional meio de transporte – TO

**2016**



Arquivo próprio

Moto substitui o jegue: trabalhador tocando o gado – Cascavel/PR

### TECNOLOGIA, EFEITO POUPA-TERRA E DECLÍNIO DOS PREÇOS DOS ALIMENTOS

O agronegócio brasileiro, que inclui toda a cadeia de produção e distribuição de alimentos, foi responsável por 22% do PIB em 2015. A agricultura representou 70% e a pecuária 30% restantes. Uma análise comparativa dos censos agropecuários (1960-2006) mostra que o número de fazendas cresceu acentuadamente até 1980. Além disso, o uso da terra expandiu-se em novas áreas agrícolas. Desde então, tem havido certa estabilidade no número de fazendas, situando-se em 5,1 milhões em 2006. A redução da área média por exploração observada desde o início do período reflete, entre outras coisas, o aumento da produtividade da terra, das plantas e dos animais, alcançada por meio de investimento em pesquisa, ciência e tecnologia. Em 2006, a agropecuária ocupava 321 milhões de hectares, com 160 milhões de hectares dedicados às pastagens (50%), 61 milhões de hectares às culturas em geral (19%), e 100 milhões de hectares às florestas (31%).

Ao longo do tempo, o percentual de áreas de cultivo aumentou, enquanto as áreas alocadas para pastagens foram estabilizadas com tendências de queda no futuro. O tamanho da área colhida dobrou de 1960 a 1980, de cerca de 29 milhões de hectares no início para 58 milhões de hectares em 1980. Depois de 1980, as terras agrícolas mantiveram-se estáveis em cerca de 60 milhões de hectares. O pasto para o gado aumentou 46% entre 1960 e 1985. No entanto, entre 1985 e 2006, a pastagem diminuiu de 179 milhões para cerca de 160 milhões de hectares, uma redução de 11%.

O desenvolvimento da agricultura brasileira está baseado no crescimento da produtividade (Gasques *et al.*, 2012). De acordo com o cálculo de Alves, Souza e Rocha (2012) acerca da função de produção agrícola, um aumento de 100% na renda bruta pode ser explicado pela tecnologia (68%), pelo trabalho (23%) e pela terra (9%). Esse resultado indica a importância da tecnologia. No intuito de analisar a moderna agricultura, na transição da década de 1980 para 2006, ano relativo ao último censo agropecuário realizado no Brasil, buscou-se investigar, como também feito por Martha Júnior, Alves e Contini (2012), o avanço da tecnologia e a sua capacidade de poupar recursos escassos, no caso o fator terra. Procurou-se calcular o efeito poupa-terra na produção agrícola e pecuária no Brasil. No caso da produção agrícola, a produção pode ser descrita como  $P = A \cdot L$ , em que  $A$  é a produtividade parcial da terra, e  $L$  é a área colhida. Assim, a produtividade da terra pode ser calculada pela divisão da produção total por unidade de terra. No caso da produção pecuária, a produção pode ser definida da mesma forma  $P = A \cdot L$ ; porém,  $L$  representa as pastagens, sendo a produtividade expressa por  $A = G \cdot S$ , em que  $G$  é a produção por animal ( $P/An$ ) ou peso-carça que informa a quantidade de massa de produto por cabeça de animal, e  $S$  é a taxa de lotação, que representa o número de animais por unidade de terra ( $An/L$ ). O número de cabeças abatidas

é denotado por  $An$ . Combinando essas informações e rearranjando-as, tem-se a produção pecuária por área.

A expansão de  $P$  depende do crescimento de  $A$  e de  $L$ . Na produção agrícola, de um lado, o crescimento da produtividade é provocado pela pesquisa agropecuária aplicada, pela aplicação de melhores fertilizantes, pela gestão do controle de pragas, pelas variedades de alto rendimento, bem como pelas inovações de processo. De outro, o crescimento da área colhida relaciona-se à localização do bioma, à disponibilidade de mecanização, ao preço relativo dos insumos e ao preço final do produto. Na pecuária, a melhoria da *performance* do animal está correlacionada à melhoria genética, à nutrição balanceada, à qualidade das pastagens e às inovações em gestão. O crescimento da taxa de lotação associa-se à fertilidade do solo e ao cruzamento genético de plantas forrageiras. Finalmente, o crescimento dos pastos reflete os custos de oportunidade, tais como o preço da carne, a competição com a produção de alimentos e os termos de trocas para insumos modernos.

A dimensão da mudança técnica, que é capaz de poupar recursos escassos no tempo, na produção agrícola ou mesmo na pecuária, não é uma tarefa trivial de ser mensurada. Porém, é possível fazer uma estimativa. A comparação temporal, em que as transformações são dadas por dois períodos, pode ser feita usando a produção (em mil toneladas), a quantidade utilizada de terras (em milhões de hectares) e a produtividade (em quilogramas por hectare). Quando a produção é dividida pela produtividade, determina-se a quantidade utilizada de terras. Um estudo simples é calcular a área empregada em uma situação na qual o avanço tecnológico permanece constante. Para calcular esse efeito sem progresso técnico, basta dividir a produção corrente pela produtividade passada (referente à técnica tradicional) e, em seguida, para descobrir o montante poupado, deve-se apenas deduzir a terra utilizada no período corrente. Assim, o efeito poupa-terra no presente é dado por  $EPT_1 = (P_1/A_0) - L_1$ , em que 1 e 0 significa o período final e o inicial.

De acordo com a tabela 3.1, entre 1960 e 2010, nas culturas de soja, milho, café, cana-de-açúcar, algodão, trigo e feijão, a produção acumulada em 2010 (503 milhões de toneladas) dividida pela produtividade em 1960 (3 toneladas por hectare) era igual à quantidade de terra necessária para produzir usando o padrão tradicional de tecnologia (170 milhões de hectares). Subtraindo este valor assumido pela área colhida corrente (41 milhões de hectares), o efeito poupa-terra é estimado como cerca de 129 milhões de hectares ao longo desse período.

Por analogia, na criação pecuária, a estimativa de terra poupada depende da produtividade animal, que é derivada da taxa de lotação e do peso-carcaça. Uma vez calculada a produtividade animal, a mensuração do efeito poupa-terra é bastante semelhante ao caso da produção agrícola. Então, dividindo a produção em 2010 (9.020 mil toneladas) pela produtividade animal em 1960 (cerca de

11 kg por hectare), a quantidade de terra necessária foi de aproximadamente 806 milhões de hectares. Removendo a partir deste resultado o tamanho do pasto em 2010 (160 milhões de hectares), o efeito de poupa-terra seria próximo de 646 milhões de hectares.

TABELA 3.1

**Efeito poupa-terra relacionado à produção agrícola – soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, café, trigo e feijão – e pecuária bovina (1960-2010)**

Produção	Variável	1960	2010	$\Delta\%$	EPT	Total EPT
		Tradicional	Moderna			
Agricultura	Área colhida (milhões de hectares)	L	18,7	41,2	120	
	Produtividade (toneladas por hectare)	A	3,0	12,2	313	129,0
	Produção (milhões de toneladas)	P	55,4	503,4	809	
Pecuária	Animais abatidos (milhões de cabeças)	An	7,1	41,2	477	
	Pastagens (milhões de hectares)	L	122,3	160,0	31	775,0 (91% do território nacional)
	Peso-carcaça (quilograma por animal)	G	191,7	218,8	14	
	Taxa de lotação (animal por hectare)	S	0,06	0,26	341	645,9
	Produtividade (quilograma por hectare)	A	11,2	56,4	404	
	Produção (mil toneladas)	P	1.369,1	9.020,0	559	

Fonte: Censos agropecuários do IBGE (1960 e 2006) e Faostat (2015).

Martha Júnior, Alves e Contini (2012) mostraram que a área de pastagem foi crucial para acomodar a expansão de alimentos e intensificação de culturas de biocombustíveis e evitar uma maior perda de vegetação nativa. Os autores apontaram para uma percepção equivocada de que o caminho do crescimento da produção de carne brasileira havia sido baseado principalmente na expansão de pastagens extensivas. Esse estudo observou que, embora ocorresse no passado, o padrão de produção de bovinos mudou profundamente desde então. Os ganhos de produtividade explicaram 79% do crescimento da produção de carne bovina no Brasil.

O efeito total poupa-terra, incluindo a contribuição da produção agrícola e pecuária, foi de 775 milhões de hectares, dimensão que quase representa um país do tamanho do Brasil (851,5 milhões de hectares). Em outras palavras, o uso da tecnologia foi capaz de poupar em torno de 91% da superfície brasileira como recurso estratégico e de fornecer mais alimentos para os mercados nacionais e internacionais. Há ainda espaço para o crescimento da produção pecuária pelo confinamento de gado, bem como pelas práticas de intensificação produtiva de



integração lavoura, pecuária e floresta. A produção de carne no Brasil foi tradicionalmente gerida pela pecuária extensiva, que apresenta baixo número de animais por unidade de terra. Um adicional de 70 milhões de hectares, atualmente dedicado às pastagens, poderia ser convertido em área agrícola, o que permitiria dobrar a área existente de produção de alimentos. Além disso, existem 90 milhões de hectares de terras agricultáveis ainda inexplorados. Ao contrário de outros países, cuja terra é um fator escasso, o Brasil tem potencial de aumentar a produção por meio da expansão de área, seja em cultivos agrícolas, seja na pecuária.

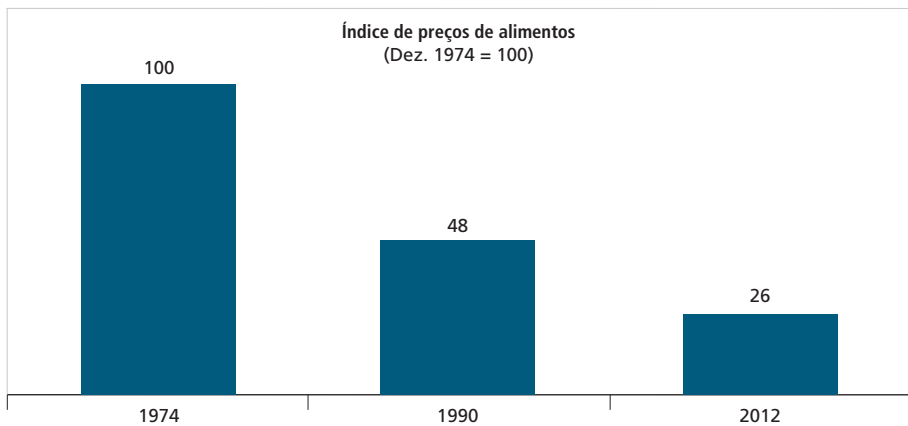
Quando a economia experimenta um *boom* econômico, há um aumento no produto, no emprego e na renda. Esse é um bom ambiente para elevar os investimentos e criar inovações que possam reduzir o custo de produção, expandir os lucros e transformar a fronteira de produção. O único fator que explica a redução acentuada dos preços dos alimentos é a tecnologia. O custo de produção não cai sem adoção de novas tecnologias. Assim, a inovação significa crescimento da oferta de alimentos e queda nos preços para os consumidores. Há dois efeitos: um sobre a resposta dos produtores na continuação das estratégias de P&D e outro acerca do impacto indireto sobre a renda dos consumidores. O primeiro efeito desloca a curva de oferta para cima e o segundo aumenta a demanda por alimentos. O papel da agricultura também deve ser considerado com base na perspectiva da redução da pobreza. As pessoas pobres são mais influenciadas por um declínio nos preços dos alimentos do que as pessoas mais ricas. Se o deslocamento da curva de oferta for maior do que o crescimento da demanda, os preços caem e os consumidores mais pobres são beneficiados.

Ao longo do período estudado, todas as mudanças tecnológicas vão além do crescimento da produção e produtividade agrícola. O maior benefício referente a ganhos de produtividade está associado à distribuição de renda, reduzindo o peso dos alimentos na cesta de consumo das famílias. A queda nos preços dos alimentos a partir de 1974 a 2012 (ver figura 3.6) foi muito importante para controlar a inflação e para reduzir a pobreza no Brasil. Desde 1974, os preços dos alimentos caíram mais da metade até 1990 e quase 75% em 2012. Embora a estabilidade alcançada pelo Plano Real pós 1994 tenha contribuído para o aumento da renda das famílias, o declínio nos preços dos alimentos desde os anos 1970 subsidiou as pessoas mais pobres, mesmo na década de 1980, quando o Brasil enfrentou uma inflação crítica. Mesmo após o *boom* nos preços das *commodities* em meados da década de 2000, o impacto sobre os preços domésticos foi inferior ao de outras economias, isto é, o crescimento da produção agrícola contribuiu para garantir a segurança alimentar em uma situação internacional desfavorável.

Alves, Souza e Brandão (2010) estudaram uma série temporal de preços dos alimentos de 1970 a 2009 e encontraram uma curva usando uma análise econométrica que explicava três períodos diferentes: *i*) 1970-1978; *ii*) 1978-2005;

e *iii*) 2005-2009. No primeiro e último períodos, a tendência da inflação foi positiva, com 5,16 e 2,66 de taxa de crescimento anual, respectivamente. No segundo período, a economia brasileira experimentou um longo período de declínio acentuado nos preços dos alimentos, que significou uma taxa negativa de 2,69 de crescimento anual ou queda de cerca de 74% no período total, um valor semelhante ao mostrado no gráfico. Mesmo assim, por todo o período de 1970 a 2009, uma perspectiva de deflação foi observada, representando cerca de 23% de redução.

FIGURA 3.6  
Deflação dos preços dos alimentos ao longo do tempo



Fonte: Baseado em Barros (2013).

### CONCENTRAÇÃO PRODUTIVA, FALTA DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO E DESAFIOS ESTRUTURAIS

A maior parte do crescimento da produção é atribuída ao crescimento da tecnologia, mostrando que é possível produzir mais com menos recursos. Porém, a maioria dos produtores tem baixa capacidade de absorção de conhecimento e, portanto, não se beneficiaram dos ganhos de eficiência da tecnologia. Além disso, esses agentes continuam com acesso limitado às novas tecnologias.<sup>13</sup> A produção agrícola está sujeita às vulnerabilidades em níveis macro e microeconômicas. Entre as vulnerabilidades macroeconômicas, como visto por Alves e Rocha (2010), destaca-se a alta concentração da produção (ver tabela 3.2). Os 10% mais ricos dos estabelecimentos agropecuários (média e alta renda) são responsáveis por 85% do valor bruto da produção. Em contraste, 90% dos estabelecimentos mais pobres (que englobam

13. A capacidade de absorção do conhecimento é a habilidade dos agentes em reconhecer, assimilar e aplicar o novo conhecimento na geração de inovações no processo de produção. Para uma aplicação ao caso agrícola, consulte Vieira Filho e Silveira (2011).

a pobreza extrema e a baixa renda) foram responsáveis por apenas 15% da produção. Apenas no grupo de extrema pobreza, 63% dos estabelecimentos contribuíram com menos de 4% do produto. As variações entre as regiões e os cultivos indicam uma forte heterogeneidade estrutural na agricultura brasileira. Essa heterogeneidade torna a adoção tecnológica mais difícil. Portanto, para o desenvolvimento agrícola no Brasil, é preciso para o futuro próximo incorporar o crescimento com inclusão produtiva. O capítulo 7 avaliará a heterogeneidade estrutural que existe na agricultura familiar, em termos de desigualdade de renda e padrões tecnológicos.

TABELA 3.2  
Estratificação de renda dos estabelecimentos por produção (2006)

Grupos	Salário-mínimo mensal equivalente	Número de estabelecimentos (mil)	%	Valor bruto da produção anual (bilhões)	%
Pobreza extrema	(0 a 2]	3.242	69,6	6,5	3,9
Baixa renda	(2 a 10]	960	20,9	18,5	11,1
Média renda	(10 a 200]	416	9,0	59,9	35,9
Alta renda	>200	23	0,5	81,7	49,0
<b>Total – Brasil</b>		<b>4.641</b>	<b>100,0</b>	<b>166,7</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Censo agropecuário – IBGE (2006).

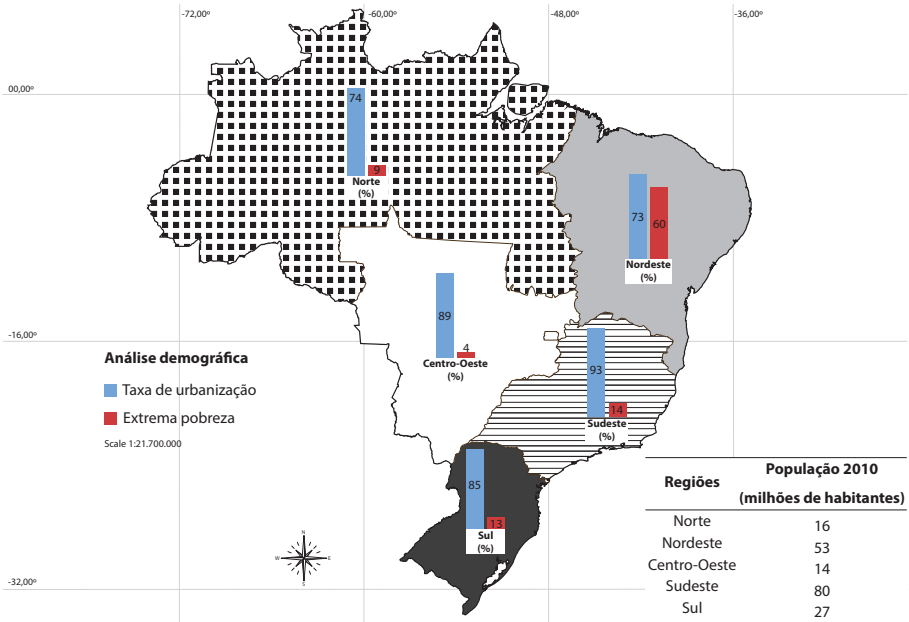
Obs.: Salário-mínimo equivalente = valor bruto da produção mensal/salário-mínimo mensal.

Considerando essa segregação, as unidades produtivas podem ser subdivididas em quatro estratos de renda (pobreza extrema, baixa, média e alta renda). Na parte superior da população, representada pelos grupos de média e alta renda, as unidades agrícolas são muito eficientes. No limite inferior, os estabelecimentos agrícolas carecem de conteúdo tecnológico.

Em primeiro lugar, no grupo inferior, a pobreza extrema inclui cerca de 3,2 milhões de estabelecimentos, que ficam à margem da produção agrícola, bem como não se encaixam em qualquer setor de atividade econômica. Esse grupo necessita de estruturas básicas de organização produtiva (micro e macro). Na figura 3.7, a pobreza extrema está concentrada no Nordeste, com 61% dos estabelecimentos totais considerados nesse estado. Nas outras regiões, a pobreza não é uma característica predominante. O Centro-Oeste tem o menor percentual de pobreza extrema, cerca de 4%. Para reduzir a pobreza rural, as políticas públicas devem ser focadas em estratégias regionais. O problema do Nordeste deve ser estudado e compreendido. Com relação à análise demográfica, a taxa de urbanização mais alta é encontrada nas áreas mais desenvolvidas, como Sudeste, Centro-Oeste e Sul. O Nordeste e Norte têm a menor taxa de urbanização (aproximadamente, 73% cada), embora o primeiro tenha a segunda maior população regional no Brasil (28%), logo atrás da região Sudeste. Assim, o Nordeste tem o maior percentual de extrema pobreza nas áreas rurais e, ao mesmo tempo, tem a menor taxa de urbanização. Isso significa que o Nordeste tem o maior potencial para enfrentar um êxodo rural.

FIGURA 3.7

**Análise demográfica do potencial de êxodo rural e percentual de estabelecimentos no grupo de extrema pobreza**



Fonte: Censo agropecuário – IBGE (2006).

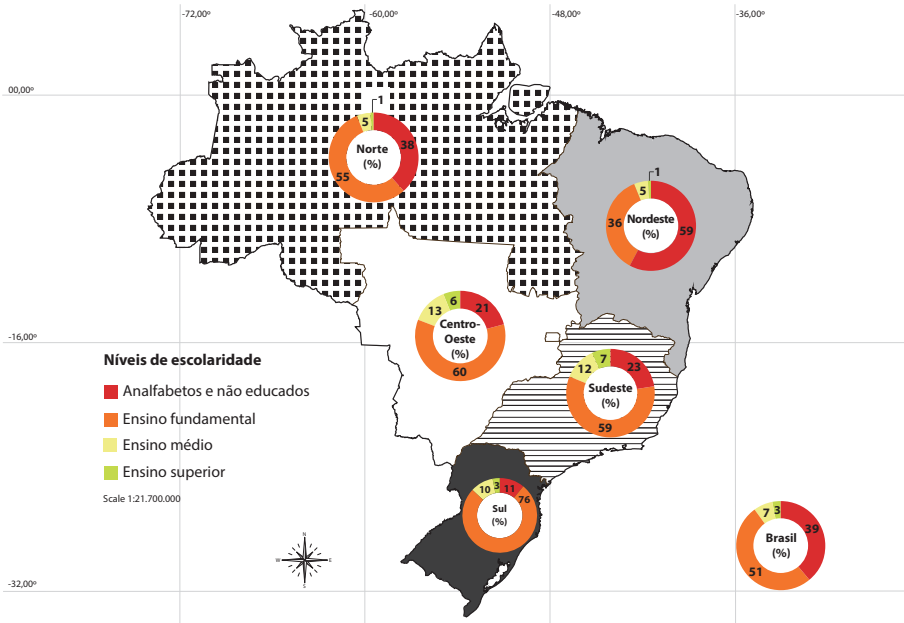
Em segundo lugar, o grupo de baixa renda (960 mil estabelecimentos agrícolas) deverá ser assistido pelo governo com políticas de apoio e incentivo à produção em pequena escala, geralmente agricultura familiar. Essas unidades agrícolas têm baixa capacidade de assimilar conhecimento externo e conteúdo tecnológico restrito, com deficiência na gestão e no nível microeconômico. O acesso ao crédito e à utilização de novas tecnologias deve ser melhorado. O governo necessita desenvolver a assistência técnica regionalizada e pesquisas agrícolas não tradicionais, ou aqueles estudos em que o mercado não teria interesse a despeito da importância para a sociedade e para a economia.

Finalmente, a riqueza agrícola está concentrada nos estratos de renda média e alta. Para esse grupo, a capacidade de absorção tecnológica torna-se uma questão secundária. Porém, as unidades agrícolas exigem orientações macroeconômicas estáveis e favoráveis ao crescimento das vendas. As políticas públicas precisam ser orientadas para questões que vão além do lado microeconômico, mas principalmente pelo foco macroeconômico, como o estímulo da competitividade, da exportação e da infraestrutura logística. Normalmente, as políticas horizontais melhoram a competitividade e ajudam a reduzir os custos de produção, o que auxilia em termos de aumento produtivo e apropriação de renda.

Em nível microeconômico, embora a agricultura brasileira tenha experimentado um tremendo crescimento da PTF, a capacidade de absorção da tecnologia dos agentes ainda é bastante restrita. De acordo com o censo agropecuário de 2006, o baixo nível de escolaridade da maioria das unidades de exploração agrícola, associado à má gestão do conhecimento aplicado, limita a capacidade de absorver conhecimento externo, o que desestimula o crescimento da produtividade. Essa limitação pode ser examinada por dois indicadores: *i*) o nível educacional; e *ii*) o recebimento de orientação técnica.

Observando-se o nível de escolaridade no Brasil (figura 3.8), 90% dos proprietários dos estabelecimentos não possuíam o ensino fundamental (analfabetos, não educados e ensino fundamental), com 27% de analfabetos e 12% de não educados. Esses produtores não sabem como buscar orientação técnica sobre o uso de novas tecnologias na produção, levando-os à subutilização ou ao uso ineficiente dos insumos. Em uma comparação regional, o Nordeste tem o pior desempenho na educação, com 59% dos proprietários analfabetos e não educados, apenas 36% com ensino fundamental e 6% com ensino médio e superior. Esses números são impressionantes em comparação com outras regiões e mostram uma enorme lacuna entre regiões desenvolvidas e atrasadas.

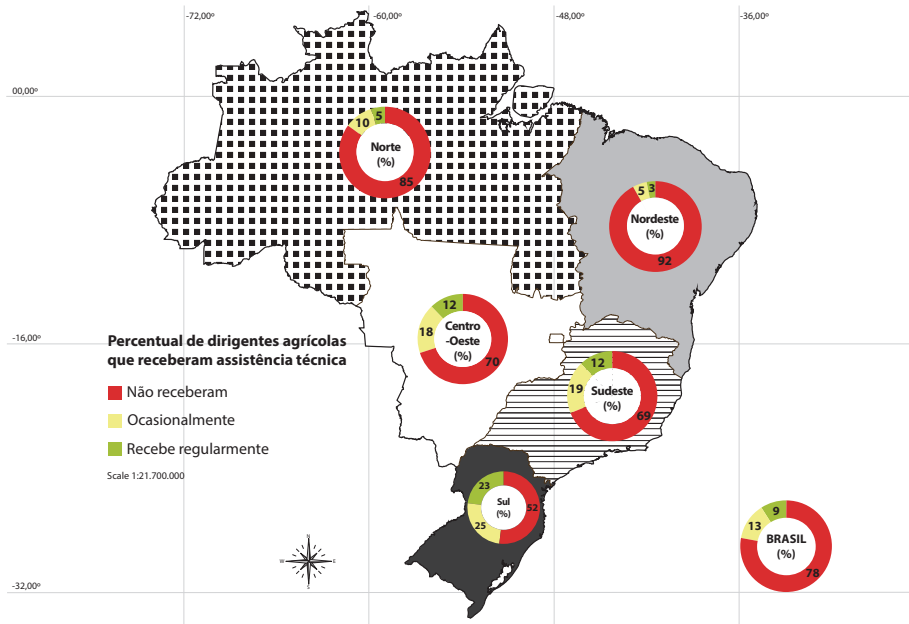
FIGURA 3.8  
 Percentual de proprietários por níveis educacionais e por regiões



Fonte: Censo Agropecuário – IBGE (2006).

De acordo com a figura 3.9, em termos de orientação técnica, apenas 22% dos dirigentes agrícolas receberam algum tipo de assistência técnica em 2006; a grande maioria (78%) não recebeu qualquer orientação técnica. As estatísticas regionais mostram, mais uma vez, que o Nordeste apresenta uma defasagem em termos de extensão rural em comparação com outras regiões. Na região Nordeste, 92% dos dirigentes agrícolas não receberam suporte técnico no processo de produção; enquanto apenas 3% receberam orientação técnica regular. O Sul tem observado melhores indicadores que outras regiões. É importante notar que a escala produtiva varia entre as regiões. Enquanto no Sul e no Nordeste há uma predominância de pequenas fazendas, no Centro-Oeste tem-se um domínio da produção de larga escala. A produção de pequena escala no Sul é atendida por melhores instituições e infraestrutura, mas essa situação não é a mesma no Nordeste. Os resultados mostram baixa incorporação de assistência técnica. Isso identifica a vulnerabilidade no processo de aprendizagem dos agentes e dificuldades na difusão de novos conhecimentos. O desafio é incorporar os agricultores marginalizados na dinâmica produtiva.

FIGURA 3.9  
Percentual de dirigentes agrícolas que receberam assistência técnica por regiões



Em termos da origem da assistência técnica, as regiões Nordeste e Norte são dependentes de fontes públicas, sem diversificação. No Brasil, o investimento público em orientação técnica é quase 40%; no entanto, há um baixo desvio-padrão

nas outras fontes, tais como despesas próprias, cooperativas e outros. No Nordeste, as fontes de financiamento concentram-se no investimento público, tendo reduzido percentual nas demais fontes. A participação das cooperativas nessa região é de apenas 3%. O ambiente não relacionado ao investimento público é uma *proxy* para explicar a autossuficiência na infraestrutura para promover a difusão do conhecimento. As regiões desenvolvidas têm melhor desempenho que as regiões subdesenvolvidas.

Em comparação com o resto da economia, a baixa produtividade do trabalho implica, em parte, a natureza dualista da agricultura no Brasil, onde a produção de capital intensivo e de grande escala coexiste com uma vasta quantidade de unidades agrícolas pequenas e relativamente improdutivas (Vieira Filho, 2013). No entanto, a diferença de produtividade do trabalho na agricultura está se aproximando em alguns segmentos [ver Vieira Filho e Fornazier (2016)]. É fácil verificar que o setor dinâmico tem visto o rápido crescimento da produtividade do trabalho, principalmente a partir de uma perspectiva histórica.

Nas últimas décadas, o setor agrícola brasileiro tem sofrido muitas mudanças, o que levou a um processo de modernização intensiva, maior progresso tecnológico e alta produtividade. Não obstante, ainda existem produtores que combinam baixo conteúdo tecnológico com baixa produtividade. A agricultura não pode simplesmente ser dividida entre produtores modernos e atrasados. Há problemas estruturais que criam ineficiência na gestão dos recursos tecnológicos e na utilização de fatores produtivos, desorganizando o sistema nacional de inovação.

Há um forte padrão de concentração de renda bruta, por um lado, e um pesado fardo da pobreza extrema na agricultura, por outro. Nas regiões mais atrasadas (especificamente no Nordeste), a agricultura é mais desigual e responsável por uma grande parte da pobreza rural, embora também se observe o desenvolvimento dual (coexistência de setores modernos e atrasados no mesmo espaço econômico). No Sul, houve um padrão mais homogêneo de produção, e os níveis de renda são acima da média. O Centro-Oeste e o Sul são considerados regiões mais dinâmicas para a produção agrícola. Produção de larga escala predomina no Centro-Oeste, enquanto a produção em pequena escala sobressai no Sul.

Do ponto de vista da formulação de políticas públicas, a diversidade interna da agricultura, portanto, exige ações específicas para promover a produção e realocar recursos para os diferentes segmentos e regiões. O planejamento e o desenvolvimento regional têm de ser alvejados. É preciso haver políticas para aumentar a capacidade de absorção de tecnologia, o que implica fazer progressos na extensão e na educação rural. Isso requer instrumentos estritamente integrados nas esferas federal, estadual e municipal que possam chegar a todas as localidades. Devem-se planejar políticas de inclusão produtiva e de capacitação técnica dos agentes.





## **EMBRAPA: UM CASO DE INOVAÇÃO INSTITUCIONAL INDUZIDA**

A tecnologia é uma combinação de conhecimento (tácito e codificado) e estruturada por meio da escala técnica ou especificação de tamanho. Há muitas maneiras de absorver conhecimento. Uma empresa pode desenvolver uma tecnologia por intermédio de um processo produtivo interno ou interagindo com firmas já estabelecidas. A colaboração externa ajuda a aumentar a eficiência econômica pela modelagem de novas tecnologias, que são definidas em termos de escala produtiva e de busca por redução de custos. A pesquisa agrícola é essencial ao fomento de uma agricultura moderna.

A Embrapa é um exemplo de sucesso internacional, sendo o Brasil um país que conseguiu estruturar uma rede de pesquisa doméstica capaz de absorver conhecimento externo gerado fora da fronteira nacional e incorporar ao contexto local. Entretanto, a assimilação passiva do conhecimento desenvolvido em outros centros internacionais de pesquisa não é responsável pelo crescimento da produtividade alcançado pelo setor. Por que esse modelo de reestruturação da pesquisa agrícola deu certo? Em que medida há limitações? Por que o processo foi continuado no tempo? Esses são alguns questionamentos que merecem ser aqui tratados. A organização de um sistema nacional de inovação aplicado às condições locais foi central na transformação da agricultura brasileira nos últimos 50 anos.

### **PESQUISA APLICADA E GANHOS DE PRODUTIVIDADE NA AGRICULTURA: A CRIAÇÃO DA EMBRAPA**

A revolução agrícola que aconteceu no Brasil foi extraordinária em termos de aumento produtivo e de inovação tecnológica. Esse desempenho está associado ao arcabouço institucional criado, o qual pode ser comparado às redes estratégicas de inovação. O leitor mais atento perceberá que a transformação no setor agrícola é tão relevante quanto no caso industrial. Embora o setor agropecuário seja distinto do industrial, ambos são parte de um importante processo mais amplo de manufatura, que engloba atividades do segmento fornecedor ao de distribuição, inclusive o sistema de pesquisa, ciência e tecnologia. De acordo com Vieira Filho, Campos e Ferreira (2005) e Vieira Filho e Silveira (2011), a mudança técnica é entendida como um procedimento que começa fora da exploração agrícola (conhecimento externo), mas que está cada vez mais corporificada dentro da unidade de produção.

Não obstante, a inovação tecnológica difere entre a agricultura e a indústria. Segundo Srinivas e Vieira Filho (2015), o germoplasma é uma tecnologia específica, que exibe uma mistura complexa de conhecimento e rotinas, mas de uma forma menos reconhecível. Muito mais do que a tecnologia tradicional do processo industrial, o germoplasma, uma unidade conservadora de material genético de uso imediato ou com potencial futuro, é capaz de modificar os preços relativos dos insumos agrícolas (terra, trabalho e capital) e gerar inovações induzidas. Na agricultura, o processo de aprendizagem e a transferência de conhecimentos de uma região para outra são severamente limitados, criando assim um padrão mais diferenciado de oferta e procura. Na indústria, independentemente da região, uma nova tecnologia pode determinar soluções de produção em massa.

Conforme Srinivas e Vieira Filho, *op. cit.*, a variação climática, a diferenciação de solos e a constituição do relevo na agricultura estão na raiz da difusão desigual do conhecimento de clima temperado para a agricultura tropical, entre e dentro dos países. Isso é parcialmente impulsionado por fatores naturais, mas também por delineamento de políticas públicas. As mudanças institucionais consideram a solução dos problemas locais para influenciar no aumento da produtividade. Quando as políticas definem estratégias objetivas de aumento da capacidade de absorção de conhecimentos externos, são perceptíveis os ganhos na adaptação e difusão da tecnologia. Segundo Ruttan (1986), Brasil, Índia e Filipinas foram países que desenvolveram ambiente institucional interno capaz de absorver conhecimento gerado nas redes internacionais de pesquisa na produção agrícola.<sup>1</sup>

Como visto por Esposti (2002), algumas regiões (ou países) agem de forma oportunista (*free rider*) no intuito de absorver o conteúdo tecnológico embarcado nas pesquisas internacionais de domínio público, sem ao menos efetuar investimentos requeridos em aprendizado e adaptação tecnológica. Os produtores diferenciam-se pela variabilidade de capacidade de absorção (um fator endógeno) de conhecimento externo, o que determina o estoque de conhecimento, e pela diversidade climática e geográfica da agricultura (variável exógena), já que uma mesma tecnologia tem retorno diferenciado em função das especificidades locais. Portanto, o esforço de pesquisa interno de um país aumenta as chances de captar os efeitos de transbordamento das pesquisas realizadas no ambiente internacional e de estimular a difusão dos novos conhecimentos entre os produtores da região.

---

1. O *Consultative Group on International Agricultural Research* (CGIAR) é um tipo de rede internacional de pesquisa destinada às questões agrícolas com as metas de desenvolvimento mais abrangentes, tais como a redução da pobreza, a melhoria da saúde humana e o fomento da produção sustentável. Embora a estrutura do CGIAR seja capaz de promover novos conhecimentos, é fundamental a organização de instituições locais que estimulem os processos de aprendizagem e a pesquisa adaptativa regional. Nesse sentido, a Embrapa beneficiou-se de inúmeros projetos colaborativos junto ao CGIAR.

Em relação ao Brasil, no período anterior à década de 1970, o esforço de pesquisa aplicada era realizado de forma isolada e descoordenada no território nacional, influência direta de grupos que defendiam uma maior intervenção do Estado na economia. Mesmo assim, estavam em curso alguns exemplos bem-sucedidos de fomento às instituições de pesquisa. Vale lembrar que muitas instituições promotoras do conhecimento já existiam, mas eram focadas em problemas específicos, não sendo uma estratégia mais ampla de desenvolvimento regional nacional. Foi o caso do Instituto Agronômico de Campinas (criado em 1887 e voltado ao fomento da produção cafeeira de São Paulo), das primeiras escolas e universidades especializadas em atividades agropecuárias (a exemplo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Esalq; da Universidade Federal de Lavras – Ufla; e da Universidade Federal de Viçosa – UFV, que foram estabelecidas nas três primeiras décadas do século passado) e de instituições de financiamento à pesquisa (tais como Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp, instituídas nas décadas de 1950 e 1960, respectivamente). Porém, a produção agropecuária brasileira apresentava ganhos moderados e localizados de competitividade, e a pauta exportadora era pouco diversificada e bastante concentrada.<sup>2</sup>

Além disso, conforme Mengel (2015), a passagem da década de 1960 para a de 1970 representou a disputa entre dois grupos: um defensor da reforma agrária e outro da modernização da agricultura. De 1930 até a intervenção militar, o primeiro grupo teve um papel muito forte, inclusive na definição de políticas públicas, como foi o caso do processo substitutivo de importações e das medidas de nacionalização da produção de bens de capital. No final da década de 1960, em um momento de transição, o segundo grupo, com o surgimento de novos atores sociais, decorrente do crescente processo de industrialização, acreditava que a agricultura, como mostrava Schultz (1953), poderia ser um setor dinâmico da economia, se o mesmo absorvesse tecnologias modernas de produção. Na perspectiva da transformação da agricultura tradicional para um setor moderno, a reforma agrária seria dispensável, e a pesquisa significaria um ponto essencial nessa dinâmica. Em 1960, o país era, inacreditavelmente, importador líquido de alimentos, como cereais e carne de frango. As produções de soja, milho e carne bovina mal cobriam o consumo interno. A exportação brasileira era dependente do café, que representava mais de 50% das exportações totais da economia. Logo, esse cenário produtivo era preocupante em face das rápidas mudanças socioeconômicas e demográficas pelas quais passava o Brasil.

---

2. Para uma dimensão, em 1950, as exportações de café representavam no total das exportações brasileiras algo em torno de 64%. Em 1955, este mesmo dado era de aproximado 59%. Em 1960, a dependência na exportação de café ainda se mostrava elevada, sendo em torno de 56% (Giambiagi *et al.*, 2005; Abreu, 1990).

Da década de 1970 em diante, a rápida urbanização das cidades, a iminente crise de abastecimento, os elevados preços internacionais das *commodities* agrícolas e a dependência das importações foram fatores importantes para alterar a estratégia do governo e dos grupos pensantes em relação ao setor produtivo de alimentos. Havia um problema, que era como aumentar a produção. A resposta a esse problema não se daria com a reforma agrária. Como resultado ao questionamento, a criação da Embrapa, em 1973, foi um caso típico de reforma institucional induzida *à la* Hayami e Ruttan (1985). Naquele momento, a sociedade entendia que a preocupação que afetava as cidades estava associada ao que acontecia no campo. A baixa produtividade era um problema que comprometia a todos, ao passo que exercia influência no aumento do custo da cesta básica no orçamento familiar.



**CRIAÇÃO DA EMBRAPA** – Desde final da década de 1960, estava em gestação a ideia de transformar a agricultura brasileira via fomento da pesquisa. Um grupo influente de cientistas sociais com sólida formação econômica iniciou o debate da modernização agrícola. Esse grupo foi liderado por José Pastore, Eliseu Roberto de Andrade Alves e Aloysio Campello, com o respaldo de Antônio Delfim Netto. Em 1972, o ministro da agricultura Luíz Fernando Cirne Lima, convocou parte desse grupo de trabalho para consolidar um extenso diagnóstico, que ficaria conhecido como o “Livro Preto”, sendo o documento que nortearia a criação da Embrapa. Em 26 de abril de 1973, foto acima, tem-se o ato de instalação da Embrapa. Da esquerda para a direita, observam-se o primeiro-diretor presidente da Embrapa, José Irineu Cabral; o então ministro da agricultura, Cirne Lima; o embaixador da Alemanha no Brasil; o representante da Organização das Nações Unidas (ONU) no Brasil, Ramiro Boetner, e o representante da Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (Usaid), William Ellis.

Fonte: Embrapa, registro histórico.

Desde então, houve um aumento do investimento na construção institucional que seria responsável por absorver conhecimento externo e por difundir novas tecnologias no mercado local. O tripé – crédito, pesquisa e extensão rural – serviu como base para alavancar a competitividade setorial e para transferir tecnologia aos produtores. Embora criado em 1965, o sistema de crédito consolidar-se-ia apenas nas décadas seguintes.



**REUNIÃO HISTÓRICA DA PRIMEIRA DIRETORIA** – No mesmo dia do ato de instalação da Embrapa, a diretoria executiva da empresa recém-criada reuniu-se para planejar o futuro da instituição, incluindo o audacioso projeto de treinamento no âmbito de pós-graduação para cerca de 2 mil pesquisadores, o que seria considerado àquela época o maior programa de capacitação já existente. A manutenção de pessoas-chave na composição da diretoria, tal como o Dr. Eliseu Roberto de Andrade Alves, teve grande influência na trajetória institucional bem-sucedida da primeira década, período em que a empresa ainda se mostrava como uma promessa. A reunião foi presidida por José Irineu Cabral e acompanhada dos diretores de recursos humanos, métodos quantitativos e difusão de tecnologia, Eliseu Alves, de planejamento, Edmundo da Fontoura Gastal, e da área de pesquisa, Roberto Meirelles de Miranda. Este último, por ter sido diretor-geral entre 1970 e 1973 do extinto Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuária (DNPEA), não concordava com a reformulação do modelo de pesquisa até então utilizado e foi substituído no ano seguinte. Na fotografia acima, têm-se os diretores Gastal, Alves e Miranda, bem como o presidente Cabral. No registro fotográfico abaixo, mostra-se a mesma reunião sob outro ângulo.

Fonte: Embrapa, registro histórico.

O planejamento da pesquisa seria financiado, em grande parte, com recursos públicos, em uma escala nacional, mas com unidades descentralizadas, tendo o foco na gestão de recursos humanos e de ciência e tecnologia. Em 1974, a implantação do sistema nacional de assistência técnica e extensão rural teria por finalidade disseminar técnicas e informações por meio das organizações estaduais de pesquisa (constituídas pelas Emateres). Conter o desabastecimento foi a principal orientação da Embrapa dentro desse sistema institucional. Desde o início, o princípio operacional da empresa foi pautado por resultados.<sup>3</sup>



O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA COMO META DE ESTADO – Em 1974, o presidente Ernesto Beckmann Geisel, recém-empossado (de óculos escuros e o segundo da esquerda para a direita), visita a sede da Embrapa no primeiro mês de seu governo, sinalizando claro apoio ao projeto de mudança da pesquisa agropecuária no Brasil. Em suas palavras, reafirmou o compromisso: “*não mudem a rota: o caminho é este que foi traçado*”. Para compor o quadro do novo governo, Alysso Paulinelli (ao lado direito do Presidente Geisel) foi convidado a ocupar o Ministério da Agricultura. Por discordar da reformulação do DNPEA, Roberto Meirelles de Miranda foi substituído pouco tempo antes dessa visita pelo professor Almiro Blumenshein (no meio de José Irineu Cabral, próximo a Paulinelli, e de Eliseu Alves e de Edmundo Gastal, os dois últimos sentados à direita), sendo este o responsável pela implantação das unidades descentralizadas a serem criadas. Na reunião, com toda diretoria presente, discutiu-se o plano de ação da instituição. Ficou assegurado nessa ocasião o investimento necessário à consolidação da empresa, bem como à implantação dos centros regionalizados de pesquisa. Esse foi o momento em que a Embrapa saíria do discurso para o pragmatismo.

Fonte: Embrapa, registro histórico.

3. Para um relato da história da Embrapa, confira Cabral (2005).

## AGLOMERADO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO

A Embrapa representou um vetor conjunto de coordenação nacional da pesquisa agropecuária, que foi muito bem-sucedido com o aumento da produção de soja nos anos 1980, com o crescimento da produtividade pecuária e de grãos nos anos 1990, com a expansão da fronteira agrícola e com o desenvolvimento generalizado do agronegócio brasileiro, incluindo a sustentabilidade ambiental. A principal função da pesquisa pública na agricultura era viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável por meio da geração, adaptação e transferência de tecnologias e, assim, aumentar a produção nacional. A transformação agrícola brasileira é um bom exemplo de como instituições locais foram capazes de absorver conhecimento externo com consequente resultado produtivo. Após a década de 1970, o Brasil experimentou crescimento da produtividade agrícola por meio de um aglomerado de inovações, que podem ser resumidas em três grandes blocos (antes de 1985, período de transição entre as décadas de 1980 a 1990 e após o ano de 1990) e duas ondas de crescimento (uma anterior a 1985 e outra posterior).

O primeiro bloco, disseminado ao longo da década de 1970 até meados da década de 1980, considerado como a primeira onda de crescimento, diz respeito ao aumento da área agricultável na direção do Brasil central, que proporcionou ampliação da produção de grãos (notadamente, soja) e mecanização do campo. A *técnica de calagem* que corrigiu a acidez do solo transformou o bioma do *Cerrado* em uma próspera região agropecuária. A expansão da fronteira agrícola não apenas ensejou a “*tropicalização*” do cultivo de soja<sup>4</sup> (sementes tolerantes a estresse climático), como também demandou tecnologias para *controle de novas pragas*. A *fixação biológica de nitrogênio* (inoculação de bactérias na semente de soja) permitiu aumentar a produção com menor uso de fertilizantes, eliminando a necessidade de adubação química nitrogenada e reduzindo os custos. Como resultado, a fronteira agrícola expandiu e o preço marginal da terra foi mantido relativamente baixo. Consequentemente, a *mecanização* foi introduzida em grande escala, facilitada por características geoclimáticas, terrenos mais planos e com padrões adequados de precipitação pluviométrica. É preciso lembrar também o *papel da migração*, sobretudo, dos agricultores sulinos. A cultura gerencial produtiva dos desbravadores foi ponto central, o qual não pode ser subvalorizado nesse contexto. Sem o conhecimento vindo da infância como agricultor e a impossibilidade de sobreviver da atividade no Sul, já adulto,

---

4. Suzigan e Albuquerque (2011) procuraram estudar a importância da construção institucional no fomento dos esforços de interação universidade-empresa para o desenvolvimento produtivo. Entre os casos de sucesso estudados por esses autores, foram descritos e indicados os exemplos da produção de soja, da indústria de aço e ligas metálicas especiais, bem como do setor produtor de aeronaves. O último caso será aprofundado nessa obra no capítulo 9, já que o processo de formação de instituições de ciência e tecnologia da Embrapa guarda suas semelhanças com o modelo da agricultura no Brasil.

porque a terra era insuficiente para todos, os filhos dos agricultores buscaram novas terras para continuar a produção.<sup>5</sup>



CIÊNCIA E TECNOLOGIA – Engenheira agrônoma alemã naturalizada brasileira, Johanna Liesbeth Kubelka Döbereiner (sentada à esquerda na mesa de reunião) foi a pesquisadora mais citada pela comunidade científica internacional, devido aos estudos pioneiros no campo da fixação biológica de nitrogênio, técnica que propiciou não somente o desenvolvimento do Proálcool como também o crescimento vertiginoso da produção de soja no Brasil. O segundo presidente-executivo da Embrapa, Eliseu Alves, no período 1979-1985, apresenta ao ministro da agricultura, Nestor Jost, as potencialidades do nitrogênio no cultivo da soja. Somente o retorno dessa pesquisa seria o suficiente para solver todo o investimento realizado na criação e na consolidação da Embrapa. Por exemplo, para a produção de 27 milhões de hectares de soja, a partir dos parâmetros necessários de adubação nitrogenada sem fixação biológica, haveria um gasto excedente anual de quase 5 bilhões de dólares. Portanto, essa tecnologia permitiu economia de recursos, propiciando alimentos mais baratos e saudáveis à sociedade. Cabe lembrar que a cientista Döbereiner era funcionária do extinto DNPEA e, após a reestruturação da pesquisa agropecuária, fez jus da meritocracia na condução dos seus experimentos.

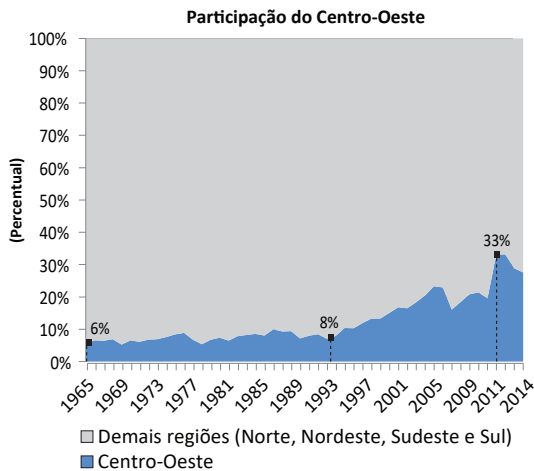
Fonte: Embrapa, registro histórico.

5. Aqui entra um importante tema de pesquisa: a questão da sucessão geracional das propriedades agrícolas. É relativamente consensual que as fazendas, mesmo as muito grandes, tendem a ser administradas como pequenas empresas familiares: em sua gestão, um pequeno número de pessoas, comprometidas e conhecedoras do negócio, tem flexibilidade e capacidade de adaptar estratégias a fenômenos específicos, de ordem climática e/ou mercadológica. Tendem também a priorizar o longo prazo: reinvestimento de lucros na atividade, por meio, por exemplo, da adoção de tecnologia. A questão da confiança costuma ser chave: é possível que haja profissionais não familiares na gestão operacional; porém, as decisões fundamentais, de ordem financeira, comercial e estratégica, costumam ser restritas a membros da família (dono e um filho, um irmão, um cunhado, ou mesmo um genro). Assim sendo, a análise de como algumas teorias econômicas se fazem presentes na gestão cotidiana da produção agrícola poderia contribuir para a compreensão de suas estratégias de investimento e de expansão, supondo-as, em regra, relacionadas ao caráter familiar de sua administração e propriedade.



O segundo bloco relaciona-se à maior demanda de grãos, influenciada pela dinâmica da cadeia produtiva de carnes. Esse conjunto de mudanças ocorre na transição da década de 1980 para a de 1990. Com a urbanização crescente e a estabilização monetária que permitiu o acesso ao consumo da população mais pobre, tem-se maior aquisição de carnes bovina, suína e de frangos (Barros e Goldenstein, 1997), que indiretamente demandam insumos nutricionais (ou *ração animal*), tais como farelo de soja, milho e outros grãos. Em paralelo, a melhoria das pastagens por *cruzamento de Brachiaria* transformou o *Cerrado* em uma região com alto rendimento pecuário, reduzindo o tempo médio para o abate animal<sup>6</sup> e ampliando a competitividade internacional das exportações brasileiras de carne bovina. Martha, Alves e Contini (2012) mostraram que o crescimento da produção pecuária no Brasil dependeu bastante da expansão da área de pastagens até 1985, e que, posteriormente, ao contrário, o crescimento baseou-se no desempenho animal (peso carcaça) e na taxa de lotação (número de cabeças por hectare). Com isso, o Brasil transformou-se no segundo país em exportações de carne bovina. Além disso, é o maior exportador de carne de frango e o quarto de carne suína.

FIGURA 4.1  
Parcela de mercado referente ao valor da produção agrícola total por regiões brasileiras de 1965 a 2014  
(Em %)



Fonte: Ipeadata (2015) e IBGE (2015b) – Pesquisa Agrícola Municipal.

6. O tempo de abate foi reduzido de 4 anos para menos de 2 (em torno de 18 e 20 meses).

Pela figura 4.1, nota-se que a parcela do valor bruto da produção agrícola total do Centro-Oeste passa de 6% para quase 1/3 (um terço) no período de 1965 a 2014, sendo que o maior crescimento ocorre após a década de 1990. Vale observar, inclusive, que o Centro-Oeste ultrapassa a participação de regiões tradicionais, como Sul e Sudeste, a partir de 2011. No extremo, o Nordeste, que se apresentava como a terceira principal região produtora na década de 1960, perde espaço ao longo do tempo, passando de 24% para 13%, na medida em que se manteve na retaguarda do desenvolvimento tecnológico. Nesse mesmo período, as regiões Sul e Sudeste mantiveram a sua importância relativa.

CONHECIMENTO POR DETRÁS DA "SAFRINHA" – Cultivar de soja que possibilita a semeadura antecipada, que aliada à precocidade, favorece a safrinha de milho na melhor época. Além disso, possui crescimento indeterminado e alto potencial produtivo, com melhor desempenho em áreas com altitudes menores que 600 metros. As regiões de adaptação para esta cultivar são oeste, norte e noroeste do Paraná, sudoeste e médio Parapanema de São Paulo e sul, centro-sul e sudoeste de Mato Grosso do Sul.

Fonte: Embrapa, crédito fotográfico – Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol.

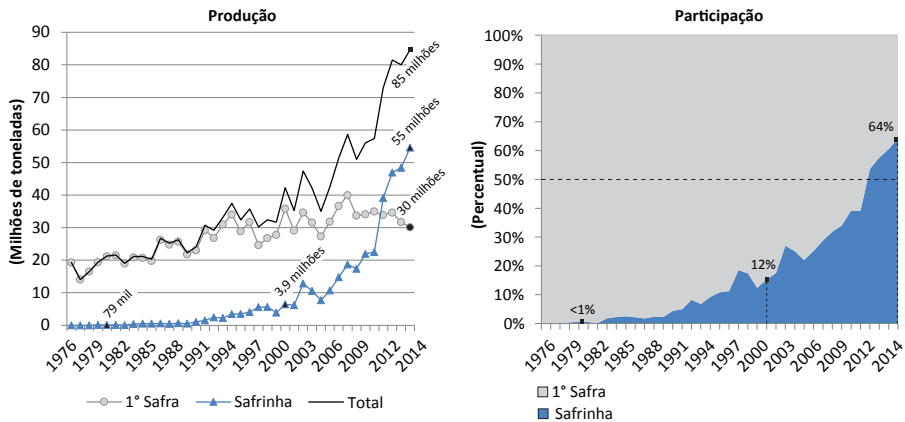


O terceiro bloco associa-se à segunda onda de crescimento produtivo, tal como ocorrido de 1973 a 1985. Entretanto, essa transformação passou (e ainda se observa), após a década de 1990, com a intensificação do uso do solo, com melhores práticas de manejo produtivo e com a introdução de biotecnologia (produção transgênica e manipulação genética de animais). O uso intensivo da terra viabilizou a produção da “safrinha” e, mais recentemente, o plantio de *duas safras de verão* no mesmo ano. Devido ao ciclo mais curto adaptado ao clima tropical do cultivo de soja, existe a possibilidade do plantio de diversas culturas após a 1ª safra, sendo o plantio mais comum o de milho,<sup>7</sup> mas que pode ser substituído, dependendo da escolha econômica, pelo de algodão, sorgo ou girassol. O plantio de milho após a 1ª safra de soja (safrinha) propicia um melhor aproveitamento do solo, sendo vantagem comparativa nacional frente aos competidores internacionais. Iniciado ao final da década de 1970, esse sistema predominou na região centro-sul do país, tornando-se

7. Iniciado em 1976, o plantio de milho após a 1ª safra foi denominado de “safrinha”, uma vez que se tratava de uma produção residual, de baixa relevância quantitativa e de elevado risco de mercado.

relevante a partir de 2012. No começo, a produção da safrinha do milho envolvia apenas Paraná e São Paulo; porém, com o tempo e com os ganhos de aprendizado no aumento da produtividade, foram incorporadas as regiões de Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso e de Minas Gerais.

FIGURA 4.2  
Produção de milho (1ª Safra e Safrinha) de 1976 a 2014



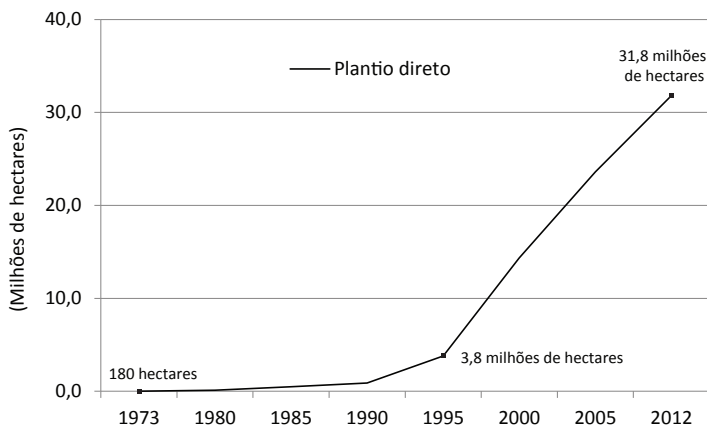
Fonte: Conab (2015).

A expansão da safrinha foi atribuída, primeiramente, à necessidade do consumo de milho na propriedade, em função da demanda na produção de suínos e aves. Posteriormente, como a produção se dava num período mais favorável, o retorno econômico era satisfatório. De um lado, o preço final do milho era mais elevado, já que a oferta do produto na entressafra era menor. De outro, os custos se mostravam menores, uma vez que a semente plantada vinha de sobras da safra anterior e, portanto, comercializada a um preço mais baixo, bem como não havia necessidade de investir na adubação, já que parte da fertilização realizada na 1ª safra ainda permanecia no solo. Pela figura 4.2, em 1980, a safrinha representava menos de 1% do total (79 mil toneladas). No ano 2001, quando a produção de milho safrinha começou a crescer vertiginosamente, a sua parcela ficou próxima de 12% (ou 3,9 milhões de toneladas). Em 2011, a safrinha tornou-se superior ao produzido na 1ª safra. O diminutivo – safrinha – perdeu a razão de existir, e a vigorosa colheita foi denominada de 2ª safra, que teve participação em torno de 54%, equivalente a 39 milhões de toneladas. Em 2014, a produção total de milho (1ª e 2ª safras) chegou a 85 milhões de toneladas, sendo a participação da “safrinha” de aproximados 64% desse total.

Desde 1990, o uso do *plantio direto* tornou-se técnica fundamental no preparo do solo no Brasil, já que diminui os efeitos da erosão, melhora os atributos

do solo, conserva água e sequestra carbono. Ao contrário das técnicas de aração e gradação trazidas da experiência europeia, o plantio direto desenvolveu-se no território nacional como elemento de vantagem competitiva, que permitiu aos produtores locais reduzirem os efeitos negativos do clima tropical sobre o solo. Tratou-se de uma inovação em processo, cujo resultado, em ganhos de competitividade, notadamente na conservação dos recursos naturais, dependeu do conhecimento acumulado dos agricultores ao longo do tempo. Os princípios fundamentais eram o não revolvimento do solo, a manutenção da cobertura de palha no terreno após a colheita e a rotação de culturas. Buscava-se resolver o problema da erosão, compactação e exposição excessiva do solo às intempéries no preparo do terreno e melhorar, simultaneamente, a gestão dos recursos hídricos e a fertilidade da terra. De acordo com a figura 4.3, a técnica de plantio direto iniciou em 1973 com 180 hectares plantados, mas somente a partir de 1990 que a prática se intensificou. Em 1995, foram 3,8 milhões de hectares plantados e, em 2012, 31,8 milhões de hectares. Particularmente no cultivo de soja, a área plantada já representa algo em torno de 90%.

FIGURA 4.3  
**Evolução do plantio direto no Brasil de 1973 a 2012**  
(Milhões de hectares)



Fonte: FEBRAPDP (2015).

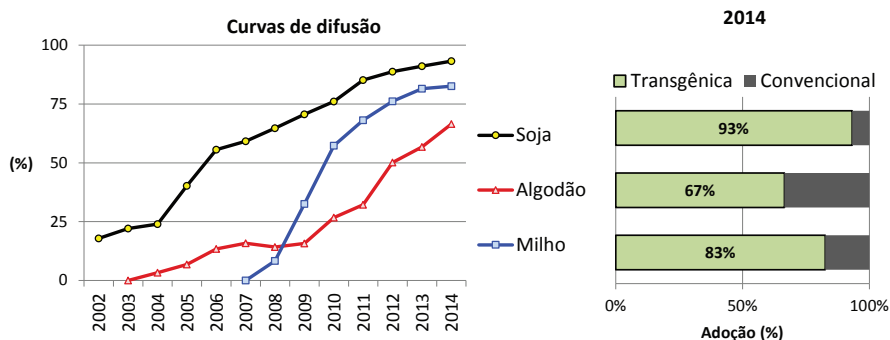


PLANTIO DIRETO E SUSTENTABILIDADE – O material orgânico deixado no solo transforma-se em rico adubo natural, advindo da palha decomposta de safras anteriores. As vantagens são a redução do uso de agroquímicos e o controle dos processos erosivos, dado que a permanente cobertura de resíduos impede a infiltração da água com maior rapidez, o que contribui com a sustentabilidade ambiental. Com mais da metade de sua área plantada, o Brasil tornou-se uma referência no uso do sistema. A prática também é utilizada nos projetos de integração lavoura-pecuária-floresta para a recuperação de áreas de pastagens degradadas. A melhora nutricional da alimentação dos bovinos reduz o tempo de abate e, conseqüentemente, as emissões de metano na atmosfera.

Fonte: Embrapa, crédito fotográfico – Paulo Kurtz.

Como estudado por Vieira Filho (2014a), a difusão de *biotecnologia* (ou de organismos geneticamente modificados) insere-se no debate da moderna agricultura e visa não somente melhorar as variáveis econômicas (aumento da produtividade e redução dos custos), como também reduzir o consumo de insumos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. Em 1997, de forma ilegal, o plantio transgênico iniciou no Brasil com a produção de soja. Nos primeiros anos, a taxa de adoção foi lenta. A legalização da soja geneticamente modificada só aconteceu em 2003, quando mais de 80% da área plantada se dava com sementes convencionais. Em 2005, legalizou-se o plantio de algodão transgênico.

FIGURA 4.4  
**Curvas de difusão e porcentagem de adoção de plantio transgênico de soja, milho e algodão no Brasil de 2002 a 2014**  
 (Em%)



Fonte: Céleres (2014).

No entanto, a imensa mobilização da sociedade quanto às incertezas da transgenia foi suficiente para obstruir o crescimento da produção até 2005, ano em que foi promulgada a Lei de Biossegurança. Desde então, a taxa de difusão aumentou e o plantio do milho foi autorizado em 2008. A tecnologia contribuiu para aumentar a resistência genética às principais pragas e doenças. Embora o plantio do milho transgênico tenha sido autorizado mais tarde, as economias de escala e de escopo existentes com a produção de soja mostraram um cenário mais favorável à difusão. Além disso, como já discutido, tem-se o crescimento de 2ª safra. Quanto ao algodão, a ausência dessas economias exigiu um tempo maior de aprendizado, o que refletiu em uma difusão menos acentuada. A produção transgênica trouxe benefícios diretos ao produtor: a simplificação do manejo, a redução de custos e os ganhos de rendimento. Pela figura 4.4, em 2014, a área plantada com variedades transgênicas de soja, milho e algodão era, respectivamente, de 93, 83 e 67%, padrões elevados para um comparativo internacional, como visto por Vieira Filho (2014a).

Ao mesmo tempo, a biotecnologia contribuiu para os avanços na manipulação genética de animais. No ano de 1997, foi desenvolvida raça de suíno com menor teor de gordura e maior peso carcaça, específico para as necessidades do mercado. Em 2001, o primeiro clone bovino da América Latina foi um fato emblemático, utilizando-se praticamente o mesmo método que deu origem à ovelha Dolly, primeiro animal clonado no mundo em 1997. Outras conquistas foram o sequenciamento do genoma do café e o desenvolvimento do feijão resistente ao vírus

do mosaico dourado,<sup>8</sup> cujo cultivo comercial viria a ser aprovado pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) em 2011.

Nos últimos anos, a *integração lavoura-pecuária-floresta* buscou recuperar áreas de pastagens degradadas, incluindo em uma mesma propriedade diferentes sistemas produtivos, como a produção de alimentos, fibras e energia. A aplicação de técnicas e sistemas de plantio adequados não apenas intensificou como também melhorou a fertilidade do solo. É possível reduzir o uso de agroquímicos, expandir áreas para fins agropecuários e minimizar o passivo ambiental. Nesse sentido, há uma diversificação da atividade econômica na propriedade, o que reduz o risco de perdas climáticas e de mercado. A soja tem sido a cultura-base nos sistemas integrados. Após a colheita, a pastagem fornece alimento aos animais no período de seca, momento em que há maior escassez de forragem, elevando significativamente a produtividade pecuária.



**INTENSIFICAÇÃO PRODUTIVA** – É possível produzir florestas e, ao mesmo tempo, conciliar atividades agrícolas e pecuárias em uma mesma área. A integração lavoura-pecuária-floresta favorece o controle de pragas e a estocagem de carbono. Para uma ideia, apenas na fase de recria e engorda de bovinos, como apontam Kichel *et al.* (2014), a produtividade de carne de uma pastagem degradada está em torno de 30 kg/ha ao ano, enquanto, em uma pastagem recuperada por sistemas de integração, no mesmo período e área, os ganhos alcançam valores de 450 kg. Na fotografia, pode-se ver gado em pastagem com integração lavoura-pecuária-floresta no estado de Goiás, que é supervisionada por técnicos da Embrapa.

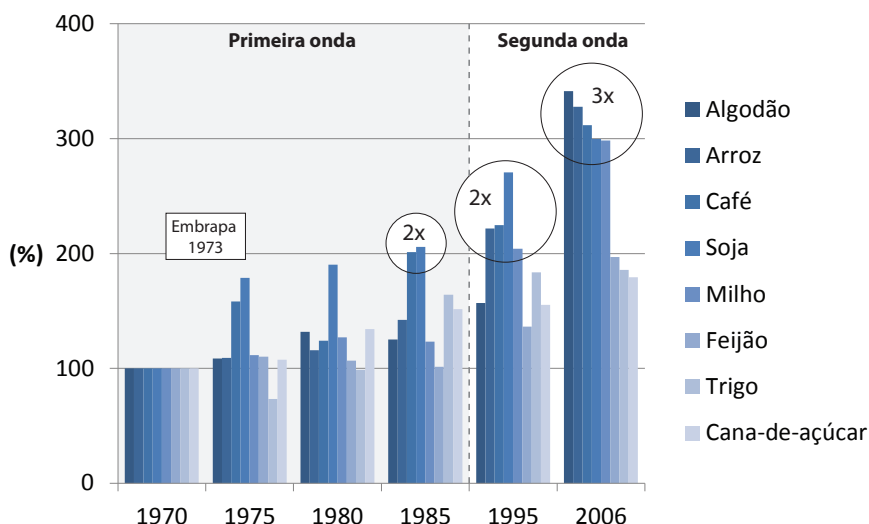
Fonte: Embrapa, crédito fotográfico – Fabiano Marques Dourado Bastos.

8. Doença amplamente disseminada nas regiões produtoras dessa leguminosa, mas com impacto cada vez menor devido à resistência das novas cultivares.

Conforme a figura 4.5, ao comparar a quantidade produzida por área colhida de diferentes cultivos, nota-se que apenas os rendimentos da soja e do café duplicaram até 1985, resultado diretamente ligado à primeira onda de crescimento e a transformações institucionais. Depois de 1985, de acordo com a segunda onda de crescimento, o aumento do rendimento generalizou-se, sendo que algodão, arroz, café, soja e milho triplicaram a quantidade produzida por hectare em todo o período analisado.

FIGURA 4.5

**Varição percentual do rendimento (quilogramas por hectare) de diferentes cultivos no Brasil de 1970 a 2006**



Fonte: IBGE (2015) – vários censos agropecuários.

Aliada a todas as transformações, a partir de 2009, a população urbana mundial ultrapassou a rural, e essa situação, juntamente ao crescimento das economias emergentes, aumentou a *demand por alimentos*, o que vem ampliando o consumo por proteína animal e vegetal no mundo. O agrupamento das inovações aqui detalhadas desde o estabelecimento de uma rede de conhecimento centrada na Embrapa foi impulsionado por fatores de oferta e de demanda, os quais permitiram a expansão da área agricultável, o crescimento produtivo e a elevação da competitividade internacional.<sup>9</sup> Os resultados no exemplo brasileiro foram extraordinários.

9. Demarcadas ao longo do texto, as inovações puxadas pela demanda e pela oferta podem ser enumeradas, respectivamente: *i*) técnicas de calagem e de correção do solo; *ii*) tropicalização dos cultivos; *iii*) controle de novas pragas; *iv*) intensificação da mecanização; *v*) fixação biológica de nitrogênio; *vi*) maior demanda por ração animal; *vii*) cruzamento de plantas e animais; *viii*) duas safras de verão (primeira safra mais safrinha); *ix*) plantio direto; *x*) biotecnologia; *xi*) integração produtiva; *xii*) demanda por alimentos; e *xiii*) acumulação de conhecimento (fluxos migratórios).



A produção de alimentos aumentou mais de oito vezes, enquanto o tamanho da população pouco mais que dobrou, aumentando assim a produção agrícola *per capita* no Brasil. Essa *performance* afastou o risco de desabastecimento, redistribuiu renda e impulsionou o comércio exterior. Desde 1980, o país tornou-se exportador líquido de bens agropecuários.

### O PAPEL DA EMBRAPA NO DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO

Como discutido por Alves (2010) e por Correa e Schmidt (2014), o sucesso do modelo da Embrapa pode ser organizado em quatro pontos: *i*) independência política e níveis adequados de financiamento público; *ii*) investimento em capital humano; *iii*) desenvolvimento de redes estratégicas de inovação; e, por fim, *iv*) orientação institucional e política de direito de propriedade intelectual. Havia um problema bem especificado no setor produtivo e a criação da Embrapa representava a solução.



**COMPROMISSO COM OS PRINCÍPIOS** – A composição da diretoria da Embrapa com grupos comprometidos com a filosofia de mudança e apoiados diretamente pela presidência da república, nos seus primeiros anos de existência, foi essencial para consolidar a transição do passado com a modernização do sistema nacional de inovação agropecuária. Eliseu Alves (em 1984, junto ao presidente João Baptista de Oliveira Figueiredo) tornou-se o segundo presidente da Embrapa no período de 1979 a 1985, dando continuidade ao trabalho realizado anteriormente. Como diretor, de 1973 a 1979, concebeu e executou o programa de pós-graduação. Como presidente, fez deste programa uma prioridade, atingindo a marca de 1.375 pesquisadores mestres e doutores conjuntamente. Simultaneamente, contribuiu para edificar a imagem da empresa como referência internacional, expandindo as parcerias internacionais de pesquisa.

Fonte: Embrapa, registro histórico.

No que tange ao primeiro ponto, de 1973 até 1982, a organização institucional, concebida de modo ousado e moderno, não passava de uma promessa. Investimentos foram realizados na contratação de pessoal (tanto nas áreas meio quanto finalística)<sup>10</sup> e em infraestrutura, aproximadamente um gasto médio anual de R\$ 1,1 bilhão a preços de 2013. O custo foi arcado pelo governo brasileiro na promessa de que a Embrapa representaria a modernização do setor, sendo esta uma meta de longo prazo. Todavia, no intuito de justificar esse aporte financeiro, foi preciso no curto prazo ser objetivo na entrega de resultados. O sucesso não seria alcançado sem a correta disseminação dos resultados e, para isso, atenção especial foi dada à divulgação e imagem da empresa. A comunicação direta com a Presidência, o Senado e o Congresso Nacional e o forte lobismo setorial foram decisivos na garantia de orçamento estável para a Embrapa, principalmente no momento em que não existiam respostas concretas aos desafios macroeconômicos estabelecidos.

De 1982 a 1991, a empresa passou por uma fase de consolidação, já que os primeiros resultados apareceram – o caso da soja e a expansão da fronteira agrícola no Cerrado. O investimento médio anual nesse período ficou em torno de R\$ 1,6 bilhão a valores de 2013. De 1991 em diante, a Embrapa deixou de ser uma promessa e virou realidade. O governo e a sociedade não questionavam a sua importância. O retorno era perceptível na transformação do setor e o montante despendido anual alcançou cifra de R\$ 1,8 bilhão. A figura 4.6 mostra a evolução dos recursos aplicados na empresa em três fases: promessa, consolidação e resultados. A participação do gasto no PIB agropecuário foi crescente, notadamente nas fases de promessa e consolidação. O ápice da série ocorreu em 1996 com 1,38%, indicador comparável, segundo Correa e Schmidt (2014), ao de países desenvolvidos, tais como Canadá (1,2%), Estados Unidos (1,4%) e Austrália (0,8%).

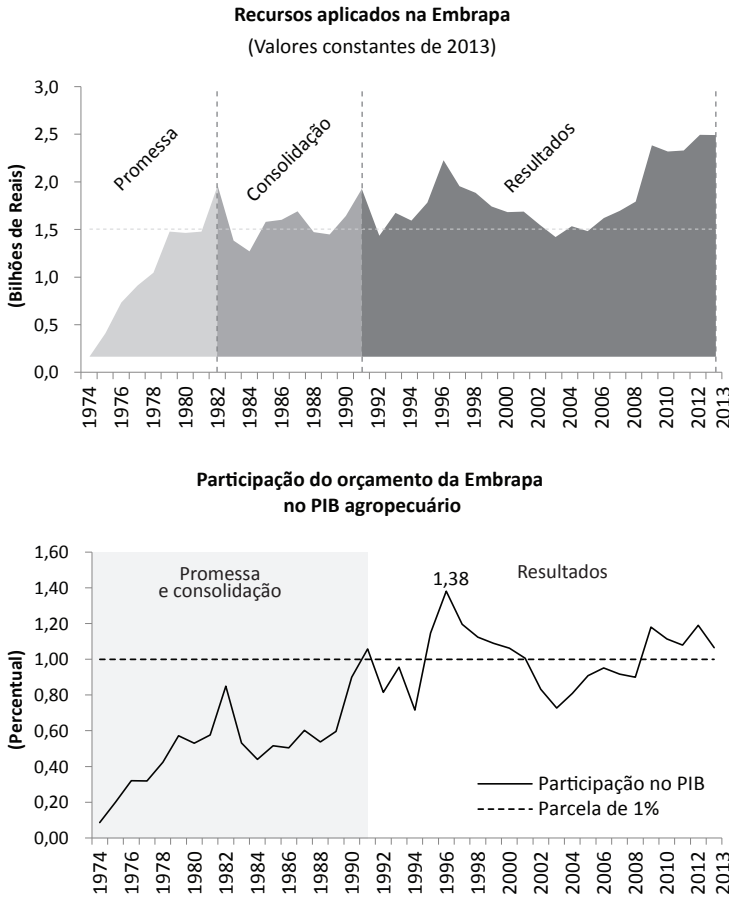
Em relação ao segundo ponto, o programa de capacitação interna dos pesquisadores teve prioridade máxima na política de recursos humanos. Como mostrado por Alves (2010), seria preciso desenvolver capital humano, que fosse criativo conforme o surgimento de problemas da agricultura tropical e que estimulasse ambiente favorável à interação e à cooperação nas redes internacionais de pesquisa. Nesse sentido, estabeleceu-se uma carreira focada na qualificação científica dos pesquisadores, criando três níveis de progressão funcional: *i*) bacharelado; *ii*) mestrado; e *iii*) doutorado, sendo este último o nível mais elevado. Ainda assim, a empresa manteve um programa de treinamento de pós-graduação (focado no doutoramento), que atendesse aos interesses domésticos, mas que obtivesse padrões de exigência dos melhores centros de estudos dos países avançados. Segundo Alves (1984), nos primeiros 10 anos, 20% do orçamento total da

---

10. Por área finalística, entende-se a pesquisa propriamente dita.

instituição foi destinado ao treinamento e ao aprimoramento profissional. O patamar salarial aliado a benefícios (como plano de saúde e aposentadoria diferenciada) era bastante favorável. Além disso, havia um sistema de promoção por mérito, seja no âmbito individual, de grupo, seja no de unidade de pesquisa.

FIGURA 4.6  
**Gastos governamentais na Embrapa e participação do orçamento no PIB do setor agropecuário brasileiro de 1974 a 2013**



Fonte: Embrapa/DAF (2015b).  
 Obs.: Valores corrigidos pelo IGP-DI; PLOA + PAC em valores correntes.

A figura 4.7 mostra o aumento do pessoal empregado, inclusive a progressiva importância dos pesquisadores com titulação mais elevada ao longo de todo o período. De 1973 a 2013, o percentual de pesquisadores no quadro de funcionários variou pouco, atingindo o pico de 26% em 2007. Entretanto, percebe-se que a política de elevar o número de pesquisadores doutores foi um objetivo acertado

desde a década de 1970. De acordo com Alves (2010), o princípio da substituição ordenada mantinha a idade média dos doutores em 45 anos e contribuía para disseminar o trabalho em equipe. A ideia por detrás deste raciocínio era a de que um pesquisador defende o seu doutorado aos 30 anos e, assim, teria um horizonte de mais 30 anos de trabalho, sendo que a metade daria 15 anos. Portanto, a soma de 30 com 15 alcançaria os 45 anos estabelecidos como meta. Dessa forma, um jovem doutor teria 15 anos de vida profissional ao lado de pesquisadores seniores, que, no decorrer de sua trajetória, eram estimulados a compartilhar o conhecimento. No começo, havia predominância de pesquisadores de nível I, situação que se inverte em 1978 com o maior número de mestres (ou pesquisadores nível II). Somente a partir de 2000, o número de pesquisadores doutores (nível III) ultrapassa o de mestres e se torna preponderante. Em 2013, o número total de empregados era de 9.777, sendo 2.429 pesquisadores. Do total de pesquisadores, 83% tinha titulação de doutor.<sup>11</sup>

O terceiro ponto diz respeito ao desenvolvimento de redes estratégicas de inovação. Os trabalhos colaborativos com instituições estrangeiras foram fundamentais na busca de soluções tecnológicas. A Embrapa firmou ações multilaterais com o CGIAR, que foi muito importante, no início, para definir os rumos da pesquisa e treinar cientistas, e que tem contribuído, recentemente, no relacionamento do Brasil com a África, a América Latina e a Ásia. A cooperação com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) foi efetiva na transferência de conhecimento para adaptar o cultivo de soja ao clima tropical. Na França, foram assinados acordos com três instituições: o Instituto Nacional de Pesquisa Agronômica (INRA), o Centro Internacional de Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento (CIRAD) e o Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento (IRD). No Japão, buscou-se parceria com o Centro de Pesquisa Internacional Japonesa em Ciências Agrárias (JIRCAS). Além disso, vários acordos de cooperação bilateral foram implementados, tais como INTA-Argentina, CSIRO-Austrália, BBSRC-Reino Unido, Corpoica-Colômbia, INIA-Uruguaí e INIA-Chile.

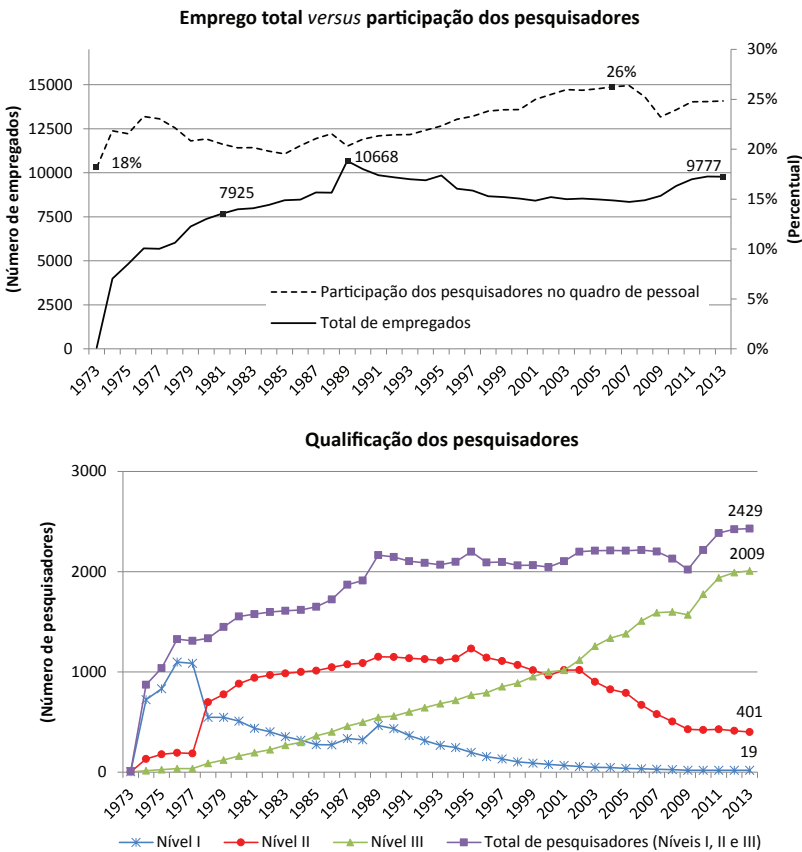
Inserido nessa rede de pesquisa, o intercâmbio de germoplasma impulsionou os programas de melhoramento genético, aumentando o rendimento das cultivares e forrageiras. Entendeu-se que a pesquisa agrícola de ponta manter-se-ia apenas com intenso programa de cooperação técnica e científica entre as instituições internacionais de reconhecida competência. Em 1990, visando estreitar as relações com cientistas americanos, criou-se o primeiro laboratório virtual no exterior (Labex), que permitiu troca de experiência e definição de trabalhos conjuntos. Devido ao sucesso dessa iniciativa, o projeto expandiu-se para a Europa (2002)

---

11. Por comparação, o Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) da Argentina emprega mais de 2.300 pesquisadores, dos quais menos de 20% possuem doutorado (Correa e Schimidt, 2014).

junto à Agropolis Internacional com sede na França, para a Coreia do Sul (2009) e para a China e o Japão (2012). Da mesma forma, tem-se o fluxo inverso de pesquisadores das instituições parceiras para desenvolver atividades de pesquisa de interesse mútuo nas unidades da Embrapa. Os objetivos do programa são: *i*) gerar tecnologias inovadoras para a agricultura brasileira; *ii*) promover pesquisa colaborativa na fronteira do conhecimento; *iii*) fortalecer as redes multidisciplinares e institucionais; e *iv*) monitorar tendências no cenário internacional.

FIGURA 4.7  
Total de empregados e qualificação dos pesquisadores da Embrapa de 1973 a 2013



Fonte: Embrapa/DGP (2015c).

Por fim, quanto ao quarto ponto, a missão da Embrapa sempre esteve orientada, de um lado, a viabilizar soluções de pesquisa para o desenvolvimento tecnológico aplicado. Para tanto, o modelo organizacional foi estruturado em unidades

descentralizadas de pesquisas, mas que estariam vinculadas a um planejamento central.<sup>12</sup> As unidades foram distribuídas no território e especializadas em áreas ecorregionais, de produtos e de temas básicos (ver figura 4.8). Com abrangência nacional, capilaridade e atuação diversificada local, seria possível compreender os principais desafios do lado microeconômico. De outro lado, a política de transferência de conhecimento foi organizada de modo a estimular os mecanismos de mercado. Nesse processo, não caberia à Embrapa vender tecnologias e competir com o setor privado. A participação do setor público ocorreria no aspecto da regulação. Segundo Marra, Souza e Alves (2013), em relação aos direitos de propriedade, os papéis da Embrapa resumir-se-iam a produzir insumos e material genético, estimular o mercado a difundir as tecnologias, associar-se à iniciativa privada quando necessário, realizar pesquisas estratégicas de elevado risco e de longo prazo de maturação, bem como evitar conflitos de interesses, como, por exemplo, o desenvolvimento de uma cultivar que reduza o uso de agroquímico altamente rentável ou mesmo a elaboração de pesquisas em áreas que o mercado não teria interesse autônomo.

Na década de 1990, instituiu-se o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA),<sup>13</sup> compreendendo a Embrapa (46 unidades descentralizadas e 16 escritórios), as organizações estaduais de pesquisa,<sup>14</sup> as universidades e demais instituições, públicas e privadas, vinculadas à atividade agropecuária. Procurou-se compatibilizar as diretrizes e estratégias da pesquisa agropecuária com as políticas de desenvolvimento, eliminando a sobreposição e a ineficiência alocativa dos recursos. No Brasil, conforme mostrado por Vieira Filho e Vieira (2013), o cenário da pesquisa científica no desenvolvimento de variedades de plantas agrícolas mudou sensivelmente após a promulgação, em 1997, da Lei de Proteção de Cultivares.<sup>15</sup>

---

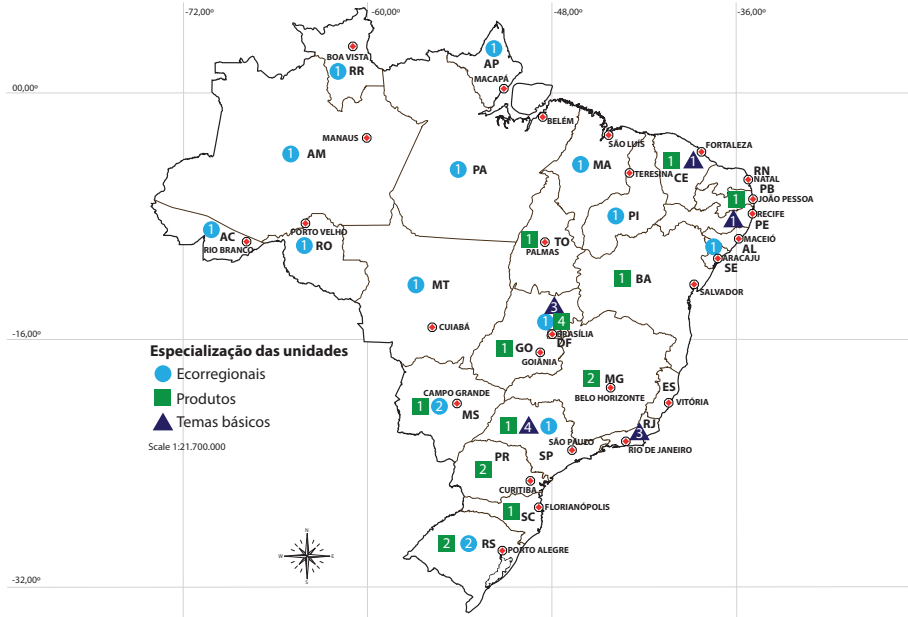
12. Exemplo de uma diretriz nacional, mas focada na região, foi o zoneamento agrícola, que foi elaborado nos anos 2000 para minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos, identificando no âmbito municipal a melhor época de plantio das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclo de cultivares. Essa atividade contribuiu para melhorar a gestão e trouxe redução significativa dos gastos com seguro agrícola.

13. O SNPA foi instituído em 1992 pela portaria de nº 193, de 7/8/1992, do Ministério da Agricultura, autorizado pela Lei Agrícola (Lei nº 8.171, de 17/1/1991).

14. As Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuárias (OEPAs) são compostas por 21 entidades. Dos 26 estados brasileiros, 16 possuem instituições de pesquisa agropecuária, concentradas na sua maioria nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. São quase 1.800 pesquisadores que realizam 2.100 projetos de pesquisa e desenvolvimento, nos seus 230 laboratórios e 215 estações experimentais. Em um país continental como o Brasil, as especificidades regionais definem estratégias diferenciadas de pesquisa para cada macrorregião brasileira.

15. O marco regulatório brasileiro referente à propriedade intelectual passou por transformações significativas a partir da assinatura, em 1996, do acordo internacional Trips. Em seguida, em 1997, com a promulgação da Lei de Proteção de Cultivares, introduziu-se uma política de proteção intelectual específica para a agricultura. Como o desenvolvimento de uma nova variedade demanda tempo (em média, 10 anos), foi preciso que a economia estivesse preparada para regular a questão dos direitos de propriedade para remunerar o capital de investimento na pesquisa (Vieira Filho e Vieira, 2013).

FIGURA 4.8  
Quantitativo das unidades ecorregionais, de produtos e de temas básicos da Embrapa



Unidades Ecorregionais	Unidades de Produtos	Unidades de Temas Básicos
Embrapa Acre (AC)	Embrapa Algodão (PB)	Embrapa Agrobiologia (RJ)
Embrapa Agropecuária Oeste (MS)	Embrapa Arroz e Feijão (GO)	Embrapa Agroenergia (DF)
Embrapa Agrossilvipastoril (MT)	Embrapa Caprinos e Ovinos (CE)	Embrapa Agroindústria de Alimentos (RJ)
Embrapa Amapá (AP)	Embrapa Florestas (PR)	Embrapa Agroindústria Tropical (CE)
Embrapa Amazônia Ocidental (AM)	Embrapa Gado de Corte (MS)	Embrapa Indústria Agropecuária (SP)
Embrapa Amazônia Oriental (PA)	Embrapa Gado de Leite (MG)	Embrapa Instrumentação (SP)
Embrapa Cerrados (DF)	Embrapa Hortaliças (DF)	Embrapa Meio Ambiente (SP)
Embrapa Clima Temperado (RS)	Embrapa Mandioca e Fruticultura (BA)	Embrapa Monitoramento por Satélite (SP)
Embrapa Cocais (MA)	Embrapa Milho e Sorgo (MG)	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (DF)
Embrapa Meio-Norte (PI)	Embrapa Pesca e Aquicultura (TO)	Embrapa Solos (RJ/PE)
Embrapa Pantanal (MS)	Embrapa Soja (PR)	Embrapa Gestão Territorial (SP)
Embrapa Pecuária Sudoeste (SP)	Embrapa Suínos e Aves (SC)	Embrapa Informação Tecnológica (DF)
Embrapa Pecuária Sul (RS)	Embrapa Trigo (RS)	Embrapa Produtos e Mercado (DF)
Embrapa Rondônia (RO)	Embrapa Uva e Vinho (RS)	Embrapa Quarentena Vegetal (DF)
Embrapa Roraima (RR)	Embrapa Café (DF)	
Embrapa Semiárido (PE)		
Embrapa Tabuleiros Costeiros (SE)		

Fonte: Embrapa (2015a).

Obs.: A numeração identifica a quantidade de unidades em cada Unidade da Federação.

Pelos dados da tabela 4.1, separando-se pelos cultivos de maior importância econômica, tem-se o número acumulado de cultivares protegidas no Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC). De 1998 a 2016, nota-se um crescimento do número de cultivares protegidas no mercado brasileiro, que saltou de 104 para 2.212. Apenas no mercado de soja, em 1998, eram 64 cultivares protegidas. Em 2016, as cultivares totalizavam 769, sendo cerca de 22% de propriedade da Embrapa. Das 171 cultivares de soja protegidas pela Embrapa, 76 eram transgênicas. Quando se observa outras cultivares, no ano de 2016, a presença da Embrapa

também foi relevante, como no milho (78%), no algodão (37%) e no trigo (32%). Independentemente desses resultados, a Embrapa possui cerca de um quinto (20%) da proteção em outras variedades. Pode-se perceber que a inovação no setor tem sido contínua. Os mecanismos de proteção da propriedade intelectual foram fundamentais para este crescimento, visto que são essenciais na organização e na gestão do conhecimento e da inovação no agronegócio, fortalecendo a institucionalidade da pesquisa pública e privada. Houve um aumento considerável do número de cultivares registradas.

TABELA 4.1  
Número acumulado de cultivares protegidas no SNPC no Brasil  
(1998-2016)

Cultivares protegidas por produtos	Cultivares acumuladas nos anos									
	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
<b>Total de cultivares (a)</b>										
Soja	64	145	207	312	406	464	568	700	774	769
Trigo	7	27	39	67	84	90	104	134	140	131
Cana-de-açúcar	7	26	41	52	72	83	97	117	113	107
Algodão	1	13	31	48	57	61	66	67	76	70
Milho	2	19	27	31	50	42	53	52	50	36
Café	0	0	0	1	6	7	7	9	17	17
Outras*	23	59	112	249	385	608	822	1.004	1.133	1.082
<b>Total</b>	<b>104</b>	<b>289</b>	<b>457</b>	<b>760</b>	<b>1.060</b>	<b>1.355</b>	<b>1.717</b>	<b>2.083</b>	<b>2.303</b>	<b>2.212</b>
<b>Cultivares da Embrapa (b)</b>										
Soja	18	51	72	99	131	141	163	178	172	171
Trigo	3	9	13	21	33	35	37	43	45	42
Cana-de-açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Algodão	0	6	12	20	21	24	26	28	31	26
Milho	2	17	24	25	27	28	42	44	42	28
Café	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Outras*	7	18	34	55	67	82	126	162	191	216
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>101</b>	<b>155</b>	<b>220</b>	<b>279</b>	<b>310</b>	<b>394</b>	<b>456</b>	<b>482</b>	<b>484</b>
<b>Participação Embrapa (b/a)</b>										
Soja	28,1	35,2	34,8	31,7	32,3	30,4	28,7	25,4	22,2	22,2
Trigo	42,9	33,3	33,3	31,3	39,3	38,9	35,6	32,1	32,1	32,1
Cana-de-açúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Algodão	-	46,2	38,7	41,7	36,8	39,3	39,4	41,8	40,8	37,1
Milho	100,0	89,5	88,9	80,6	54,0	66,7	79,2	84,6	84,0	77,8
Café	-	-	-	-	-	-	-	11,1	5,9	5,9
Outras*	30,4	30,5	30,4	22,1	17,4	13,5	15,3	16,1	16,9	20,0
<b>Percentual total</b>	<b>28,8</b>	<b>34,9</b>	<b>33,9</b>	<b>28,9</b>	<b>26,3</b>	<b>22,9</b>	<b>22,9</b>	<b>21,9</b>	<b>20,9</b>	<b>21,9</b>

Elaboração dos autores, com base no SNPC (2016).

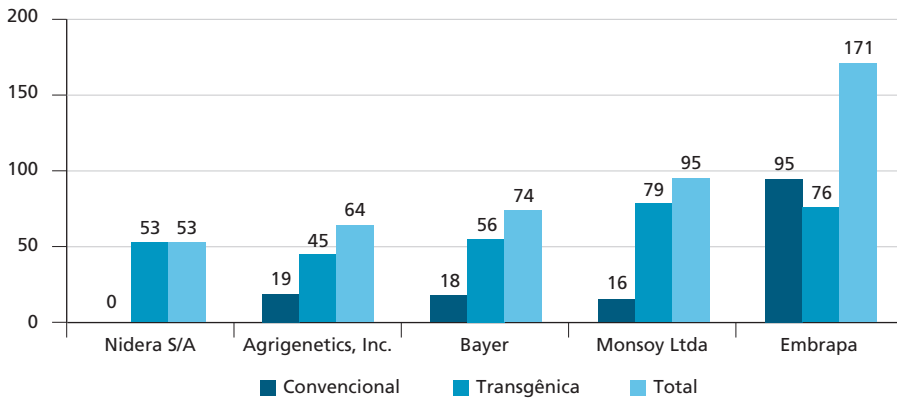
Obs: (\*) Na classificação *Outras*, encontram-se hortaliças, flores, frutas e outros grãos de menor importância em termos de valor produtivo.



Desde a promulgação da Lei de Proteção de Cultivares, embora a Embrapa venha perdendo participação ao longo do tempo, a empresa ainda se manteve na liderança na obtenção de cultivares protegidas. Pressupõe-se, portanto, que há um aumento da participação privada no mercado, apesar da pesquisa pública ser relevante. De 2000 em diante, a indústria de sementes passou por significativa reestruturação. Em 2016, diversas empresas já disputavam o mercado e possuíam programas específicos de melhoramentos. A figura 4.9 indica as cinco maiores empresas atuantes na área de melhoramento genético – convencional e transgênico – no mercado de soja, com dados do SNPC.

FIGURA 4.9

**Número de cultivares protegidas de soja – convencionais e transgênicas – pelas principais empresas detentoras (1998-2016)**



Elaboração dos autores, com base no SNPC (2016).

Conforme Alves e Silva (2013), a disseminação de tecnologia por instituições públicas de pesquisa – entendendo que a Embrapa é central neste processo – foi em parte atendida no Brasil ao longo das últimas décadas, já que a agricultura com acesso a mercados foi capaz de contratar assistência técnica e extensão rural. Porém, a produção mal equipada e pouco assessorada ficou à margem da modernização agrícola. Essa situação ocorre, pois existe uma imperfeição de mercado. Os grandes produtores compram insumos a um preço menor e vendem os seus produtos a um valor mais elevado. Os pequenos produtores, ao contrário, pagam caro pelos insumos e vendem os bens agrícolas abaixo do que remunera os fatores de produção. A consequência direta é que essa parcela dos produtores não foi capaz de adquirir adequada consultoria técnica, o que diminuiu a capacidade de absorção de tecnologia e comprometeu a eficácia do sistema. Não se tem dúvida de que o modelo embrapiano foi bem-sucedido aplicado ao caso brasileiro; contudo, o sucesso futuro depende de reestruturar a assistência técnica à produção que está à margem do acesso aos mercados.



## **ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO NO BRASIL: EXPERIÊNCIA CONTEMPORÂNEA**

O desenvolvimento econômico brasileiro divide-se em três momentos bem distintos em relação à participação do Estado na economia. O primeiro contempla a presença estatal na organização das atividades econômicas. Esse período vai até fins da década de 1980 e foi caracterizado pelo forte intervencionismo público, bem como pela adoção do modelo substitutivo de importações. A partir da década de 1990, com a liberalização comercial e financeira, as transformações ocorridas no segundo momento sinalizaram o contrário, uma transferência da participação estatal para uma maior inserção do setor privado na produção. Neste segundo momento, caberia ao Estado um papel mais regulador do que produtor. Não obstante, desde 2004, embora não sendo possível o retorno ao padrão de intervencionismo passado, o “novo desenvolvimentismo” – terceiro momento – buscou ampliar a interferência pública nos mecanismos regulatórios, de forma a definir políticas setoriais específicas.

Este capítulo procura apresentar opções de política econômica e suas consequências futuras. Uma breve discussão sobre o passado pós-Segunda Guerra Mundial visa auxiliar no sentido de valorizar os desafios que se vislumbram pela frente e, simultaneamente, de mostrar a importância crucial do setor agropecuário no aumento da renda com a evolução do tempo. A redefinição estratégica de maior intervenção estatal na economia no momento recente, principalmente influenciada pelo *boom* das *commodities* minerais e agrícolas, teve consequências, que serão objeto de análise ao longo do capítulo.

### **APANhado GERAL DO DESEMPENHO ECONÔMICO NACIONAL**

O Brasil é uma das principais economias do mundo. Nos últimos quinze anos, a partir do ano 2000, o PIB do país avançou bastante, o que fez a economia saltar da décima para a sétima posição entre as maiores economias do mundo. Em termos populacionais, o número de habitantes ultrapassou os 200 milhões, o que coloca o país como a quinta maior população mundial. Porém, em termos *per capita*, ao analisar o PIB ajustado pela paridade de poder de compra, os resultados foram menos ilustres. O Brasil posiciona-se próximo da septuagésima quarta colocação (74<sup>ª</sup>) entre os seus homólogos globais, ficando atrás de países latino-americanos como Venezuela, Argentina, Uruguai e Chile. Logo, tamanho não se traduz automaticamente em aumento da produtividade nacional.

Durante grande parte do século 20, o Brasil alcançou uma das mais altas taxas internacionais de expansão, a partir de um ponto de partida baixo. Esse melhor desempenho foi sustentado até a década perdida de 1980, apesar de duas guerras mundiais e uma grande depressão na década de 1930. No período de 1930 a 1980, a política substitutiva de importações foi o fio condutor do desenvolvimento. Com a restrição da liquidez internacional a partir de 1980, tal como ocorrido em muitos vizinhos latino-americanos, o país atolou-se em dívidas e, cada vez mais, ficou incapaz de controlar a escalada da inflação. Entretanto, esse período foi curto e importantes lições foram aprendidas, o que permitiu a recuperação subsequente. A partir de 1990, buscou-se reestruturar a economia por meio de uma maior abertura comercial e financeira.<sup>1</sup>

Com o Plano Real, em 1994, o crescimento e a estabilidade dos preços finalmente foram atingidos. Nos primeiros oito anos do governo de Fernando Henrique Cardoso, o caminho foi definido pela estabilização e pela resposta a eventos externos negativos. De acordo com o programa de governo, além da manutenção da estabilização monetária, a agricultura estava entre as metas prioritárias, que incluíam também a educação, o emprego, a saúde, a segurança, a habitação, o saneamento e o turismo. O diagnóstico mostrava que, ao passo em que se instalou no país uma moderna agricultura, havia uma parcela grande de pobreza que se manifestava de forma tão aguda quanto nas áreas urbanas. Seria necessário expandir empregos dentro do sistema produtivo. No intuito de criar um padrão de desenvolvimento sustentável, a base do modelo de crescimento passaria a ser o fortalecimento econômico e social do interior, sendo condição essencial para a cidadania no meio rural, o que reduziria os pontos de estrangulamentos nas zonas urbanas.

O que emergiu foi um melhor resultado dos fundamentos macroeconômicos, que foram mantidos pelo governo de Luís Inácio Lula da Silva. Com a melhoria dos termos de troca<sup>2</sup> e a conjuntura externa favorável, os benefícios logo surgiram e a agricultura destacou-se. O desemprego e a pobreza diminuíram por meio do crescimento econômico e, conseqüentemente, da distribuição de renda – muito desigual –, que melhorou nesse período. O aumento real do salário-mínimo desde o controle inflacionário contribuiu para essa dinâmica, assim como o programa

---

1. Para compreender a dimensão da abertura comercial, a tarifa média de importação, segundo Baumann, Rivero e Zavattiero (1997), caiu pela metade em três anos após 1990. A alíquota média estava em torno de 32,1%, em 1990, enquanto ficou em 16,5% no ano de 1993. Em 1995, a alíquota chegou ao nível de 13,1%. De 1996 em diante, conforme Averburg (1999), observou-se pequeno viés de alta, mas nada que voltasse aos patamares anteriores à década de 1980. Conforme Baumann (2015), as alíquotas continuaram em queda até 2005 (10,9%), e voltaram a subir levemente depois deste período, alcançando valor próximo de 12,3%. Embora essa taxa fosse menor do que no início da década de 1990, o resultado comparativo com outros países emergentes mostrava que as alíquotas brasileiras ao final de 2013 se estabilizaram em patamares superiores.

2. O termo de troca é aqui designado pela razão entre os índices de preço das exportações com o das importações.

Bolsa Família,<sup>3</sup> uma política unificada de transferência condicional de renda. A atenção voltou-se a outros programas sociais, tendo melhorias diretas nas áreas da saúde, da educação e da segurança social.

Conforme Hoffmann (2013), as transferências federais, por serem progressivas, contribuíram com cerca de 15 a 20% na redução da desigualdade da distribuição de renda no Brasil de 2001 a 2011. Ao analisar o período a partir de 1995, constatou-se a grande importância das mudanças na distribuição do rendimento do trabalho, mas ficou evidente a extraordinária contribuição das transferências sociais, particularmente do Bolsa Família, dada sua pequena participação da renda total.

Em 2008, tem-se a crise internacional. Contudo, em 2010, a rápida recuperação proporcionou um crescimento econômico da ordem de 7,5% ao ano. As expectativas ressurgiram: o Brasil não estaria condenado ao *fracasso de Sísifo* e logo conseguiria ingressar ao *status* de economia desenvolvida. Porém, com a presidência de Dilma Vana Rousseff, em 2011, o baixo crescimento e a elevada inflação retornaram. Os primeiros anos de governo foram marcados por moderado crescimento, mas com inflação mantida no topo da meta inflacionária. A estagnação emergente seria um problema a ser enfrentado. Buscando evitar o quadro recessivo, o debate na campanha presidencial de 2014 focou somente na discussão da política industrial e da necessidade de ampliar o investimento na infraestrutura urbana, mas muito pouco se ateuve em como assegurar a continuidade da participação brasileira no comércio mundial ou mesmo como aumentar a produtividade em toda a economia.

#### PROCESSO SUBSTITUTIVO DE IMPORTAÇÕES NO BRASIL<sup>4</sup>

Após a Segunda Guerra Mundial, a industrialização evoluiu como consequência deliberada da intervenção estatal. O intervencionismo anteriormente adotado era mais dependente de um ajuste passivo às mudanças das condições externas. Os argumentos antiliberais a favor da industrialização pautavam-se por duas frentes, como observadas por Bielschowsky (2000). A primeira concentrava-se no planejamento com protecionismo, e a segunda no apoio creditício governamental, além de investimentos estatais. Três elementos caracterizavam o modelo de desequilíbrio que surgiu.

3. O programa Bolsa Família é a unificação e a continuação de vários programas de transferência de renda criados após a estabilização monetária. Para tanto, no que tange à gestão de Fernando Henrique Cardoso, no início da década de 2000, foram unificados o Programa Nacional de Renda Mínima vinculada à Educação, o Cadastro Único do Governo Federal, o Programa Nacional de Renda Mínima vinculada à Saúde e o Programa Auxílio-Gás. Além disso, quanto ao governo Lula, a unificação somou-se à iniciativa do "Fome Zero" pelo Programa Nacional de Acesso à Alimentação. Assim, o mecanismo unificado condicional de transferência de renda – Bolsa Família – simplificou os esforços de políticas sociais passadas em um grande programa, que atendeu, em 2013, cerca de 13,8 milhões de famílias, ou quase um quarto da população brasileira (Campello e Neri, 2013).

4. Esta seção e a próxima foram discutidas com muito mais detalhe em dois estudos de Fishlow (1973; 1989). Para referência adicional, confira Abreu, Bevilacqua e Pinho (2003).

O primeiro elemento estava relacionado à dependência da política comercial que transferia grande parte dos recursos da agricultura para a indústria. Logo no início, a taxa de câmbio sobrevalorizada tributava a agricultura, enquanto subsidiava a indústria por meio da necessidade das importações. Mais tarde, no entanto, essa vantagem para a indústria mediante taxas de câmbio mais favoráveis cedeu lugar às políticas de apoio fiscal, na medida em que os preços de exportação primária começaram a cair logo após o avanço da Guerra da Coreia. De fato, até o final da década de 1950, os produtores de café também exigiam e recebiam subsídios.

O segundo elemento impôs uma nova característica de rápido crescimento industrial, anteriormente ausente, que era o aumento contínuo e sistemático dos níveis de inflação. O avanço dos gastos do governo para apoiar subsídios setoriais, infraestrutura necessária e urbanização não foi acompanhado por elevação dos impostos. O déficit fiscal cresceu em conformidade, sendo financiado pela acomodação da expansão monetária e da poupança interna forçada como resposta ao aumento progressivo da inflação.

O terceiro elemento diz respeito à dependência de capital estrangeiro. O investimento direto no dinâmico setor industrial contribuiu para os requisitos tecnológicos da produção de manufaturas mais sofisticadas e diversificadas. Bens de consumo duráveis e setores industriais intermediários, como consequência, foram favorecidos pelo governo, razão pela qual não poderiam expandir apenas sob os auspícios da economia doméstica. O investimento estrangeiro foi especialmente necessário para financiar a importação de bens de capital, na medida em que as receitas de exportação estavam estagnadas desde 1953.

A teoria do desenvolvimento periférico da Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (Cepal) surgiu como proposta de justificar o modelo de intervenção estatal, buscando reconhecer e contornar o problema dos termos de troca declinantes, o desemprego como influência do baixo crescimento da demanda internacional por produtos primários, o desequilíbrio estrutural do balanço de pagamentos e a vulnerabilidade aos ciclos econômicos resultantes da especialização em atividades de exportações.

Os conceitos “centro” e “periferia” foram empregados para descrever a difusão do progresso técnico entre os países e para explicar a distribuição desigual dos ganhos relativos. Cabia à América Latina, como parte da periferia, o papel específico de produzir alimentos e matérias-primas para os centros industrializados, ou países desenvolvidos. Os benefícios do aumento da produtividade não eram incorporados pela periferia, ou regiões subdesenvolvidas. Segundo Prebisch (1949), a industrialização não era incompatível com a produção de países exportadores de bens primários. Entretanto, o progresso técnico seria mais acentuado na indústria que na produção primária.

O argumento era que a produtividade crescia de forma mais intensa na indústria comparada à agricultura, ou mesmo aos setores minerais. Portanto, a redução de custo advinda dos ganhos produtivos seria maior na indústria. Como Prebisch (1949) e Singer (1950) supunham que o mercado de bens primários operava em competição perfeita, no qual a elasticidade-renda da demanda seria maior para produtos manufaturados que para as *commodities*, os preços finais dos bens seriam mais elevados na indústria, o que, por sua vez, aumentaria a renda dos países com maior concentração industrial. Como também a curva de demanda seria menos elástica para produtos primários, a elevação da produtividade na agricultura, de um lado, resultaria em redução dos preços aos consumidores externos; enquanto, na indústria, de outro lado, o progresso técnico traduzir-se-ia em maiores rendas, beneficiando, sobretudo, os produtores nacionais.

Logo, a deterioração dos termos de troca poderia ser explicada pelas assimetrias no âmbito da tecnologia, da inovação e da estrutura econômica dos mercados (trabalho e produto). Os fatores responsáveis pela queda dos termos de troca associam-se à existência de poder de mercado no setor industrial em relação aos mercados competitivos de *commodities* (Singer, 1950; Mollic *et al.*, 2008), às diferenças nas elasticidades-renda e na demanda por produtos manufaturados e primários (Prebisch, 1949; 1963), bem como à distribuição desigual de tecnologia, capital humano e conhecimento entre o centro e a periferia (Prebisch, 1963; Krugman, 1979; Grossman e Helpman, 1991; Ocampo e Parra, 2003).

Vale observar que os termos de troca eram desfavoráveis de 1954 a 1963, período que foi explicado pela hipótese estruturalista Prebisch-Singer. O subdesenvolvimento da América Latina era explicado pela dependência das exportações de matérias-primas, enquanto aos países centrais cabiam as exportações de bens industrializados (Prebisch, 1949; Singer, 1950). No comércio internacional, as economias periféricas transferiam renda aos países desenvolvidos, inibindo sua própria industrialização. Esse ponto foi uma das justificativas para estimular o processo de “substituição de importações” (Tavares, 1972), bem como para elevar o protecionismo que pretendia reduzir as importações de manufaturas para promover a produção doméstica.

O modelo de desequilíbrio baseado na substituição de importações foi objeto de revisão. A sobrevalorização do câmbio finalmente teve seus efeitos por meio da inibição da evolução das exportações mais diversificadas. Essa falha, por sua vez, interrompeu o acesso às importações necessárias ao crescimento econômico sustentado. Os impostos necessários foram além da bonança temporária dos lucros da produção cafeeira. A poupança forçada dependia de um aumento contínuo da taxa de inflação, e sua aceleração provocou distorções adicionais. Os salários reais do número de um número crescente de trabalhadores urbanos caíram em

vez de aumentar, e foram sensíveis à alta variabilidade da oferta agrícola, tecnologicamente atrasada. Como a inflação cresceu para 40% até ao final da década de 1950, a resistência dos sindicatos correspondentes começou a se manifestar.

O investimento estrangeiro, complementado por entradas de capital de curto prazo, que eram atraídas por retornos muito favoráveis, não era uma fonte estável e confiável das finanças. O investimento em novas atividades foi agrupado em projetos concluídos, como ficou evidente no setor automobilístico. O governo adotou taxas múltiplas de câmbio, no intuito de priorizar o desenvolvimento estratégico de certos setores industriais. Com o objetivo de aumentar as exportações e desestimular as importações não essenciais, instituiu-se, em 1953, a Instrução nº 70 da Superintendência da Moeda e do Crédito (Sumoc),<sup>5</sup> a qual introduziu mudanças no sistema cambial.

As principais alterações, conforme Vianna (1990) e Vianna e Villela (2005), foram o restabelecimento do monopólio cambial do Banco do Brasil, a extinção do controle quantitativo das importações substituído por leilões de câmbio e, no tocante às exportações, as taxas mistas foram substituídas por um sistema de bonificações sobre a taxa oficial. Com essas medidas, passaram a existir três tipos básicos de cobertura cambial para as importações: *i*) taxa oficial, sem sobretaxa, válida para produtos especiais (tais como trigo e papéis de imprensa); *ii*) taxa oficial, acrescida de sobretaxas fixas, para importações diretas do governo nas instâncias federal, estadual e municipal (a exemplo do petróleo e de seus derivados); e, finalmente, *iii*) taxa oficial, acrescida de sobretaxas variáveis, segundo lances realizados em leilões de câmbio, para as demais mercadorias importadas.

Em relação à receita fiscal obtida com essa alteração no sistema cambial, o saldo positivo seria utilizado para financiar a agricultura, mas, posteriormente, com menor rigidez, procurou-se minimizar o gasto do governo em geral, seja em obras de infraestrutura, seja no custeio da máquina pública. O resultado de médio prazo foi expansão dos dispêndios maior do que da receita, ampliação da oferta monetária, inflação e queda do investimento público e privado. A ideia era a de criar barreiras às importações para as quais existiam condições favoráveis à produção interna nacional. Esse não foi um processo suave, mesmo para uma economia tão grande como a do Brasil. Tempo foi necessário para permitir que um crescimento menos regular da oferta recuperasse a demanda.

Esforços para resolver essas contradições revelaram-se insuficientes. Novos produtos de exportação responderam lentamente às políticas mais favoráveis

---

5. Naquela época, a Sumoc era a autoridade monetária brasileira instalada dentro do Banco do Brasil, antes mesmo da criação do Banco Central, em 1964. O Banco do Brasil tinha função dupla que, além de regulador do sistema financeiro, operava como agente comercial no mercado de crédito, ou seja, as decisões regulatórias iam de encontro às atividades de banco pela busca de lucros privados.



e confrontaram um mercado mundial bastante competitivo, em que os preços primários estavam em queda. A política fiscal e monetária operou de forma irregular e inadequada. Os fluxos de capital estrangeiro secaram, provocando contínuas crises de balanço de pagamentos no início de 1960 e uma mal-sucedida e parcial liberalização no curto prazo sob o disfarce do Fundo Monetário Internacional (FMI). Circunstâncias políticas não ajudaram. O presidente Jânio da Silva Quadros, eleito democraticamente, renunciou; e seu sucessor, João Belchior Marques Goulart, foi deposto pela intervenção militar de 1964.

A década de 1960 foi marcada pelo risco de desabastecimento de alimentos no mercado doméstico. A solução desse problema era explicada por uma forte disputa entre dois grupos com pensamentos opostos. O debate se dava entre os defensores da reforma agrária, de um lado, e da modernização da agricultura, de outro. Para o primeiro, aumentar a produção estava associado à expansão da área cultivada. Para o segundo, a tecnologia seria o diferencial produtivo. De forma a contrastar a visão estruturalista, Schultz (1953) preconizava que a modernização da agricultura seria o núcleo central para o desenvolvimento de países como o Brasil, e essa proposta influenciou as diretrizes nacionais das políticas. O investimento em educação e pesquisa era visto como forma de possibilitar a utilização de tecnologias modernas. Nesse sentido, a viabilidade produtiva ocorria em conjunto com um pujante setor industrial fornecedor de insumos produtivos, potencializando os resultados do setor agropecuário. Foi nesse ambiente que a proposta de criação da Embrapa se consolidou de forma a contrapor uma solução ao problema enfrentado pela economia.<sup>6</sup>

Assim, o acesso à tecnologia era mais importante do que uma ampla reforma agrária. Embora o Brasil dependesse de alguns setores agropecuários para a geração de divisas, o país era importador líquido de alimentos. A agricultura brasileira carecia de modernização e estímulo no desenvolvimento de um ambiente institucional favorável ao setor. Mais tarde, tornou-se moda criticar essa deficiente industrialização por substituição de importações do ponto de vista das estratégias bem-sucedidas de desenvolvimento asiático ao final dos anos 1960 e início da década de 1970, que aumentaram as exportações industriais asiáticas para os países desenvolvidos. Três observações ajudam a interpretar as políticas seguidas sob uma ótica mais favorável.

Em primeiro lugar, a contribuição da substituição de importações durante os anos 1950 não foi um significativo componente da demanda doméstica por produtos manufaturados. A proporção das importações na produção nacional foi bastante baixa em 1949 e seu posterior declínio nos anos seguintes representou

---

6. Para uma extensa discussão teórica e histórica sobre a formação e criação da Embrapa como parte constituinte de um projeto de modernização da agricultura brasileira, confira Mengel (2015).

menos de um quinto do crescimento observado na indústria. Essa situação fazia um nítido contraste com a experiência da Grande Depressão. Mesmo uma taxa constante de importação sobre a renda teria permitido um crescimento mais vigoroso na indústria.

Em segundo lugar, a industrialização brasileira não era tão ineficiente como se mostrava a estrutura tarifária elevada. Altas taxas de proteção efetiva são o resultado de medidas administrativas para lidar com um saldo em conta-corrente deteriorado, e tais taxas não medem o diferencial do custo real. O milagre econômico do final da década de 1960 teve sua base centrada na estrutura industrial diversificada e no excesso de capacidade produtiva derivada do passado, ao invés de associar-se a um mistério divino. O desempenho positivo subsequente das exportações de manufaturas industriais do Brasil se beneficiou de subsídios, mas não inteiramente. O desenvolvimento industrial de capital intensivo acompanhou a taxa anual de crescimento da produtividade de 2,4%, que excedeu em muito a experiência anterior.

Em terceiro lugar, a desvalorização da taxa de câmbio desde o início para incentivar as exportações em setores específicos teria sido inadequada. A especialização na produção primária em finais da década de 1950 não representou uma solução viável. O Brasil enfrentou a competição internacional de outros produtores, mesmo na produção cafeeira. Políticas e prioridades logicamente favoreceram a indústria sob tais circunstâncias, e não foram contrárias às oportunidades do mercado externo como algumas análises retrospectivas sugerem.

No entanto, o compromisso incansável pela substituição de importações brasileira levou ao aumento da inflação doméstica e ao desequilíbrio da balança de pagamentos no início da década de 1960. A intervenção do FMI foi realizada tardiamente e em uma escala bem reduzida para ajudar. As circunstâncias políticas – a renúncia presidencial de Quadros e a radicalização de seu sucessor, o presidente Goulart – deterioraram-se rapidamente. Qualquer auxílio dos Estados Unidos na Aliança para o Progresso foi impedido.<sup>7</sup> Até o final de março de 1964, os militares intervieram e impuseram o que evoluiu para uma solução econômica bastante diferente.

---

7. A Aliança para o Progresso foi estabelecida no governo americano de John F. Kennedy, no ano de 1960, com o intuito de criar mecanismos de ajuda financeira que pudessem garantir estabilidade sociopolítica nos países latino-americanos e, concomitantemente, assegurar a hegemonia norte-americana na região, freando o avanço do socialismo. Tratava-se, por assim dizer, de um programa influenciado pelas teorias da modernização, como divulgado por Rostow (1960), em seu livro *"The stages of economic growth"*, mas uma clara reação à guerra fria, estabelecida pós-segunda guerra mundial. O crescimento estruturava-se em etapas, em uma escala crescente. O desenvolvimento da América Latina estava em uma etapa intermediária e tinha potencial para alcançar maturação em estágios mais avançados, desde que houvesse auxílio americano a estes países. Essa diretriz acabou por orientar a política geral do governo americano ao longo de toda década.

## **O MILAGRE ECONÔMICO BRASILEIRO, CHOQUE DO PETRÓLEO E DESCONTROLE INFLACIONÁRIO**

Esse novo modelo foi caracterizado por uma maior integração aos mercados internacionais; por uma capacidade fiscal maior e mais centralizada; por uma estrutura de subsídios e incentivos que favoreceu os lucros em detrimento dos salários; pela promulgação da correção monetária para diminuir a inércia inflacionária; pelas reformas institucionais modernizadoras e pela mudança nas regras do sistema de seguridade social, dos mercados financeiros internos, das leis fiscais etc.; e pela gestão econômica tecnocrática como contrapartida do controle político autoritário.

Para todo seu suposto compromisso com o capitalismo, essa estratégia nunca correspondeu a um protótipo da livre iniciativa. A estratégia econômica brasileira foi mais pragmática e enraizada em uma tradição intervencionista do passado. A participação do governo na economia, um objeto de crítica de direita em 1963, na verdade aumentou após a intervenção militar. O investimento público, seja direto em infraestrutura, seja por meio de empresas estatais, elevou-se como percentual da formação de capital. A regulação da atividade econômica não acabou. Subsídios e incentivos proliferaram na economia, bem como os controles de preços. Tais políticas foram aceitas e bem-vindas, desde que os lucros privados se mantivessem crescentes. O controle público sobre os recursos por meio de impostos e de poupança forçada do sistema de seguridade social expandiu.

A ênfase anterior sobre a industrialização não se alterou. O investimento estrangeiro e a tecnologia intensiva em capital moderno foram novamente bem-aceitos. A produção de bens de consumo duráveis esteve liderada pela indústria automobilística. Extensão adicional foi disseminada na produção de bens intermediários, tais como aço, papel e produtos químicos e outros. Esse período associou-se ao aumento da produção industrial estimulado por recursos públicos e por participação crescente das empresas públicas na captação de empréstimos externos.

As exportações agrícolas não receberam qualquer incentivo como os subsídios direcionados ao setor industrial e, ainda assim, continuaram a ser tributadas implicitamente pela defesa contra as importações industriais estrangeiras. A produção agrícola para o consumo interno recebeu menos atenção, o que era de se esperar, já que os principais bens alimentícios foram produzidos principalmente por unidades de pequeno e médio porte. Entretanto, esse fato foi, ao mesmo tempo, o início de um novo compromisso com os avanços da tecnologia e com a extensão geográfica, que continuamente alteravam a estrutura da produção agrícola brasileira.

O Primeiro Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND), idealizado pelos ministros João Paulo dos Reis Velloso e Mário Henrique Simonsen, foi instituído no

ano de 1971 no governo Emílio Garrastazu Médici, época em que se estabeleceu o Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT – 1973/1974). O plano tinha como meta crescimento econômico da ordem de 9%, inflação anual abaixo de 20% e aumento das reservas cambiais. O crescimento econômico era visto pelo governo como cada vez mais determinado pelo progresso tecnológico, que repercutia no desenvolvimento industrial e no comércio internacional. Buscava-se articular, assim, o sistema de ciência e tecnologia com o setor produtivo.

A interação indústria-pesquisa-universidade seria impulsionada de modo a promover programas conjuntos de pesquisa. Além de preparar infraestrutura para o desenvolvimento, de acordo com Salles Filho (2002), os objetivos do I PND e do PBDCT eram formular diretrizes gerais de políticas de pesquisa, elaborar estudos setoriais e acompanhar projetos econômicos. Como parte das metas objetivas, estavam a introdução da obra da usina hidrelétrica de Itaipu, os investimentos para conclusão da ponte Rio-Niterói e a finalização da rodovia Transamazônica, ligando o estado da Paraíba ao estado do Amazonas. No caso da agricultura, a agenda colocaria o desenvolvimento científico e tecnológico no centro da questão.

Antônio Delfim Netto, nomeado ministro da Fazenda, conduziu o período de crescimento mais acelerado da história brasileira – o Milagre Econômico, como também teve papel importante no estabelecimento da Embrapa na sua função ministerial até 1974. A criação da Embrapa, que substituiria o DNPEA, subordinado ao Ministério da Agricultura, fazia parte do conjunto de medidas dentro desse escopo, como avaliado por Mengel (2015). Inicialmente, as metas propostas por Velloso e Simonsen foram atingidas, como o crescimento de dois dígitos (média de 11%) e a inflação abaixo de 19%.

Contudo, a crise do petróleo interrompeu o ciclo favorável, fazendo com que o governo, comandado pelo general Ernesto Geisel, que substituiu a gestão anterior, lançasse o Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento, denominado de II PND (1975-1979), que ficou mais conhecido na literatura econômica por fazer o ajuste estrutural da economia frente à conjuntura externa adversa e finalizar grande parte dos investimentos iniciados anteriormente. Na época, o Brasil era dependente das importações de petróleo, o que representava mais de 80% do consumo doméstico. Foi nesse momento que o governo focou no investimento de fontes alternativas de energia, lançando o Próalcool e ampliando a aplicação de recursos no programa nuclear brasileiro, com a viabilização de usinas nucleares. Ao mesmo tempo, procurou-se expandir gastos na exploração *offshore* de petróleo com a Petrobras.



PROGRAMA NACIONAL DO ÁLCOOL – No intuito de reduzir a dependência externa com a importação de derivados de petróleo, o governo procurou desenvolver alternativas tecnológicas que buscassem a substituição de combustíveis fósseis. Nesse registro fotográfico, na frente da sede da Petrobras no Rio de Janeiro, na década de 1970, tem-se a entrega dos primeiros veículos populares (fuscas) movidos a álcool.

Fonte: Banco de Imagens da Petrobras (BIP).

De 1968 a 1973, o modelo econômico foi elogiado pelo crescimento extraordinário promovido. A taxa anual de expansão agregada foi superior a 10%. Porém, tal modelo foi também criticado por sua incapacidade de distribuir renda de forma mais equitativa e de expandir o acesso aos serviços públicos aos mais pobres. De fato, a preocupação em aumentar a produção com melhor distribuição de renda se tornou pauta também no mundo desenvolvido, e não apenas nas economias em desenvolvimento.

Nesse ponto, é interessante sublinhar o caráter especial e a importância da integração brasileira como um componente do modelo com os mercados de capitais internacionais. Apesar do crescimento rápido do volume de exportação e sem precedentes – cerca de 10%, desde meados da década de 1960, – e das tendências favoráveis na mesma magnitude em relação aos preços primários, a recuperação brasileira envolveu a expansão ainda mais rápida da importação. O saldo da conta-corrente passou de um superávit, em 1965, para um déficit

de 2,3% do PIB, de 1971 a 1973. Até o final de 1973, pouco antes da ascensão dos preços do petróleo, a dívida externa registrou 17 pontos percentuais (p.p.) do PIB, comparativamente a cerca de 10% em 1967.

Essa aceleração do crescimento do produto foi puxada mais pelo aumento da dívida do que liderada pelo crescimento das exportações. Os recursos externos, predominantemente em termos comerciais para o Brasil, que pela primeira vez se tornou um fator atrativo no mercado das moedas de países europeus e dos Estados Unidos, garantiram disponibilidade de divisas para as necessidades de importação cada vez maiores. Esses recursos permitiram o aumento do investimento, que não necessariamente deveria ser financiado no âmbito doméstico pelo consumo. Tornaram-se desnecessárias quaisquer reformas do mercado interno de capitais para conseguir financiamento equivalente.

O endividamento externo continuou a se expandir após 1973 a taxas cada vez mais rápidas. A quadruplicação dos preços do petróleo pegou o Brasil justamente quando os gargalos domésticos e flutuações cíclicas criavam problemas internos de ajuste econômico, tal como a inflação ressurgente. Especialmente vulnerável ao aumento dos preços do petróleo, o Brasil optou por adiar o seu ajuste ao desequilíbrio externo, confiando cada vez mais no endividamento. Até finais de 1978, a dívida externa tinha somado mais de US\$ 40 bilhões de dólares, representando 25% do PIB. Os objetivos propostos pelo II PND foram em parte atingidos, já que se observou um aumento da formação bruta de capital fixo em relação ao PIB [18,8 % em 1970; 20,2 % de 1971-73; e 22,3 % de 1974-78; conforme Hermann (2005)], com uma expansão do endividamento externo do país.

Tal ajuste financiado pela dívida produziu retornos econômicos menos positivos do que a fase anterior de crescimento puxado pelas exportações. A taxa de expansão agregada durante a década de 1970 reduziu bastante, ficando quase a metade do período anterior, e com alternância de queda e subida (*stop and go*) como resultado da ausência de uma estratégia para lidar tanto com a crise externa quanto com os desequilíbrios internos da agricultura, para não mencionar as disparidades sociais. A gestão frouxa da dívida permitiu a aquisição maciça de reservas e a correspondente expansão monetária doméstica. A limitação das importações, praticamente constante em termos nominais entre 1974 e 1978, por meio de controles mais rigorosos, criou gargalos de fornecimento. A inflação, em níveis elevados desde 1974, acelerou a taxas que se aproximaram de 100%. O preço do petróleo voltou a subir em junho de 1979, o que impactou nos custos produtivos de toda economia.

Apesar do cenário de deterioração progressiva da década de 1970, o avanço do Brasil entre 1950 e 1980 foi bastante impressionante. A proteção do mercado interno continuou permitindo a produção industrial florescer e a urbanização

avançar. O Brasil liderou não só na América Latina, mas desafiou os países asiáticos de forte crescimento, Coreia do Sul e Taiwan, na medida em que se expandiu rapidamente. Dentro de um mundo onde os países em desenvolvimento pela primeira vez começavam a acompanhar as nações industrializadas, ou mesmo ultrapassando-as, o Brasil destacou-se.

Esse comportamento econômico, porém, não seria duradouro. Em 1979, o governo reconheceu a crise que se espalhava na economia brasileira. Um novo pacote de liberalização e uma nova estratégia foram proclamados. Para desempenhar tais ações, Delfim Netto foi convocado pela segunda vez para atuar no governo, sendo nomeado ministro da Agricultura e também ministro-chefe da Secretaria de Planejamento da Presidência da República (Seplan). Seu retorno foi menos marcante do que a experiência do Milagre Econômico. A heterodoxia originalmente avançou em 1979 dando lugar à austeridade ortodoxa, em novembro de 1980, em uma tentativa de acalmar os bancos externos. Os bancos não estavam mais dispostos a oferecer financiamento maior do que o possível. O endividamento finalmente levou à recessão, que permaneceu por um longo tempo.

A disseminação da crise na economia internacional não contribuiu para reduzir a taxa de inflação de dois dígitos. Somente após 1984 que o Brasil novamente alcançaria o aumento da renda *per capita*. Antes disso, em 1982, depois de uma eleição favorável à oposição, o Brasil recorreu mais uma vez, depois de 20 anos, ao FMI. Uma série de acordos alterados seguiu-se, mudando a cada avaliação regular, mas a alta inflação não deu espaço à austeridade monetária. Essa descoberta aconteceu apenas posteriormente. Os aumentos dos preços correntes foram regularmente indexados à inflação passada, resistente à redução e propensa à aceleração.

Com a piora do cenário macroeconômico, o regime militar perdeu força e cedeu à organização de uma eleição presidencial indireta em 1985. Assim, um governo civil seria escolhido. Como se viu, ocorre a fusão entre o Partido do Movimento Democrático Brasileiro (PMDB), ala minoritária, com parte do Partido Democrático Social (PDS), parcela majoritária no congresso. Com esse arranjo partidário, Tancredo de Almeida Neves foi eleito presidente, sendo José Sarney de Araújo Costa o vice-presidente.

Infelizmente, por motivos de saúde, Tancredo Neves não tomou posse, e pouco depois veio a falecer. Em vez disso, José Sarney assumiu a liderança da Nova República em seus primeiros anos. Em 1988, foi promulgada a nova Constituição, que se tornaria alvo de muitas alterações e emendas, assim como se definiu que as próximas eleições seriam realizadas de forma regular e direta. Em 1990, Fernando Affonso Collor de Mello seria eleito pelo voto direto. Fernando Collor conquistou a eleição com a promessa de “caçar os marajás” para acabar com a corrupção e de combater o “dragão da inflação”. A inflação tornou-se um problema bastante sério após

a redemocratização. Foram diversas tentativas ineficazes de estabilização monetária: *i*) Plano Cruzado – 1986; *ii*) Plano Bresser – 1987; *iii*) Plano Verão – 1989; *iv*) Plano Collor I – 1990; e, por fim, *v*) Plano Collor II – 1992. A distorção dos preços seria definitivamente controlada apenas com o Plano Real, em 1994.

A partir da estabilização monetária, os programas sociais receberiam maior atenção e recursos. Ao longo dos últimos 30 anos, a sociedade civil amadureceria a ponto de transitar o *impeachment* presidencial em 1992 e de condenar judicialmente muitas lideranças do Partido dos Trabalhadores (PT), em 2005, no escândalo do mensalão. Em 2014, a operação *Lava Jato* veio denunciar um grande esquema de corrupção na Petrobras, que financiava as campanhas eleitorais. Diante do agravamento das investigações, Dilma Rousseff seria impedida de governar no seu segundo mandato. O Brasil realmente iniciou tudo de novo em 1985.

### O RECOMEÇO<sup>8</sup>

Em 1985, o governo de José Sarney confrontou simultaneamente duas tarefas imediatas: a reestruturação do sistema político herdado do regime militar e a busca pelo controle da inflação contínua e progressiva de mais de 200% ao ano (a.a.), que já havia demandado esforços do FMI para estancar o problema.

A Constituição Federal de 1988 alcançou o primeiro objetivo, depois de um longo debate e incorporação de diferenças que levaram à criação de partidos políticos que contemplaram a heterogeneidade do sistema. Frequentemente, ambições individuais dominaram substantiva divergência. Na última contagem, em 2016, havia 91 emendas constitucionais e mais de 35 partidos representados no Congresso. Relativamente, poucos políticos mantiveram-se fiéis ao seu compromisso partidário ao longo dos anos.

O Plano Cruzado de 1986, de caráter heterodoxo, destinado a implantar a estabilidade de preços, teve pouco sucesso. Depois de um rápido declínio dos preços, sustentados de forma inapropriada, o PMDB garantiu parte majoritária do Congresso. O controle de preços e salários foi abandonado, pois já não estava funcionando. Logo em seguida, o ministro da fazenda, Dilson Domingos Funaro, foi destituído do cargo. Apesar de uma sequência de substitutos ao posto e uma variedade de planos (Bresser, Verão e Collor), o alívio com a estabilização monetária era temporário, na melhor das hipóteses. Reconheceu-se um padrão internacional de que o Brasil se tornava incapaz de arcar com seus compromissos (pagamentos de juros e dívidas) aos credores privados. A inflação atingiu um nível de 80% ao mês em março de 1990, pouco antes da posse do presidente Collor, um novato que havia vencido em novembro do ano anterior com a promessa de assumir e combater o desafio inflacionário.

---

8. O trabalho de Fishlow (2013) abrange o período de 1985 a 2010 e oferece muitas referências adicionais relevantes ao tema tratado nesta seção.



O tão esperado Plano Collor tinha raízes no programa de estabilização monetária da Alemanha Ocidental (Plano Erhard) instituído no pós-guerra. A ideia era a de que uma redução acentuada na oferta monetária em circulação alcançaria rápido sucesso. No Brasil, apesar do grande superávit primário no lado fiscal, o Plano Collor não foi capaz de estabilizar os preços. Esse tratamento de choque não funcionou por causa da política monetária errada, uma taxa de câmbio flutuante e um mercado de trabalho em desequilíbrio. Assim, não foi possível garantir a futura estabilidade de preços. As abordagens heterodoxa e ortodoxa<sup>9</sup> de contenção da inflação foram necessárias para persuadir o público de um provável sucesso no combate inflacionário. Caso contrário, a confiança inicial desapareceria rapidamente e a inflação retornaria. Nesse caso, o governo não teria alternativa senão aumentar a oferta monetária para financiar as crescentes despesas nominais.

Em outubro de 1992, após o julgamento de *impeachment* de Collor, que foi votado favoravelmente na Câmara, o vice-presidente Itamar Augusto Cautiero Franco assumiu a presidência. A sua promessa procurava reestabelecer o crescimento da economia a patamares mais elevados. A inflação persistiu, embora as políticas em curso tivessem sido mantidas. Uma política econômica coerente que controlasse a inflação dificilmente seria colocada em prática quando a estada média ministerial ficava inferior a dois meses. Seria necessário manter quadros técnicos do governo que estivessem comprometidos com políticas de médio e longo prazo.

Tudo isso mudou quando Fernando Henrique Cardoso assumiu o cargo de ministro da fazenda em 1993, reunindo um grupo de economistas que, diante dos erros passados dos planos anteriores, formularia uma nova estratégia de combate inflacionário. Embora a discussão das diretrizes do plano tenha iniciado com Fernando Henrique Cardoso, o conjunto de decisões que concretizaria a estabilização dos preços consolidar-se-ia com o sucessor Rubens Ricupero, que assumiu a pasta da fazenda em 30 de março de 1994, quando Fernando Henrique renunciou ao cargo para seguir o caminho da corrida presidencial. Sob o comando de Rubens Ricupero, a equipe de economistas, constituída por Persio Arida, Armínio Fraga, André Lara Resende, Gustavo Franco, Pedro Malan, Edmar Bacha, Winston Fritsch, entre outros, seria responsável por arquitetar o Plano Real, o qual foi dividido, segundo Castro (2005), em três etapas, conforme a seguir descritas.

- 1) A primeira tinha como função promover o ajuste fiscal, estabelecendo um conjunto de medidas para reduzir os gastos públicos e aumentar a sua respectiva eficiência. Para tanto, foram definidos dois esforços. O primeiro era o Programa de Ação Imediata (PAI), estabelecido em 1993,

---

9. De um lado, as políticas heterodoxas, de forma direta, buscavam controlar a inflação atuando no nível de preços (como exemplo, destacam-se o tabelamento e o controle dos preços administrados pelo governo). De outro, as políticas ortodoxas, indiretamente, tentavam estabilizar o problema inflacionário via instrumentos que atuavam no nível de atividade econômica, como é o caso do aumento da taxa de juros.

que visava redefinir a relação federativa entre União, estados e municípios, bem como do Banco Central com os bancos federais e estaduais. Buscava-se estabelecer novos tributos e um acordo de dívida externa junto ao FMI e aos credores internacionais. O segundo esforço aconteceu pela constituição do Fundo Social de Emergência (FSE), aprovado em fevereiro de 1994, com a intenção de desvincular as receitas do governo federal, dando maior flexibilidade aos gastos da União.

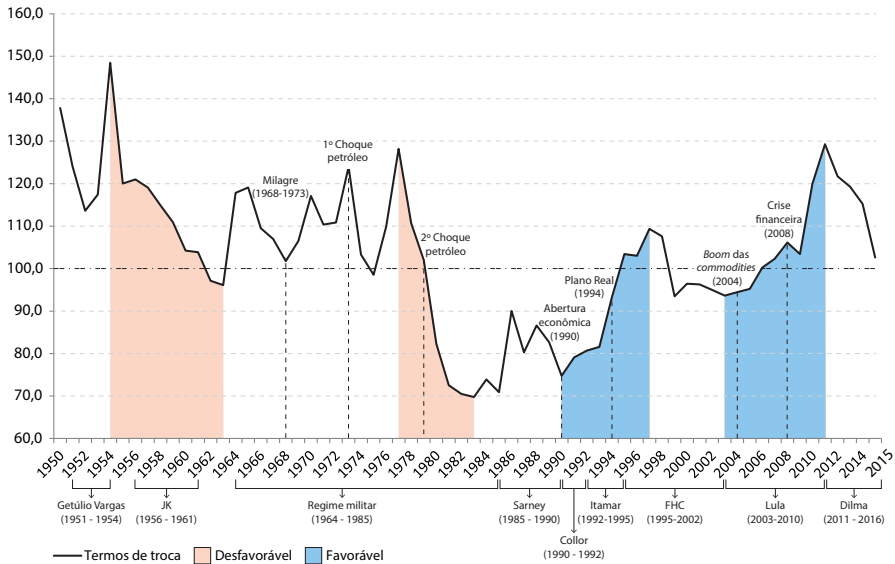
- 2) A segunda ocorreu em março de 1994 com a implantação da Unidade Real de Valor (URV), que tinha a finalidade de ajustar os preços da economia antes mesmo que a moeda fosse criada, no intuito de conter a inflação inercial. Procurava-se a criação estável de valor que fosse responsável pela desindexação da economia.
- 3) A terceira e última etapa, além de introduzir a nova moeda – o Real – (em 1º de julho de 1994), estabeleceu as regras de emissão e lastreamento de forma a permitir a estabilidade monetária do sistema. Para isso, três medidas sobrepostas foram apresentadas. A primeira definiu a paridade cambial entre o Real e o Dólar, lastreando a oferta monetária doméstica em reservas cambiais. A segunda efetuou o controle da expansão da base monetária, fixando limites máximos por trimestres até março de 1995, podendo ser as metas revistas em até 20%. Por fim, para conceder maior autonomia ao Banco Central, mudanças institucionais foram introduzidas no funcionamento do Conselho Monetário Nacional.

Dessa vez, o arranjo seria feito de forma diferente, permitindo o ajuste total do mercado de preços e salários, em vez de mantê-los fixos. Os preços administrados do setor público foram alterados. Não houve gatilho automático dos preços para correção da inflação e a indexação foi abolida para os ativos de menos de um ano. De um lado, o superávit fiscal primário e a política monetária restritiva conteve a demanda; enquanto, de outro, as abundantes reservas internacionais, a entrada de capital, os termos de troca favoráveis e a redução das barreiras tarifárias permitiram que o crescimento da renda excedesse a expansão do produto. Houve uma âncora genuína fornecida por uma taxa de câmbio muito estável, se não totalmente fixa. Seria adotada uma âncora monetária (por meio de metas) e uma cambial, que atuaria em uma banda assimétrica, isto é, seria livre para oscilar para baixo, mas teria um teto fixo (1 real = 1 dólar). Um público inicialmente hesitante passou gradativamente a acreditar na estabilidade da moeda. O sucesso do controle inflacionário teve repercussão imediata, elegendo Fernando Henrique Cardoso a presidente, assumindo o comando da nação em 1º de janeiro de 1995.

Nesse ponto, vale a pena fazer um adendo acerca da emergência de uma moderna agricultura, que contribuiu também para a estabilização dos preços no mercado

interno. Após as transformações institucionais com a criação da Embrapa, na década de 1970, a produtividade agrícola cresceu de forma ascendente, questionando a imagem de que agricultura era progressivamente superada pela industrialização. Segundo Vieira Filho e Silveira (2016), a contradição mostrava que havia um grande número de países (entre os quais se destacava o Brasil) com elevado índice de desenvolvimento humano que seria considerado de “base agroindustrial”, países capazes de conduzir processos de diversificação tendo o agronegócio no centro econômico. Desde 1980, a relação dos termos de troca da economia brasileira iniciou uma trajetória ascendente (vide figura 5.1, em vários momentos), o que desmistificou a tese estruturalista (Prebisch, 1949; Singer, 1950) e que apresentou o paradoxo de Prebisch (Srinivas e Vieira Filho, 2015; Vieira Filho e Silveira, 2016).

FIGURA 5.1  
Índice de termos de troca\* da economia brasileira de 1950 a 2015



Fonte: Ipeadata (2015).

Nota: \* Média 2006 = 100.

A industrialização da América Latina mostrava-se compatível com o desenvolvimento eficaz da produção primária. Com a reestruturação econômica da década de 1990, os termos de troca voltaram a ficar extremamente favoráveis. O equívoco da hipótese Prebisch-Singer era o de ignorar a possibilidade de geração de progresso técnico no interior do setor agrícola e, ao mesmo tempo, supor que o mercado operava em competição perfeita, o que não é verídico para um conjunto de atividades do setor produtivo moderno. Muitos dos pressupostos do argumento poderiam ser válidos na década de 1950, mas não encontrariam evidências a partir

da modernização da agricultura na década de 1960 em diante. Como tratado nos capítulos anteriores, o exemplo brasileiro contraria o raciocínio estruturalista, pois a incorporação do Cerrado na produção agropecuária baseou-se na construção de conhecimento aplicado ao clima tropical, e não na inclusão de terras marginais com produtividades decrescentes ao sistema produtivo – como requer a teoria ricardiana. Assim, tanto o protecionismo quanto o modelo de substituição de importações foram um atraso ao desenvolvimento econômico brasileiro, oposto ao que a maioria pensava, ao tributar a agricultura frente à indústria.<sup>10</sup>

Durante os dois mandatos de Fernando Henrique Cardoso, mudanças importantes ocorreram. O processo de privatização, já na agenda de governos anteriores, mas não colocado em prática, avançou no decorrer da década de 1990. Não houve retrocesso às políticas instituídas, apesar da eleição de sucessores pelo PT na década seguinte. A reforma financeira foi estabelecida. Embora a um custo elevado, com aumento consequente da dívida interna, o fracasso dos bancos domésticos após o Plano Real foi controlado com sucesso. Então, consolidou-se paulatinamente o endividamento de estados e municípios. A liberalização comercial, iniciada nos anos Collor, manteve-se. A segurança social, a saúde e a educação foram renovadas por meio de emendas constitucionais.

Com a ameaça da crise financeira no início de 1999, após as crises asiática e russa, ocorre a desvalorização da moeda. Ao contrário do que muitos previam, a inflação não retornou. O governo respondeu com a garantia de superávits fiscais primários regulares e com o aumento das receitas federais. O Brasil recebeu promessas de ajuda externa junto ao FMI e de outras agências internacionais, situação distinta do que ocorreu em outros países no passado. A política social, principal objetivo do segundo mandato de Fernando Henrique Cardoso, teve de ser adiada. A Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), aprovada em maio de 2000, transformou o processo de ordenamento do orçamento público. A estrutura econômica alterada tomou forma. A disciplina fiscal tornou-se uma exigência, e manteve-se como obrigação – com certa flexibilidade nos últimos anos. Introduziu-se a taxa de câmbio flutuante. A política de metas de inflação substituiu a política anterior, baseada na âncora cambial, e foi posta em prática pelo Banco Central.

Essas conquistas foram mais apreciadas internacionalmente que no mercado interno. A presidência de Fernando Henrique Cardoso terminou com a popularidade em declínio e com uma erupção de problemas adicionais. A falta de chuvas em 2001 criou uma escassez de energia; em seguida, vieram a recessão dos Estados Unidos e

---

10. Mollick *et al.* (2008) encontraram suporte para uma tendência declinante dos termos de troca na economia americana de 1947 a 1998; porém, como essa tendência estava associada aos preços relativos internacionais, não se poderia afirmar que políticas protecionistas ou mesmo de maior integração aos mercados internacionais (globalização) eliminariam esse comportamento de queda dos termos de troca. Se as políticas são ineficazes nesse sentido, o efeito colateral pode ser, portanto, o de reduzir a competitividade da economia doméstica frente aos outros países.

o ataque terrorista de 11 de setembro. Em dezembro, houve a saída do presidente Fernando de la Rúa da Argentina. Os capitais externos praticamente cessaram em 2002 como ruptura clara aos avanços recentes ameaçados, em meio a outro acordo com o FMI para uma ainda maior assistência potencial.

### **CONTINUIDADE EM PRIMEIRO LUGAR, MAS COM MUDANÇAS SUBSEQUENTES**

Luiz Inácio Lula da Silva, líder político e um dos fundadores do Partido dos Trabalhadores (PT), subiu à presidência do Brasil em 1º de janeiro de 2003. Seu ingresso proporcionou enorme apreço à esquerda política, não somente no território brasileiro como em todo o resto da América Latina. Lula prometeu profunda mudança em seu discurso inaugural, rejeitando as políticas de livre mercado do seu antecessor e enfatizando uma campanha para eliminar a fome e a pobreza. O papel da agricultura era central dentro desse discurso, mas, na prática, poucas medidas foram implementadas para viabilizar o aumento da competitividade setorial.

Os desafios econômicos imediatos, no entanto, tiveram prioridade. Consequentemente, a taxa de câmbio foi automaticamente desvalorizada assim que sua vitória se mostrou provável, e a taxa básica de juros do Banco Central subiu para mais de 25%, rendendo muito mais que a taxa real em todo o mundo. Suas escolhas por Henrique de Campos Meirelles, como presidente do Banco Central, que permaneceu nessa posição até o final de 2010, e por Antônio Palocci Filho, como ministro da Fazenda, traçaram um longo caminho para aliviar a ansiedade da comunidade financeira internacional. Juntos, os dois conseguiram conter a demanda interna por meio do aumento do superávit primário fiscal e, lentamente, reduziram as taxas de juros. Segundo Palocci, a recessão no primeiro ano estaria associada às políticas anteriores inadequadas do governo Fernando Henrique Cardoso.

Não houve nenhum plano alternativo, e a esperança de muitos adeptos fervorosos do PT era substituir a postura conservadora inicial. A militância partidária defendeu a reversão total da privatização iniciada anteriormente e o fim da política brasileira de globalização e recepção ao investimento direto estrangeiro. Em vez disso, para sua decepção, veio uma proposta antecipada do governo para uma emenda constitucional destinada a limitar o déficit acumulado nos fundos de pensão do Estado, decorrente, pela primeira vez, da imposição de restrições sobre os empregados no setor público.

A economia respondeu com crescimento médio elevado nos anos seguintes à recuperação e reestruturou-se a partir de 2004. Não houve milagre, mas ganhos constantes não só apareceram no desempenho interno, como também promoveram o crescimento das exportações de mercadorias, favorecidas pela melhoria dos termos de troca. Isso ampliou o excedente na balança comercial e, muito mais rapidamente,

expandiu o superávit em conta-corrente. O Brasil foi capaz de saldar sua dívida acumulada com o FMI e, com o fortalecimento regular da taxa de câmbio, começou a atrair investimento direto estrangeiro e fluxos financeiros. As reservas internacionais aumentaram, enquanto as taxas de juros declinaram, porém estas caíram a um ritmo lento na proporção demandada pelo setor industrial.

Após a reeleição de 2006, Lula lançou o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), um conjunto de investimentos públicos e privados com o intuito de acelerar a taxa de crescimento para 5% ao ano. Os maiores componentes do PAC e do plano subsequente (PAC II) foram dirigidos à infraestrutura e à Petrobras. Contudo, esse esforço foi lento para obter pleno andamento e não conseguia alcançar os seus objetivos. O Brasil experimentou crescimento mais acelerado em 2007 e 2008, mas o investimento conseguiu atingir apenas 17% do PIB, parcela reduzida para garantir a expansão sustentável, como já tinha sido previsto por Giambiagi (2002).

Em setembro de 2008, após a falência do *Lehman Brothers* nos Estados Unidos, o Brasil viu-se na crise financeira internacional que se espalhava pelo mundo. Não havia nenhuma isenção aos países em desenvolvimento. Dois trimestres negativos no desempenho econômico foi o suficiente para esfriar o excesso de expansão da demanda doméstica. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) ampliou a sua capacidade de emprestar recursos, e o governo colocou em prática a redução de impostos sobre os bens de consumo duráveis, em uma estratégia de minimizar os impactos da crise.

A recuperação ocorreu de forma rápida. Apesar das expectativas de baixo crescimento e das mais pessimistas previsões, no último ano do mandato de Lula, em 2010, houve crescimento de 7,5%, trazendo memórias do Milagre Econômico do final dos anos 1960. A taxa básica de juros, depois de cair consecutivamente para os seus níveis reais mais baixos, ficando em torno de 5%, voltou novamente a subir, já que o Banco Central procurou conter as pressões inflacionárias. Com entradas contínuas de capital externo, a taxa de câmbio apreciou, o que motivou a criação de novos impostos sobre a entrada de capital estrangeiro. Os termos de troca mais uma vez tornaram-se favoráveis, aumentando a renda doméstica.

O otimismo da economia brasileira somou-se à descoberta de depósitos substanciais de petróleo ao largo da costa – o polígono do Pré-sal. O volume de petróleo encontrado prometeu posicionar o país entre os principais produtores mundiais ao longo da próxima década. Investimentos substanciais seriam requeridos à sua exploração e a seu desenvolvimento. O Brasil aprovou uma lei elevando o papel e a participação nos lucros da Petrobras *vis-à-vis* às empresas privadas. Doravante, o setor privado só obteve direitos de perfuração por meio de acordos de partilha de produção, em vez de operar de forma independente. Em setembro de 2010, a Petrobras transferiu capital considerável ao governo em troca do campo de Tupi.

Essa foi a primeira etapa do que muitos, especialmente os líderes políticos, viam como riqueza futura disponível para expandir os programas sociais.

O período de 2003 a 2010 vivenciou a expansão da renda a uma taxa de 4%. Excetuando-se o ano de 2003, a taxa aumentaria para 4,4%, resultado muito melhor do que no período anterior dos oito anos do governo de Fernando Henrique Cardoso. A inflação, a taxa de juros real e a pobreza caíram, resultado que favoreceu a melhora da distribuição de renda, que foi influenciada pelo programa Bolsa Família, incorporando mais de 20% da população no consumo. O salário-mínimo, simultaneamente, cresceu de forma artificial muito além do aumento da renda, dissociados de aumentos na produtividade. Somam-se a tudo isso melhorias relativas na educação, na saúde e na previdência.

De fato, como estudado por Osório *et al.* (2011), entre 2004 e 2009, a mudança estrutural da renda esteve associada ao crescimento econômico via inclusão no mercado de trabalho. O aumento dos empregos formais, somados ao crescimento do salário-mínimo e à melhor remuneração de todos os ocupados, foi o grande responsável pela redução da pobreza. Em escala de menor importância, as transferências da previdência (principalmente aposentadoria rural) e da assistência social (programa Bolsa Família) também contribuíram para amenizar a situação das famílias mais pobres. Argumento similar já era observado por Neri (2008), em que a expansão econômica pós 2004 foi decisiva nesse processo de inclusão. Com isso, uma nova classe média baixa, abrangendo cerca de 35 milhões de pessoas, beneficiou-se da distribuição contínua de renda.

Especialmente impressionante foi a resposta da agricultura brasileira. Favorecida pelo movimento de alta dos preços das *commodities*, e sustentada pelos avanços na produtividade, a receita de exportação aumentou dramaticamente. A contribuição do agronegócio com saldos comerciais positivos foi extraordinária.<sup>11</sup> A China expandiu-se rapidamente como principal mercado para soja, minério de ferro e outros produtos primários. O efeito China traduz-se na transferência de plantas industriais dos países desenvolvidos (como Estados Unidos e países da Europa) para a economia chinesa, no intuito de reduzir os custos produtivos com a mão de obra, que é mais barata no país asiático.

Essa situação tem reduzido o preço das manufaturas e aumentado a demanda por *commodities* agrícolas e minerais, beneficiando significativamente a economia

---

11. Esse desempenho será detalhado no capítulo 6.

brasileira nesse processo.<sup>12</sup> O comércio bilateral entre Brasil e China era insignificante no final da década de 1990, mas o mercado chinês tornou-se o principal destino das exportações brasileiras. Em troca, um fluxo de produtos industriais ingressou no mercado nacional, competindo cada vez mais com setores domésticos que variam de segmentos menos dinâmicos, como têxteis e sapatos, até atividades econômicas mais sofisticadas, como a produção de bens de consumo duráveis e de capital.

Como consequência, o conflito inerente entre a indústria e a agricultura foi novamente retomado. O receio da desindustrialização do Brasil emergiu, ao mesmo tempo em que áreas urbanas cresceram progressivamente. Segundo Pereira (2009), a taxa de câmbio pode desempenhar papel estratégico na estabilização e no crescimento econômico, mas a sobrevalorização da moeda seria incompatível com o desenvolvimento. Então, o principal obstáculo enfrentado pelo Brasil para alcançar as economias desenvolvidas seria a tendência à desvalorização da taxa de câmbio por concentrar suas exportações em setores relacionados à exploração de recursos naturais (extração mineral, siderurgia e agronegócio), casos que estariam ligados à doença holandesa.<sup>13</sup>

O “novo desenvolvimentismo”, equivocadamente, seria a saída para contornar o problema, buscando limitar a demanda por produtos importados e aumentar os subsídios para promover a aquisição de capacidade tecnológica em novos setores. O BNDES procurou financiar grande parte desse investimento. A legislação avançou regularmente. Contudo, os resultados foram pouco visíveis.

O governo Lula foi amplamente elogiado pela transformação econômica. Além de viajar ao exterior até mais do que seu antecessor, Lula foi homenageado por toda parte. A política externa tornou-se um tema central. O Brasil estendeu a mão para a África, para o Oriente Médio e para a Ásia. A busca por uma posição

---

12. Por exemplo, segundo Srinivas e Vieira Filho (2015), de um lado, um *laptop* (IBM ThinkPad 700, Windows 3.1, 25 MHz 486 processor, 120 MB hard disk drive, 10.4" display, 3 kg) em 1992 custava US\$ 4.350,00 dólares. Em 2013, um *laptop* similar (Lenovo ThinkPad Edge, Windows 7, Intel® i3 (2.3 GHz), 14.1" display, 320 GB HD, 3 kg) poderia ser comprado por US\$ 700,00. De outro lado, em 1992, o preço de uma tonelada de soja custava US\$ 209,00 dólares. Em 2012, a mesma tonelada do grão poderia ser comprada por US\$ 538,00 dólares. O crescimento da produção manufaturada chinesa tem alterado o ambiente econômico internacional. Esse exemplo, para os autores, é o caso típico do paradoxo de *Prebisch*.

13. A expressão foi baseada no aumento do preço do gás, na década de 1960, que gerou expansão substancial das receitas de exportação dos Países Baixos e, conseqüentemente, a valorização da moeda. Corden e Neary (1982) foram os primeiros a estudar o fenômeno e identificaram que a doença holandesa (ou maldição dos recursos naturais) estava relacionada ao aumento das receitas provenientes da exportação de matérias-primas, o que prejudicava a venda ao mercado externo de bens manufaturados, conduzindo eventualmente ao declínio da indústria. O modelo teórico estudado por esses autores dividia a economia em três setores: *i*) um competitivo internacionalmente (baseado na exploração de recursos naturais); *ii*) um pouco competitivo (indústria em geral); e *iii*) um não exposto à concorrência internacional (serviços). O aumento da rentabilidade do setor mais competitivo (seja pela alta dos preços do bem exportado, seja pela descoberta de novas reservas naturais) afetaria a economia de duas formas. A primeira seria a transferência de mão de obra para o setor mais competitivo, puxada pela maior demanda e pelo aumento dos salários. A segunda aconteceria em decorrência da renda adicional, estimulando a alta geral de preços dentro da economia e prejudicando a competitividade externa dos demais setores. O resultado seria a perda de competitividade do resto da economia, que tenderia a encolher, enquanto o país especializar-se-ia no setor dinâmico, inibindo o crescimento da indústria.



permanente no Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU) moveu a agenda política externa. O país afirmou sua liderança entre os países em desenvolvimento na Rodada de Doha, que ainda permanece aberta. As reuniões periódicas foram estabelecidas com os membros do BRICS (acrônimo que significa os principais países emergentes, tais como Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). Além disso, o Brasil tornou-se membro ativo do G-20, agrupamento internacional das economias mais importantes do mundo. Ao mesmo tempo, foram encerradas as negociações em curso para uma Área de Livre Comércio das Américas (ALCA), preferindo enfatizar a associação com outros países, especialmente do MERCOSUL, na América do Sul, em uma estratégia política de comércio bilateral Sul-Sul.

Perto do fim do mandato de Lula, o país procurou desempenhar papel mediador no Oriente Médio, em conjunto com a Turquia, mas essa ação não levou a nada. O Conselho de Segurança logo rejeitou o acordo aparente; porém, a estatura brasileira como um agente internacional foi reforçada, pelo menos por um tempo. Era de se esperar que Dilma Rousseff ganhasse a eleição seguinte com folga, apesar de nenhuma experiência eleitoral anterior. Mesmo com o escândalo do mensalão amplamente divulgado, no qual membros aliados do Congresso ao governo tinham recebido pagamentos irregulares, o PT gerenciou a crise e conseguiu obter ganhos, notadamente no Nordeste mais pobre, local de nascimento de Lula. A presidente Dilma Rousseff iniciou o seu governo com ampla maioria no Congresso, construída por diferentes partidos políticos, algo que Lula não havia conseguido nas suas vitórias eleitorais.

Apesar dos resultados positivos alcançados no passado recente, o novo governo herdou uma conjuntura econômica complicada, com a intensificação da crise internacional de 2008. O investimento permaneceu baixo, resultado incompatível com a meta de crescimento de 5%. A taxa de câmbio estava apreciada, prejudicando as exportações, especialmente de produtos manufaturados. A qualidade da educação continuou a ser um grande entrave, que não foi inteiramente resolvido, mesmo com o aumento dos gastos na área de educação. Na realidade, as despesas sociais cumulativas do Brasil foram bem acima da média da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que engloba as economias com elevado PIB *per capita* e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e que são considerados países desenvolvidos, sem evidências de atingir o resultado desejado. A reforma política manteve-se atrasada: mudança constitucional alterando a multiplicidade de candidaturas para o Congresso, o que parecia improvável.

### **OLHANDO PARA FRENTE**

De 2011 a 2014, o desempenho econômico agregado foi de mal a pior. Em 2011, o crescimento ficou próximo de 2,7%; em 2012, a taxa apresentou apenas 0,9%.

Tudo isso aconteceu apesar da redução do Banco Central das taxas nominais de juros para 7,25% até o final de 2012. Concomitantemente a essa política, vieram os créditos adicionais do Tesouro ao BNDES para expandir os empréstimos ao setor industrial e os créditos suplementares do Banco do Brasil para financiar o Plano Safra do Ministério da Agricultura. Os bancos públicos pressionaram as instituições financeiras privadas, baixando as taxas de juros e estendendo os empréstimos pessoais aos consumidores.

Houve maior controle aparente sobre a política fiscal, mas que seria deteriorada com o adiamento dos pagamentos federais até o início do ano seguinte. Engenhosos mecanismos para garantir a superficial satisfação do superávit fiscal primário foram regularmente instituídos, os quais ficaram conhecidos como “pedaladas fiscais”. Essa evasão de divisas alimentou a demanda e reduziu o desemprego, mas sem favorecer o avanço da produtividade.<sup>14</sup> Esses mecanismos foram os motivos jurídicos para que o pedido de *impeachment* da presidente Dilma Rousseff, em seu segundo mandato, fosse aceito e aprovado pela Câmara dos Deputados no ano de 2016. Vale observar que, após a reeleição, a impopularidade do governo era extremamente elevada e a condução das reformas políticas ficava prejudicada pela falta de governabilidade em virtude do baixo apoio de sua base aliada. Assim, os motivos que levaram ao afastamento da presidente também tiveram motivações políticas e econômicas, e não exclusivamente jurídicas.

Com a pressão inflacionária, particularmente no setor de serviços, o Banco Central foi obrigado a elevar os juros novamente. Durante 2013 e 2014, o crescimento desintegrou-se. Uma modesta recuperação de 2,5% de crescimento, em 2013, cedeu lugar a um colapso com uma taxa inferior a 1%, em 2014. A autoridade monetária deixou de elevar as taxas de juros e encontrou maneiras de encorajar mais os empréstimos pelos bancos públicos. Não obstante, a inflação não apresentou declínio, apesar dos esforços para adiar os aumentos nos preços da energia e da gasolina. Sabe-se que o controle do preço da gasolina não só deteriorou a lucratividade da Petrobras,<sup>15</sup> como também prejudicou os investimentos no setor sucroenergético. A intervenção pública, por se basear em medidas de curto prazo, foi danosa no planejamento econômico de longo prazo. Além disso, o governo tentou aumentar as importações no intuito de frear os preços internos.

---

14. Para Bonelli (2014), no período entre 2003 e 2010, o crescimento econômico foi marcado pela melhora dos termos de troca, fazendo o país recuperar parte dos ganhos de produtividade. Porém, de 2010 em diante, concluiu-se que o crescimento do PIB dependeria cada vez mais dos aumentos na produtividade do trabalho, que não subiria no curto prazo e necessitaria de investimentos de longo prazo. O problema das análises agregadas é que estas não exergam os êxitos localizados, o que foi o exemplo do setor agropecuário brasileiro, como mostrado por Freitas (2014), Barros (2016) e Gasques *et al.* (2016), e não exclusivamente atrelada ao crescimento dos preços das *commodities*.

15. O prejuízo acumulado da área de abastecimento da estatal superou os R\$ 55,0 bilhões com a adoção desse tipo de política por parte do governo.

É certo que o comportamento da economia mundial não ajudou na recuperação. O Brasil escolheu a culpa dos seus problemas como sendo a frouxa política monetária dos Estados Unidos e a consequente expansão nos fluxos de capitais aos seus ativos de maior rendimento. Porém, esses resultados não foram encontrados em outras regiões. O principal lapso resumir-se-ia na incapacidade de responder ao crescimento da oferta doméstica. O investimento diminuiu como percentual do produto, embora os salários reais tenham subido e a taxa de desemprego mantido-se baixa. O dinamismo dado pela expansão do consumo foi assistido por impostos mais baixos e maior oferta de crédito. Mesmo assim, a indústria nacional como um todo não conseguiu avançar, apesar da forte desvalorização da moeda.

O compromisso do governo focou na política industrial e na ampliação do mercado doméstico via aumento da quota nacional de produção e adoção de tecnologias mais sofisticadas. Esse comprometimento sem dúvida permaneceu, mas ocorreram algumas mudanças que impactaram o baixo crescimento e a meta de inflação, que atingiu o limite superior de 6,5%. O BNDES voltou sua atenção aos investimentos de infraestrutura: portos, estradas, ferrovias, aeroportos, geração e transmissão de energia elétrica, habitação e outros gargalos. Isso foi reforçado por uma necessidade de preparação para a Copa do Mundo de 2014.

A instabilidade econômica teve consequência pública. Em julho de 2013, houve um surto de manifestações em busca de políticas sociais mais eficazes. O Brasil elevou os gastos substancialmente, mas todas as pesquisas mostraram grande insatisfação com saúde, educação, infraestrutura e mobilidade urbana.<sup>16</sup> Além disso, a segurança pessoal apareceu como principal ponto de preocupação. O número de prisões tinha se expandido, mas o crime e o uso de drogas aparentemente avançaram mais rapidamente. A popularidade de Dilma, herdada do governo Lula, diminuiu consideravelmente.

Em 2014, havia uma expectativa de que o cenário se renovasse, mas isso não aconteceu. A Copa do Mundo chegou e, apesar do colapso brasileiro nas semifinais contra Alemanha (o inesquecível 7x1), o público estrangeiro reagiu positivamente. Todavia, à medida que a campanha política avançava, envolvendo as candidaturas de Eduardo Henrique Accioly Campos e Aécio Neves da Cunha contra a presidente

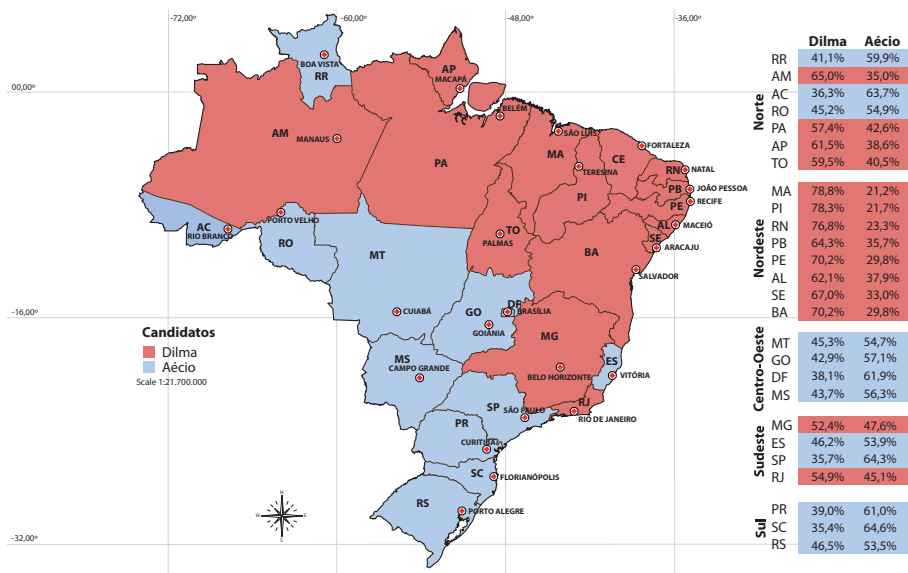
---

16. A insatisfação popular teve origem em meados de junho de 2013 na capital paulista, por causa do aumento de 20 centavos nas tarifas de transporte público. O ápice dos protestos ocorreu no dia 13 de junho, após repressão policial contra os manifestantes. Depois desses acontecimentos, as manifestações populares espalharam-se por todo o país. Para uma avaliação acerca dos desafios da mobilidade urbana no Brasil, confira Vasconcellos, Carvalho e Pereira (2011). Esses autores mostraram dois grandes desafios: *i*) transformar o transporte público como serviço essencial; e *ii*) inverter prioridades no uso do espaço e na escolha dos modais de transporte, de forma a aumentar a competitividade do transporte público e coletivo, bem como de opções ambientalmente mais sustentáveis. Para aprofundar na questão, como as condições de mobilidade da população vêm se degradando desde a década de 1990, muito em função do crescimento dos acidentes de trânsito, dos congestionamentos urbanos e dos poluentes veiculares, Carvalho (2016) reposicionou as políticas públicas necessárias para superar os principais gargalos relacionados ao aumento do transporte individual motorizado.

em exercício, um choque de grande proporção ocorreu. Eduardo Campos morreu em meados de agosto em um acidente de avião. Sua candidata à vice-presidência, Maria Osmarina Marina Silva, o substituiu. Imediatamente, Marina Silva saltou para uma vantagem esmagadora. A substância da questão era a antipatia generalizada de estilo tecnocrático de Dilma Rousseff, que se associou ao fraco desempenho econômico. Com poucas semanas antes do 1º turno, Aécio Neves assumiu posição de destaque nos debates e ultrapassou a candidata Marina Silva. O 2º turno seria apertadíssimo entre Dilma Rousseff e Aécio Neves. Como se observa na figura 5.2, Dilma venceu as eleições; porém, com uma margem bem estreita de votos. Literalmente, o país estava dividido.

FIGURA 5.2

**Distribuição dos votos entre Dilma Rousseff e Aécio Neves, no segundo turno das eleições de 2014**



Fonte: TSE (2014).

## INSTABILIDADE POLÍTICA E MACROECONÔMICA: A ERA DAS MANIFESTAÇÕES

Existiam duas percepções acentuadamente diferentes do futuro da economia brasileira. A primeira, que emanava do PT, buscava um retorno parcial ao protecionismo, à substituição de importações e ao gasto do setor público como elemento-chave. Um Estado grande e em expansão seria fundamental. A segunda enfatizava a necessidade de tirar proveito de um mundo globalizado, que oferecia oportunidades para uma maior participação comercial brasileira, seja nas relações com o Norte, seja

nas relações com o Sul. Isso não seria uma alternativa de livre mercado, mas uma busca pela intervenção eficiente. O Estado dificilmente desapareceria, nem mesmo encolheria sua importância. Em particular, a educação e a capacitação da força de trabalho seriam áreas de absoluta importância.

O relatório (Brasil, 2010), produzido no final do governo Lula, transmitiu a primeira dessas visões. Este documento especificava uma taxa de crescimento anual de 7 %, juntamente com impressionantes ganhos sociais e muito maior igualdade de renda. Os vários objetivos – embora alguns fossem mutuamente inconsistentes – foram quase esquecidos. Em abril de 2013, ao anunciar a expansão de obras públicas, Dilma Rousseff reiterou que a duplicação da renda *per capita* em 2022 continuava como objetivo.<sup>17</sup>

Esse crescimento almejado seria um milagre histórico de proporções chinesas; porém, com uma taxa de investimento corrente brasileira inferior à metade, com uma força de trabalho já urbanizada nas regiões mais prósperas, com maiores gastos governamentais comprometidos junto às políticas sociais e com menos envolvimento da economia no comércio internacional. As obrigações de segurança social subiram nos últimos anos, eliminando gradualmente o superávit primário e aumentando o déficit financeiro, mesmo com taxas de juros reais relativamente mais baixas. Os lucros potenciais a partir das reservas de petróleo do Pré-sal mostraram-se fragilizados, já que os preços internacionais do petróleo ficaram mais baixos decorrentes da expansão do uso da tecnologia de *fracking*<sup>18</sup> nos Estados Unidos e em outras regiões do mundo.

Mesmo se houvesse um crescimento *per capita* com uma taxa anual de 3%, metade do que havia sido proposto, o Brasil precisaria elevar gradualmente sua taxa de investimento para 25% do PIB junto com o crescimento da poupança interna, como outros países latino-americanos o fizeram. O setor público deveria desempenhar um papel de corte dos gastos e manter, ao mesmo tempo, o fluxo de receita. Para um começo de reforma, seria preciso reduzir o custo da previdência associado ao aumento do salário-mínimo. Então, um verdadeiro Fundo Soberano poderia evitar expansões dos preços de exportação e estimular mais o consumo interno.

---

17. Os objetivos ministeriais e das agências públicas podem ser encontrados no documento – Brasil 2022 – publicado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos (Brasil, 2010). Entretanto, no planejamento efetivo dos ministérios, muitos objetivos centrais estão em um nível menor de detalhamento do que apresentado no documento final. Por exemplo, a taxa de crescimento proposta foi de 6% e não 7%; o investimento como proporção do PIB foi fixado em 23% e não em 25%; a produção de fertilizante não teve a meta de atender 100% do consumo doméstico, mas, no que tange ao potássio, buscou-se apenas 70%; o ensino médio deveria tornar-se universal, mas a meta efetiva foi a de atingir 80%; a cobertura da segurança social foi a de chegar a 80% e não 100 %; e assim por diante. Influenciado pelo crescimento excepcional em 2010, o relatório final acabou por ser mais ousado do que efetivamente pragmático.

18. A técnica de *fracking* é utilizada para realizar perfurações no solo, no intuito de extrair gás ou petróleo em regiões inatingíveis pelo método convencional. Embora os impactos causados ao subsolo ainda sejam desconhecidos, a tecnologia vem ganhando espaço na produção de petróleo em diversos países, notadamente nos Estados Unidos. Para uma ideia da importância que vem ganhando, metade da produção americana de petróleo em 2015 veio desse tipo de exploração, sendo responsável por aproximadamente 4,3 milhões de barris/dia.



INSATISFAÇÃO TAMBÉM CHEGA AOS AGRICULTORES – No dia 15 de março de 2015, ocorreu a primeira grande manifestação contra o governo eleito de Dilma Rousseff. No coreto da Praça da Liberdade, em Belo Horizonte, cartaz questiona “quem financia os invasores profissionais do MST?”, em uma alusão ao apoio partidário do PT ao Movimento dos Sem Terras. Naquela data, foram mais de 30 mil manifestantes apenas na capital mineira. Os protestos espalharam-se em várias outras capitais. Somente São Paulo foi responsável por mais de um milhão de pessoas nas ruas. Segundo avaliações da Polícia Militar, em todo o Brasil, foram cerca de 1,4 milhão de participantes, enquanto os organizadores estimaram um público superior a 3 milhões de pessoas.

Fonte: arquivo próprio.

Com efeito, para um maior crescimento ocorrer regularmente, os ganhos de produtividade necessitariam estar generalizados em toda a economia. O desenvolvimento futuro do Brasil depende da integração da produção agrícola, mineral, petrolífera, industrial e de serviços. As exportações de *commodities* não representam a histórica dependência baseada na produção de açúcar e de café. A sua competitividade decorre de eficiência, que é o ponto central discutido neste livro. Poucos países beneficiaram-se de uma base produtiva tão diversificada. Talvez “*Deus seja verdadeiramente brasileiro!*”!

Acima de tudo, esse processo de desenvolvimento é uma tarefa de persuasão política. Os cidadãos brasileiros, inclusive aqueles que adentraram a nova classe média, devem aprender a virtude de adiar a gratificação imediata para o bem maior. Essa é uma mensagem diferente da que foi enfatizada no passado. A capacidade de avançar para um maior e mais sustentável nível de crescimento anual depende de um menor consumo doméstico. Caso contrário, o futuro tornar-se-ia mais nebuloso. Em 2013, projeções mais pessimistas para 2020 foram encontradas no mercado, como se observou no relatório de um dos maiores bancos privados brasileiros, o Itaú.<sup>19</sup> O cenário-base para 2013 sugeria

19. Este relatório do Banco Itaú é intitulado *Brasil 2020* e foi publicado em 12 de abril de 2013 (Itaú, 2013).

uma taxa de crescimento real do PIB anual de 3%, mas que declinaria ao longo do tempo até 2020 para um valor de 2,8%. Não há dúvida de que o Brasil poderia fazer melhor frente a esse cenário. Com o desgaste da economia e com a baixa popularidade do governo, o país afundou em uma sucessão de protestos, que literalmente dividiram a sociedade ainda mais.



MANIFESTAÇÕES TOMAM CONTA DO BRASIL – A insatisfação pública foi uma resposta direta à corrupção instaurada na Petrobras e investigada pela operação *Lava Jato*. O Congresso Nacional foi tomado pelos manifestantes com camisetas verdes e amarelas, fazendo claro contraste à cor vermelha característica dos movimentos socialistas que apoiavam o governo. Os protestos foram considerados as maiores manifestações de rua depois das “Diretas já” na década de 1980. A diferença foi que as aglomerações nesse momento histórico ganharam corpo com a massificação das novas tecnologias de comunicação, as quais ajudaram a convocar milhões de pessoas em tempo real, tal como foram os painéis sempre que havia pronunciamento da presidência em rede nacional.

Fonte: arquivo próprio.

## O AMARGO CUSTO DO POPULISMO NO BRASIL: CHEGOU A HORA DO AJUSTE FISCAL

O desaquecimento da atividade econômica, o descontrole dos níveis de preço e a deterioração das contas públicas foram o alto custo a se pagar por um populismo que vendeu a ideia da redistribuição de renda com a ascensão da parcela mais pobre da população ao consumo. O pior é perceber que a falta de emprego, o imposto inflacionário e a redução qualitativa dos gastos públicos afetaram diretamente a sociedade com um menor desenvolvimento econômico de longo prazo.

A carga tributária brasileira elevou-se nos últimos vinte anos, passando de 25% para cerca de 36% do PIB em 2014. Além de ter a maior carga tributária entre os países da América Latina e as economias emergentes, o Brasil superava na média os países ricos. De 1994 a 2014, a renda real cresceu menos do que a receita com impostos, o que significa dizer que o setor público se beneficiou de parte do crescimento da renda para financiar os seus gastos, tais como as despesas com previdência, os dispêndios com pessoal e custeio administrativo, os gastos com saúde e educação, bem como os programas de transferência de renda.

Nesse período, os gastos públicos anuais aumentaram em cerca de 500 bilhões de reais. Todavia, esse aumento não significou melhora qualitativa das políticas e dos serviços públicos. Em 2014, a conta mais expressiva foi a da previdência, que representou algo em torno de 8% do PIB. A aposentadoria média por contribuição de serviço ainda se mostrava relativamente baixa no Brasil, sendo 52 anos entre as mulheres e 54 entre os homens. Além de ser uma aposentadoria mais generosa em relação a outros países, o aumento da expectativa de vida das pessoas resultará no crescimento dos gastos, mantidas as regras da previdência. Vale também destacar que o bônus econômico demográfico inverteu, ou seja, a taxa de crescimento da população idosa é maior do que a taxa da entrada de jovens no mercado de trabalho.

Em relação ao dispêndio com pessoal e custeio administrativo, houve um esforço para controlar tais custos no decorrer da década de 1990, com diminuição do peso do Estado na economia, privatizações e aumento da eficiência na alocação dos recursos. Entretanto, com o crescimento do PIB na década de 2000, associado ao *boom* internacional dos preços das *commodities*, esses custos (em torno de 5,6% do PIB) resultaram em um aumento no número de cargos comissionados, na proliferação de ministérios e na oferta ampla de concursos públicos.

O custeio de saúde e educação ficou em torno de 2,2% do PIB. Seja na saúde ou na educação, as estatísticas oficiais colocavam o Brasil em uma das piores posições em classificações internacionais. Em muitos casos, eram políticas que perpetuavam o sistema vigente e não geravam mudanças estruturais, tais como “mais médicos”, aumento de universidades públicas federais e financiamento estudantil universitário sem o devido investimento na educação de base. Para agravar essa situação,



aprovaram-se novas regras que vinculavam os gastos em saúde a 15% da receita corrente líquida da União, além de elevar gastos em educação para 10% do PIB até 2022. Não que tais medidas fossem ruins, mas o gasto era pouco qualitativo, ou seja, gastava-se muito com baixo retorno.

Para uma comparação internacional, apenas na área da educação, o Brasil investiu muito mais que Cingapura, que é considerado um caso de sucesso na melhora dos serviços educacionais no mundo. Enquanto o Brasil investia algo em torno de 6% do PIB em 2015, o governo de Cingapura despendia 3,6% no mesmo período. No Brasil, o gasto por aluno concentra peso maior no investimento do ensino superior, quando na verdade o foco deveria ser dado à educação de base (ensinos fundamental e médio), no intuito de proporcionar um acesso mais justo ao ensino superior. É preciso definir uma estratégia que ligue as necessidades do mercado de trabalho à educação dos alunos, e que o acesso a uma educação de qualidade na base seja expandido. Não foi o que se viu ao longo do período desde a elaboração da Constituição Federal de 1988.

Por fim, os programas sociais, como o Bolsa Família, foram relativamente baratos, representando 0,6% do PIB. Esse tipo de gasto não impactou o crescimento total das despesas do Estado, mas foi extremamente importante para se vender a redistribuição de renda com crescimento. Destaca-se que essas políticas deveriam ser planejadas por um período temporário e transitório, porém se tornaram instrumentos perenes com baixo poder de transformação estrutural da sociedade.

De fato, o país cresceu até a crise de 2008, o que favoreceu a redução da pobreza. Entretanto, posteriormente, evidenciou-se um acúmulo de políticas equivocadas do nacional desenvolvimentismo. A intervenção do governo via políticas setoriais prejudicou a produtividade e o investimento. Foram exemplos de políticas que distorceram os sinais de mercado, a alteração do marco regulatório do Pré-sal, a intervenção no setor elétrico, o controle do preço dos combustíveis (com impacto negativo no setor sucroalcooleiro), as políticas de conteúdo nacional, a tentativa de recriar a indústria naval, a ingerência no setor minero-siderúrgico, bem como a redução de impostos sobre produtos industrializados (IPI) na indústria automobilística. Além disso, o BNDES agiu de forma a beneficiar as empresas tidas como “campeões nacionais”, o que concentrou o mercado doméstico sem uma efetiva contrapartida, e favoreceu em grande parte aplicação de recursos em obras de países de esquerda na América Latina e na África, sem a garantia de retorno, ao passo que esses investimentos poderiam ser aplicados internamente. Essas intervenções resultaram em benefícios privados, mas não em ganhos sociais e coletivos.

Vale analisar, tal como Lazzarini (2010), que o Estado não se afastou de atividades econômicas por meio da privatização e da abertura econômica da década de 1990. Ao contrário, a intervenção pública foi diluída por meio da participação

nos investimentos em poucas empresas (privatizadas ou não), adotando um modelo de maior capilaridade e de complexidade entre as organizações envolvidas. Desde 2005, o número de empresas beneficiadas com recursos do BNDES e dos fundos de pensão de estatais aumentou significativamente, o que constatou os laços políticos dessas empresas com o governo. Essa ramificação do poder público nos negócios foi extremamente prejudicial ao ambiente competitivo.

A crise chegou em um nível insustentável, ao mesmo tempo que as investigações da *Lava Jato* intensificaram-se. A população demandou mudanças, avivando os protestos e pannels. Com a instituição da “colaboração premiada”, mecanismo extremamente importante para punir corruptos poderosos, o governo se viu em um “dilema dos prisioneiros”, em que a não cooperação levava a um resultado subótimo. Com pouco apoio do Congresso e com o impacto direto das investigações entre senadores e deputados, em 2 de dezembro de 2015, o pedido de *impeachment* foi aceito na Câmara dos Deputados. No dia 17 de abril de 2016, com 367 votos a favor, o processo passou na Câmara e foi encaminhado para julgamento no Senado. No dia 12 de maio, com 55 votos, o Senado afastou Dilma Rousseff temporariamente (por 180 dias), assumindo interinamente o seu vice, Michel Miguel Elias Temer Lulia, que não somente herdava os vícios cometidos pelo governo do PT, como também precisava ampliar o diálogo no Senado e na Câmara dos Deputados. Em 31 de agosto, por 61 votos a favor e 20 contra, o Senado afastou definitivamente a presidente da República.

O desequilíbrio fiscal colocou em xeque a capacidade do Estado brasileiro de arcar com suas despesas, o que impactaria no desenvolvimento econômico das gerações futuras. A farra dos gastos públicos chegou ao fim. Para equilibrar as contas da previdência, de pessoal e de custeio administrativo, da saúde e da educação e dos programas de transferência de renda, seria necessário mais do que um ajuste de curto prazo, mas fundamentalmente uma adequação estrutural da economia e da mentalidade econômica. A renda nacional não era compatível com a inércia do aumento dos gastos públicos e da concessão desenfreada de benefícios. O ajuste fiscal necessário refletiria o amargo custo do populismo no Brasil.

## A COMPETITIVIDADE DO AGRONEGÓCIO E O COMÉRCIO INTERNACIONAL

A competitividade do agronegócio no mercado internacional foi surpreendente da década de 1990 em diante. O objetivo aqui é avaliar as fontes de crescimento das exportações brasileiras do conjunto de produtos agrícolas selecionados (tais como soja, milho, laranja, açúcar, trigo, algodão, café e carnes) durante o período de 1992 a 2013. Os procedimentos metodológicos para a análise envolveram a aplicação do modelo *Constant Market Share* para decompor o crescimento das exportações entre quatro efeitos: *i*) o relacionado ao crescimento mundial; *ii*) o de composição da pauta; *iii*) o referente ao mercado de destino; e, por fim, *iv*) o de competitividade.<sup>1</sup>

A taxa de crescimento das exportações foi decomposta nesses quatro efeitos. O primeiro é aquele que depende do crescimento do comércio mundial. O segundo relaciona-se à composição de pauta e será positivo se as exportações do país estiverem concentradas no produto de maior expansão. O terceiro refere-se ao destino, sendo mais intenso nos mercados de crescimento mais dinâmico. O último efeito associa-se à competitividade. Uma avaliação desses efeitos sinaliza de que forma a inserção competitiva do Brasil ocorreu no período em questão.

Na década de 1990, o crescimento mundial foi relativamente baixo; entretanto, as exportações brasileiras, no contexto de abertura comercial e de estabilização monetária, obtiveram taxas positivas, sendo impulsionadas pela composição da pauta e pelo destino das exportações. De 2000 em diante, o crescimento do comércio mundial foi bastante significativo, influenciado pelo aumento da demanda de países emergentes e pelo *boom* das *commodities*. O bom desempenho brasileiro das exportações agropecuárias esteve relacionado não somente ao crescimento mundial, mas também aos ganhos de competitividade, que estão associados à modernização tecnológica com consequente expansão da produtividade. Contudo, ao comparar a primeira década com a segunda, verificou-se a redução do fator competitividade, o que aponta para a necessidade de estimular os investimentos produtivos, seja na reorganização institucional do setor, seja na melhoria da infraestrutura logística do mercado doméstico.

---

1. A descrição do método *Constant Market Share* pode ser vista no Anexo C.

## A GLOBALIZAÇÃO ECONÔMICA E A INSERÇÃO COMPETITIVA DO BRASIL<sup>2</sup>

As relações comerciais no mundo apresentaram progressivas transformações com a globalização. A crescente integração dos mercados e a inserção competitiva dos países nos fluxos dinâmicos de comércio tornaram-se indispensáveis ao projeto econômico de crescimento brasileiro desde 1990. Com a abertura econômica, um setor que ganhou destaque pela sua dinâmica exportadora foi o agronegócio. A competição com o mercado internacional tem sido um dos determinantes do padrão de crescimento desse setor, estabelecendo a necessidade de ganhos de produtividade e eficiência no processo produtivo.

A participação dos produtos agropecuários brasileiros no mercado internacional deve-se à combinação de vários fatores, tais como desenvolvimento de tecnologia voltada ao clima tropical, ampliação do investimento em novos conhecimentos, disponibilidade de recursos escassos (terras agricultáveis) e sustentação do crescimento da produtividade. O país tornou-se um dos líderes na economia agrícola mundial, ao lado dos Estados Unidos e da União Europeia, estimulado pelo rápido crescimento da demanda por alimentos, fibras e energia (Fries e Coronel, 2014; Martinelli *et al.*, 2011).

Desde 1994, com o maior controle inflacionário, procurou-se direcionar a atenção das políticas públicas a dois componentes: o crescimento e a distribuição de renda. Diante da incapacidade de elevar a produtividade setorial, a estratégia foi a de aumentar o salário real dos trabalhadores e de intensificar os mecanismos de transferência de renda. Na década de 1990, o grau de abertura da economia foi mais elevado, mas o período caracterizou-se por um momento pouco favorável às exportações. Na década subsequente, os reflexos da desvalorização cambial de 1999 e a recuperação da economia internacional após 2003 contribuíram para apontar o período conhecido como “*boom das commodities*”, expresso por um aumento significativo dos termos de troca e por uma rápida expansão do comércio global, influência direta do crescimento da economia chinesa. Em 2008, tem-se a crise financeira internacional, que reduziu o ritmo de crescimento da China com respectivo impacto no resto do mundo, não menos importante na economia brasileira.

## O BOOM DAS COMMODITIES E A AGROINFLAÇÃO

A agroinflação, ou alta persistente dos preços das *commodities* agrícolas, que ocorreu na década de 2000, evidenciou a importância do agronegócio em termos de crescimento e de distribuição de renda. Em relação à distribuição de

---

2. Este capítulo está baseado nos resultados do projeto de pesquisa “Agronegócio na Federação Brasileira”, que buscou estudar a inserção internacional do setor agropecuário no Brasil (Maranhão e Vieira Filho, 2016). Registramos os agradecimentos à participação da pesquisadora Rebecca Lima Albuquerque Maranhão pela análise e organização dos dados estatísticos, bem como auxílio na elaboração desse estudo, que foram apresentados também no 54º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (Sober).

renda, segundo análise do World Bank (2011), o índice de preço de alimentos subiu 15% entre outubro de 2010 e janeiro de 2011, ficando somente 3% abaixo do pico alcançado em 2008. Em uma tentativa de estimar o impacto do aumento do preço no crescimento da pobreza desde a segunda metade do ano de 2010, mostrou-se que a extrema pobreza em países de baixa e média renda tinha aumentado em 44 milhões de pessoas em termos líquidos. Enquanto 68 milhões de pessoas caíram abaixo da linha da pobreza (referência de 1,25 dólares), 24 milhões de produtores de alimentos foram capazes de escapar da extrema pobreza.

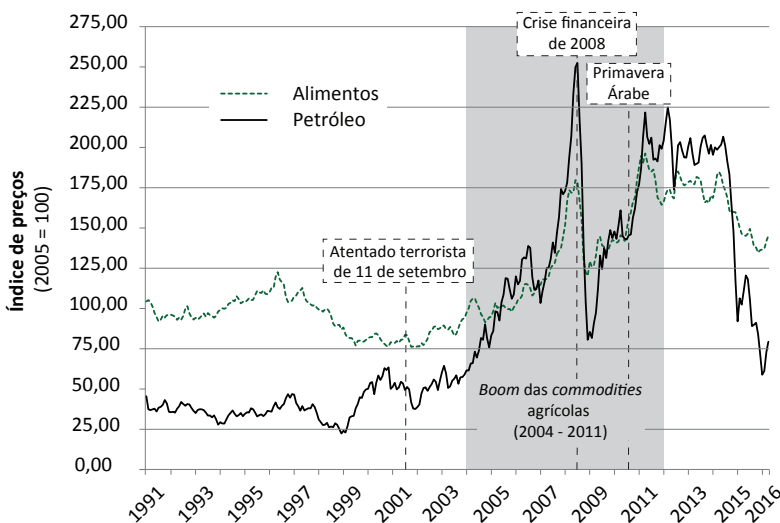
Nesse sentido, a agroinflação é um movimento dos preços não desejável, mesmo em economias com elevado potencial agropecuário, como é o exemplo brasileiro, que ainda possui uma enorme parcela da população na extrema pobreza. No que tange às causas do aumento generalizado dos preços, é possível destacar diversos fatores que se correlacionam, enumerando-se o rápido crescimento da demanda de países emergentes e a escassez de insumos energéticos, os elevados subsídios agrícolas nos países desenvolvidos, bem como o agravamento das mudanças climáticas. De acordo com a análise do World Bank (2011), a volatilidade dos preços dos alimentos esteve associada fundamentalmente a boa parte desses fatores, os quais impulsionaram o *boom* das *commodities*, tanto minerais quanto agrícolas.

Primeiramente, a expansão do crescimento econômico da China, da Índia e do Brasil trouxe a inclusão de novos consumidores no mercado mundial, o que estimulou o consumo (inclusive de alimentos). Assim, aumentou-se a competição por recursos escassos (petróleo e terras agricultáveis), elevando o custo das matérias-primas. Com a invasão americana ao Iraque em 2003, a oferta potencial de petróleo no mundo reduziu. Então, o alto preço do barril de petróleo esteve relacionado, de um lado, ao aumento da demanda e, de outro, à retração da oferta de petróleo e seus derivados. Como a moderna agricultura é intensiva em energia, o preço do petróleo impactou diretamente os custos agrícolas. Além disso, principalmente em relação à produção de milho,<sup>3</sup> insumo-chave na cadeia produtiva de carnes, verificou-se uma associação positiva dos preços mais altos do petróleo com o dos biocombustíveis, o que indicaria que os aumentos dos preços dos alimentos estariam ligados ao crescimento dos preços de energia. Conforme figura 6.1, observa-se a correlação entre os preços dos alimentos e do petróleo.

---

3. O Brasil e os Estados Unidos são os principais produtores de biocombustíveis (energia limpa) no mundo. No Brasil, a partir da década de 1990, tem-se um ciclo favorável à produção sucroalcooleira, com menor intervenção estatal. É fato que, a partir de 2003, a produção de etanol elevou-se significativamente no Brasil com o advento da produção do veículo de combustível duplo (ou motor flexível adaptado à mistura de combustíveis). Porém, é falso afirmar que essa expansão da produção de cana-de-açúcar promoveu desmatamento. A produção desse cultivo concentra-se em regiões tradicionais (71% no Sudeste e 13% no Nordeste) e não se associa ao consumo humano. Quanto aos Estados Unidos, a produção de etanol é feita a base de milho, além de contar com pesados subsídios governamentais. O modelo americano não é eficiente e contribuiu para a alta do preço do milho, insumo estratégico na cadeia produtiva de alimentos.

FIGURA 6.1  
Índices de preços de alimentos e de petróleo no mundo (1991 a 2016)



Fonte: FMI (2016).

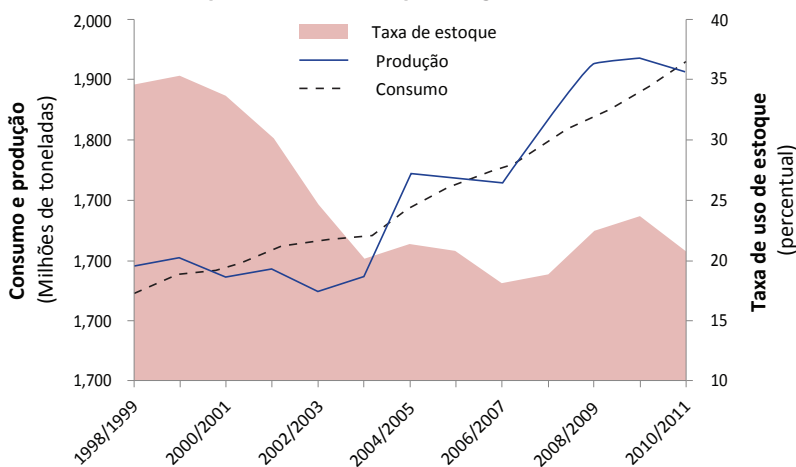
Em segundo lugar, os subsídios agrícolas dos países desenvolvidos (Estados Unidos e Europa) contribuíram para uma falsa impressão de competitividade, que estabilizou diretamente a oferta de bens agrícolas em países de produção mais eficiente (os casos do Brasil e da Argentina), desestimulando o crescimento líquido da oferta no mundo e impedindo a distribuição de produtos mais baratos no mercado internacional. Além disso, existem as barreiras tarifárias e não tarifárias que reduzem ainda mais a competitividade global.

Por fim, a produção agrícola vem sendo impactada diretamente com o agravamento das mudanças climáticas, as quais são influenciadas pelas emissões de gases estufa, vindas de regiões desenvolvidas na sua maioria. Os Estados Unidos não assinaram o Protocolo de Kyoto em 1997. Embora China, Índia e Brasil tenham ratificado tal protocolo, tais países não foram obrigados a emitir relatórios de controle, o que aconteceu somente na Rio+20, no ano de 2012. Apenas a União Europeia buscou cumprir as metas acordadas, mas os efetivos resultados ficaram aquém do esperado. Ao longo da década de 2000, as condições climáticas adversas impactaram a produção nos principais mercados exportadores de grãos, tais como secas prolongadas e invernos rigorosos em países como a Rússia, o Cazaquistão, o Canadá, a Austrália e a Argentina.

Pela figura 6.2, tem-se uma análise da oferta e da demanda de grãos no mundo de 1998 a 2011. A taxa de uso de estoque é uma medida conveniente que analisa as relações entre oferta e demanda de *commodities*. Essa taxa indica o nível de estoque

remanescente para qualquer mercadoria dada como uma porcentagem da demanda ou do uso total. A oferta total (estoque inicial mais produção total) subtraída do uso total (soma de todos os usos finais nos quais o estoque de grãos foi consumido, tais como o consumo de alimentos, os programas de exportação, as sementes e os desperdícios) determina o estoque remanescente. A relação entre o estoque remanescente e a demanda total pode, então, indicar se os níveis de estoque atuais e projetados são críticos ou abundantes. Mantidos os padrões de demanda do período corrente, a medida também mostra o tempo de suprimento disponível para o mercado mundial. Em outras palavras, quanto menor a parcela desse indicador, menor será a capacidade do estoque existente em atender às condições de demanda. No período em questão, verificou-se a redução dos estoques de grãos para níveis historicamente baixos. Esse comportamento foi explicado por diversos fatores: *i*) o crescimento da demanda de alimentos, que superou o crescimento da produção; *ii*) o impacto das alterações climáticas sobre a produção; o aumento da utilização de restrições à exportação de grãos de alguns mercados, a partir de 2008; e *iii*) a parcela maior das exportações de grãos provenientes de mercados não tradicionais, tais como a América Latina, onde os rendimentos são mais variáveis do que nos exportadores tradicionais da OCDE.

FIGURA 6.2  
Oferta, demanda e quantidade de estoques de grãos no mundo (1998 a 2011)



Fonte: World Bank (2011).

As exportações brasileiras apresentaram taxa de crescimento de 19%, resultado associado ao *boom* do mercado mundial de *commodities*, que se observou a partir do ano de 2004, elevando os preços dos bens agrícolas. Essa conjuntura favoreceu países como o Brasil, detentores de grandes reservas de recursos naturais e com experiência na produção agropecuária (Fligenspan *et al.*, 2015). Embora a conjuntura macroeconômica fosse desfavorável com a

apreciação do câmbio no mesmo período, o momento foi oportuno para ampliar os investimentos e, conseqüentemente, a produtividade, não prejudicando totalmente a trajetória ascendente das exportações agrícolas.

### **PANORAMA DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO NO CONTEXTO INTERNACIONAL**

A tabela 6.1 apresenta o valor adicionado como proporção do PIB para os setores da agricultura, da indústria e do serviço. De um lado, a participação da agricultura vem caindo ao longo do tempo em todos os países analisados. De outro, o setor de serviços apresentou porcentagem crescente. É importante observar que, embora a participação da agricultura venha caindo, isso significa que a manufatura dos produtos primários passa a exercer papel importante no processo produtivo, e essa atividade estaria dimensionada no setor industrial. Além disso, é nítido que o setor de serviços torna-se essencial em todas as economias, tendo uma participação extremamente relevante nos países de alta renda.

Como observado por Srinivas e Vieira Filho (2015), deve-se compreender a interação dinâmica entre os setores, principalmente na indústria e na agricultura, e considerar o peso da pesquisa e da inovação para aumento da produtividade. Grande parte do desenvolvimento tecnológico aplicado ao setor agropecuário é desenvolvida fora da porteira. Como as economias estão ficando mais complexas e diversificadas, seria necessário distinguir as contribuições setoriais nos encadeamentos em toda cadeia de produção. Nas últimas décadas, a demanda por tecnologias agrícolas produzidas pela indústria tem contribuído para impulsionar a produção mundial de alimentos.

Portanto, é preciso destacar que o agronegócio é visto como cadeia produtiva que envolve desde a fabricação de insumos, passando pela produção e pela transformação até o consumo final. A cadeia envolve diferentes atividades, tais como pesquisa e assistência técnica, processamento e manufatura industrial, transporte, comercialização, crédito, exportação, serviços portuários e distribuição (Gasques *et al.*, 2004).



TABELA 6.1  
**Participação do valor adicionado no PIB da agricultura, da indústria e do setor de serviços e taxas de crescimento para períodos selecionados (1992-2013)**

Valor adicionado (% do PIB)	Regiões	Anos					Taxa geométrica de crescimento (TGC)			
		1992	1994	1999	2008	2013	1992-1994	1994-1999	1999-2008	2008-2013
Agricultura	Mundo	..	..	4,3	3,1	3,1	..	..	-3,7	0,4
	Países de renda média	17,8	17,0	14,3	10,2	10,0	-2,5	-3,3	-3,7	-0,4
	Países de baixa renda	41,4	41,2	37,8	33,5	32,4	-0,3	-1,7	-1,3	-0,7
	Países de alta renda	..	..	2,0	1,5	1,6	..	..	-3,4	1,3
	Brasil	7,7	9,9	5,3	5,4	5,6	13,0	-11,5	0,1	0,8
	Argentina	5,9	5,5	4,8	7,2	7,3	-4,0	-2,67	4,61	0,42
	China	21,4	19,5	16,1	10,3	9,4	-4,5	-3,8	-4,8	-1,9
	Índia	28,7	28,3	24,5	17,8	18,6	-0,8	-2,8	-3,5	0,9
	Rússia	7,4	6,6	7,3	4,4	4,0	-5,3	2,0	-5,5	-1,8
	Estados Unidos	..	..	1,2	1,1	1,5	..	..	-0,3	4,9
Indústria	Mundo	..	..	28,9	28,0	26,4	..	..	-0,4	-1,2
	Países de renda média	36,0	37,1	35,4	37,5	35,1	1,6	-1,0	0,6	-1,3
	Países de baixa renda	17,9	17,0	19,6	21,0	21,3	-2,5	2,9	0,8	0,2
	Países de alta renda	..	..	27,6	26,0	24,5	..	..	-0,6	-1,2
	Brasil	38,7	40,0	24,8	27,4	24,4	1,7	-9,1	1,1	-2,3
	Argentina	30,6	29,0	28,2	33,1	28,7	-2,7	-0,5	1,7	-2,7
	China	43,0	46,1	45,3	46,8	43,7	3,5	-0,4	0,4	-1,4
	Índia	25,8	26,4	25,2	28,3	30,5	1,2	-0,9	1,3	1,5
Rússia	43,01	44,72	37,2	36,1	36,0	1,97	-3,6	-0,3	-0,1	
Estados Unidos	..	..	23,3	21,6	20,5	..	..	-0,8	-1,1	
Serviços	Mundo	..	..	66,8	69,0	70,5	..	..	0,4	0,4
	Países de renda média	46,2	45,91	50,3	52,3	54,8	-0,3	1,8	0,4	0,9
	Países de baixa renda	40,76	41,86	42,7	45,5	46,4	1,3	0,4	0,7	0,4
	Países de alta renda	..	..	70,4	72,5	73,9	..	..	0,3	0,4
	Brasil	53,6	50,2	69,8	67,2	70,0	-3,3	6,8	-0,4	0,8
	Argentina	63,3	65,4	66,8	59,6	63,8	1,6	0,4	-1,2	1,3
	China	35,6	34,4	38,6	42,9	46,9	-1,7	2,4	1,2	1,8
	Índia	45,5	45,3	50,3	53,9	50,9	-0,2	2,1	0,8	-1,2
	Rússia	49,6	48,7	55,5	59,5	60,0	-1,0	2,7	0,8	0,2
Estados Unidos	..	..	75,5	77,2	78,1	..	..	0,3	0,2	

Fonte: World Bank (2016).

No período analisado, de 1992 a 2013, a tabela 6.2 mostra os dados do PIB *per capita*, da taxa de urbanização e do tamanho da população para vários países e regiões. O PIB *per capita* cresceu substancialmente em países de renda média e em economias emergentes, tais como Brasil, China e Índia. A população urbana mundial alcançou a taxa de 50,5%, em 2008. Nos países de renda média e baixa, a população rural é bastante expressiva, mas é nítido o crescimento da participação urbana no tempo. Ao analisar a taxa de crescimento da população, os países mais desenvolvidos possuem indicadores mais baixos. Todavia, ao observar os países de renda baixa, a taxa de crescimento populacional fica em torno de 3%, ou seja, a população nessas regiões dobraria a cada 23 anos, enquanto, nos países de alta renda, com uma taxa de 0,6%, a população dobraria a cada 117 anos. Esses dados demográficos mostram que, no período estudado, a demanda por alimentos no mundo vem crescendo significativamente. Esse panorama evidencia a necessidade de países como a China em alimentar uma enorme população, que vem se tornando cada vez mais urbana, com densa produção industrial e importações crescentes de matérias-primas, que estão relacionadas aos escassos recursos naturais. De acordo com Fukase e Martin (2016), em relação à dinâmica da renda, do consumo e da produção, a China está na faixa na qual o consumo vem crescendo rapidamente e de forma mais acelerada que a própria produção. Segundo Figueiredo e Contini (2013), o mesmo acontece com a Índia, onde a população pode ultrapassar a da China no período próximo.

Destacam-se, na tabela 6.3, indicadores econômicos do setor agropecuário. O Brasil e a Argentina foram os países que mostraram taxa de crescimento positiva de terras agricultáveis. Além disso, os países emergentes apresentaram resultado favorável e crescente na produção de cultivos agrícolas e na pecuária. Em 2013, o índice de produção agrícola para o Brasil ficou em torno de 140, o segundo mais elevado, perdendo apenas para a Índia. No que se refere à produtividade da terra e do trabalho, o Brasil destacou-se no conjunto dos países analisados. No período de 1999 a 2008, que se liga ao *boom* das *commodities*, o país apresentou a maior taxa de crescimento da produtividade do trabalho, algo em torno de 6,2%. De 2008 a 2013, o Brasil alcançou a maior taxa de crescimento da produtividade da terra entre as regiões analisadas, 4,7%.

TABELA 6.2  
Taxa de crescimento do PIB *per capita*, taxa de urbanização e população total (1992-2013)

Indicadores	Regiões e países	Anos					Taxa geométrica de crescimento (TGC)			
		1992	1994	1999	2008	2013	1992-1994	1994-1999	1999-2008	2008-2013
PIB <i>per capita</i> (constante 2005 – US\$)	Mundo	5.861,2	5.959,5	6.494,8	7.649,6	7.907,8	0,8	1,7	1,8	0,7
	Países de renda média	1.156,8	1.227,1	1.408,0	2.151,9	2.655,2	3,0	2,8	4,8	4,3
	Países de baixa renda	284,1	271,6	288,5	345,8	407,4	-2,2	1,2	2,0	3,3
	Países de alta renda	22.428,0	23.012,8	25.818,2	30.379,4	30.759,1	1,3	2,3	1,8	0,3
	Brasil	3.893,9	4.162,3	4.285,9	5.303,0	5.896,1	3,4	0,6	2,4	2,1
	Argentina	4.806,7	5.246,9	5.502,4	6.596,5	7.708,3	4,4	0,9	2,0	3,1
	China	565,6	712,3	1.048,3	2.415,9	3.619,5	12,2	8,0	9,7	8,4
	Índia	411,9	442,5	560,8	868,6	1.164,3	3,7	4,9	5,0	6,0
Rússia	4.601,5	3.683,1	3.503,8	6.612,6	6.922,8	-10,5	-1,0	7,3	0,9	
Estados Unidos	33.230,5	34.628,9	39.776,1	44.861,4	45.660,7	2,1	2,8	1,4	0,4	
Taxa de urbanização (% do total)	Mundo	43,6	44,3	46,2	50,5	52,9	0,8	0,8	1,0	1,0
	Países de renda média	35,7	36,8	39,4	45,2	48,4	1,4	1,4	1,5	1,4
	Países de baixa renda	22,7	23,3	24,6	27,4	29,4	1,3	1,1	1,2	1,4
	Países de alta renda	75,3	75,7	76,7	79,3	80,5	0,3	0,3	0,4	0,3
	Brasil	75,4	76,9	80,5	83,8	85,2	1,0	0,9	0,4	0,3
	Argentina	87,5	87,9	88,9	90,6	91,4	0,2	0,2	0,2	0,1
	China	28,2	30,0	34,9	46,5	53,2	3,2	3,0	3,3	2,7
	Índia	26,0	26,4	27,5	30,3	32,0	0,8	0,8	1,1	1,1
Rússia	73,4	73,4	73,4	73,6	73,9	0,0	0,0	0,0	0,1	
Estados Unidos	76,1	76,9	78,7	80,4	81,3	0,5	0,5	0,2	0,2	
População total (milhões)	Mundo	5.453,3	5.621,0	6.035,5	6.759,0	7.174,5	1,5	1,4	1,3	1,2
	Países de renda média	3.891,6	4.022,4	4.344,2	4.879,2	5.178,5	1,7	1,6	1,3	1,2
	Países de baixa renda	342,1	362,1	414,7	529,1	605,5	2,9	2,8	2,7	2,7
	Países de alta renda	1.219,6	1.236,5	1.276,6	1.350,6	1.390,6	0,7	0,6	0,6	0,6
	Brasil	155,4	160,3	173,2	194,8	204,3	1,6	1,6	1,3	1,0
	Argentina	33,6	34,5	36,6	40,3	42,5	1,3	1,1	1,0	1,0
	China	1.165,0	1.191,8	1.252,7	1.324,7	1.357,4	1,2	1,0	0,6	0,5
	Índia	906,5	942,6	1.035,0	1.197,1	1.279,5	2,0	1,9	1,6	1,3
Rússia	148,7	148,3	147,2	142,7	143,5	-0,1	-0,2	-0,3	0,1	
Estados Unidos	256,5	263,1	279,0	304,1	316,5	1,3	1,2	1,0	0,8	

Fonte: World Bank (2016).

**TABELA 6.3**  
**Indicadores econômicos do setor agropecuário para vários países e regiões do mundo (1992-2013)**

Indicadores	Regiões e países	Anos					TGC			
		1992	1994	1999	2008	2013	1992-1994	1994-1999	1999-2008	2008-2013
Terras agrícolas (milhões de hectares)	Brasil	51,8	52,8	57,8	70,3	76,0	0,9	1,8	2,2	1,6
	China	122,9	120,7	119,3	108,1	105,7	-0,9	-0,2	-1,1	-0,5
	Índia	162,7	162,5	161,0	158,0	157,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1
	Argentina	26,7	26,9	27,5	35,2	39,6	0,3	0,3	2,7	2,3
	Rússia	132,0	128,4	125,0	121,7	122,2	-1,4	-0,5	-0,3	0,1
	Estados Unidos	184,1	181,9	175,4	161,8	151,8	-0,6	-0,7	-0,9	-1,3
Índice de produção agrícola (2004-2006 = 100)	Mundo	72,5	74,8	85,9	110,2	125,1	1,6	2,8	2,8	2,6
	Países de renda média	66,3	69,8	82,6	113,2	131,2	2,6	3,4	3,6	3,0
	Países de baixa renda	71,0	72,1	82,8	110,9	138,1	0,8	2,8	3,3	4,5
	Países de alta renda	88,6	87,7	94,6	102,7	108,2	-0,5	1,5	0,9	1,1
	Brasil	63,9	68,1	75,7	121,8	140,3	3,3	2,2	5,4	2,9
	Argentina	59,9	59,6	82,0	113,7	127,9	1,4	6,5	3,6	2,0
	China	57,8	63,4	80,8	114,7	133,6	4,7	5,0	4,0	3,1
	Índia	77,2	82,3	94,4	117,5	141,9	3,2	2,8	2,5	3,8
	Rússia	100,4	78,6	68,4	112,8	115,7	-11,5	-2,8	5,7	0,5
	Estados Unidos	87,0	93,3	92,1	101,1	108,7	3,6	-0,3	1,0	1,5
Índice de produção pecuária (2004-2006 = 100)	Mundo	76,0	79,4	88,1	108,3	117,1	2,2	2,1	2,3	1,6
	Países de renda média	61,6	67,7	80,6	111,7	125,7	4,9	3,5	3,7	2,4
	Países de baixa renda	70,1	69,7	83,5	110,3	122,4	-0,3	3,7	3,1	2,1
	Países de alta renda	94,4	94,4	97,8	104,0	106,2	0,0	0,7	0,7	0,4
	Brasil	51,6	56,5	74,1	111,5	127,5	4,6	5,6	4,6	2,7
	Argentina	81,1	89,4	94,9	107,6	110,6	5,0	1,1	1,4	0,5
	China	48,0	59,3	79,3	111,8	126,5	11,1	6,0	3,9	2,5
	Índia	63,9	68,4	82,5	114,6	135,2	3,5	3,8	3,7	3,4
	Rússia	158,8	137,7	96,0	109,4	122,4	-6,9	-7,0	1,5	2,3
	Estados Unidos	82,9	87,0	95,8	106,8	107,7	2,4	2,0	1,2	0,2
Produtividade da terra (kg por hectare)	Mundo	2.777,4	2.812,6	3.105,7	3.548,2	3.851,3	0,6	2,0	1,5	1,7
	Países de renda média	2.530,8	2.582,2	2.893,1	3.383,9	3.711,0	1,0	2,3	1,8	1,9
	Países de baixa renda	1.078,3	1.096,6	1.195,6	1.317,5	1.580,6	0,8	1,7	1,1	3,7
	Países de alta renda	3.569,0	3.635,7	4.025,9	4.551,8	4.929,9	0,9	2,1	1,4	1,6
	Brasil	2.142,5	2.284,4	2.721,0	3.830,8	4.826,4	3,3	3,6	3,9	4,7
	Argentina	3.057,3	2.816,0	3.351,5	3.906,8	4.724,7	-4,0	3,5	1,7	3,8
	China	4.362,5	4.504,9	4.944,9	5.547,6	5.891,4	1,6	1,9	1,3	1,2
	Índia	2.024,8	2.115,5	2.313,7	2.637,9	2.961,6	2,2	1,8	1,5	2,3
	Rússia	1.743,2	1.457,6	1.452,6	2.387,3	2.240,1	-8,6	-0,1	5,7	-1,3
	Estados Unidos	5.360,6	5.563,4	5.733,0	6.620,0	7.340,4	1,9	0,6	1,6	2,1

(Continua)

(Continuação)

Indicadores	Regiões e países	Anos					TGC			
		1992	1994	1999	2008	2013	1992-1994	1994-1999	1999-2008	2008-2013
Produtividade do trabalho (constante 2005 US\$)	Mundo	837,2	827,7	1.037,6	1.251,7	1.406,3	-0,6	4,6	2,1	2,4
	Países de renda média	587,5	605,9	674,9	886,1	1.053,3	1,6	2,2	3,1	3,5
	Países de baixa renda	252,1	242,5	263,9	287,4	309,6	-1,9	1,7	1,0	1,5
	Países de alta renda	..	..	14258,8	20412,5	24508,8	..	..	4,1	3,7
	Brasil	1.732,5	1.902,0	2.369,8	4.069,9	5.296,8	4,8	4,5	6,2	5,4
	Argentina	7.455,3	8.449,8	9.861,3	11358,9	1.2438	6,4	3,1	1,5	1,8
	China	333,9	359,5	429,0	602,1	754,1	3,8	3,6	3,8	4,6
	Índia	464,8	487,5	533,8	621,8	714,9	2,4	1,8	1,7	2,8
	Rússia	3.669,2	3.305,2	3.268,4	5.482,3	6.342,4	-5,1	-0,2	5,9	3,0
	Estados Unidos	..	..	32977,1	52447,4	69456,8	..	..	5,3	5,8

Fonte: World Bank (2016).

Entre as tecnologias mais importantes e de maior impacto na produtividade da cadeia agrícola brasileira, citam-se a disponibilização de materiais genéticos mais produtivos para lavouras, plantas forrageiras e animais (Albuquerque e Silva, 2008a; 2008b; Tilman *et al.*, 2002), o manejo da fertilidade do solo (Buller *et al.*, 2015), a fixação biológica de nitrogênio (Manzatto, Freitas Júnior e Peres, 2002), as práticas conservacionistas, como o sistema de plantio direto (Duarte, Garcia e Matoso, 2006), a expansão de sistemas de irrigação no campo (Andrade, 2001) e, mais recentemente, os sistemas de rotação de culturas e de integração lavoura-pecuária-floresta (Carvalho *et al.*, 2014; Vilela, Martha Júnior e Marchão, 2012). O esforço de pesquisa, em especial da Embrapa e das universidades, baseado nas características específicas do território brasileiro, produziu pacotes tecnológicos adaptados e responsáveis pela “tropicalização” da agricultura no país. A produção expandiu do Sul para as regiões Centro-Oeste, Norte e parte do Nordeste, principalmente na direção do Cerrado na região do MATOPIBA.

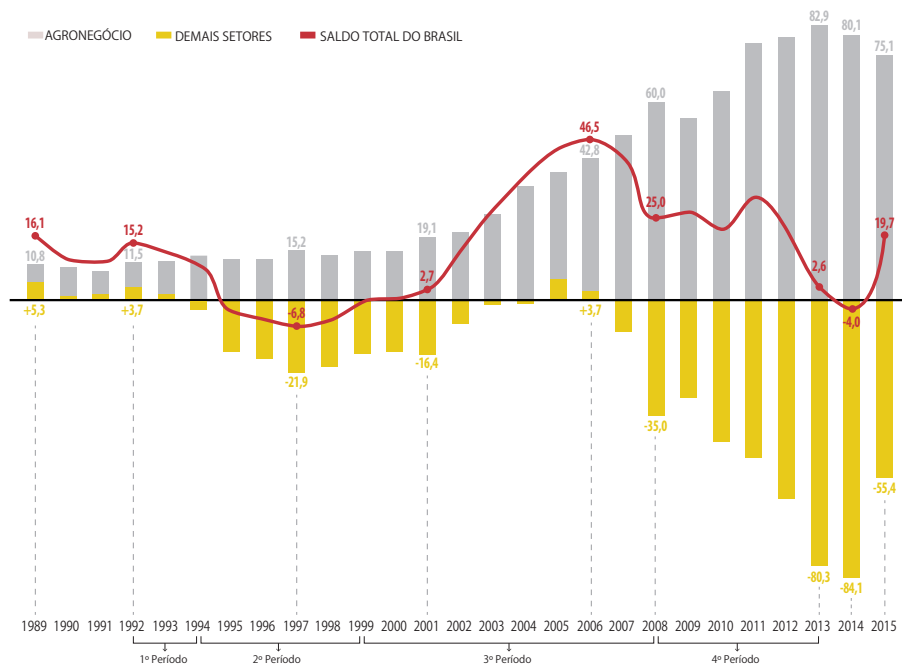
Até meados da década de 1990, a agropecuária brasileira respondeu fortemente aos estímulos do mercado interno. Entretanto, nos últimos 20 anos, porção crescente dos produtos agropecuários passou a ser direcionada à exportação (Martha Júnior *et al.*, 2010). As políticas de ajuste macroeconômico executadas pelo governo federal influenciaram diretamente nas exportações do agronegócio brasileiro. O controle do processo inflacionário desde 1994 e o abandono do regime de câmbio fixo em 1999 serviram como motor das exportações brasileiras (Contini *et al.*, 2012). Os ajustes macroeconômicos e as mudanças na condução da política agrícola, somados aos investimentos em tecnologia e ao crescente aumento do PIB *per capita* e da população urbana nos países de média renda, explicam o destaque do setor agropecuário em detrimento de outros setores na balança comercial brasileira, notadamente a partir do ano 2000.

O Brasil atende o mercado interno com 80% da sua produção e exporta o excedente para mais de 180 países, ocupando papel de destaque no cenário internacional de produtos agropecuários. Os maiores parceiros comerciais são a União Europeia, a China, os Estados Unidos, o Japão, a Rússia e a Arábia Saudita (CGEE, 2014b). O setor que mais contribuiu para a obtenção de divisas foi a cadeia do agronegócio. Em 1994, o PIB do agronegócio foi estimado em R\$ 728 milhões e, em 2013, esse valor atingiu cerca de R\$ 1 bilhão (Cepea, 2015). O saldo do comércio internacional do agronegócio (exportações menos importações) passou de aproximadamente US\$ 11 bilhões, em 1989, para US\$ 82,9 bilhões, em 2013, exibindo uma taxa de crescimento anual de 8,8% no período (ver figura 6.3).

FIGURA 6.3

### Saldo da balança comercial brasileira total, do agronegócio e dos demais setores de atividade econômica de 1989 a 2015

(Em bilhões de dólares)



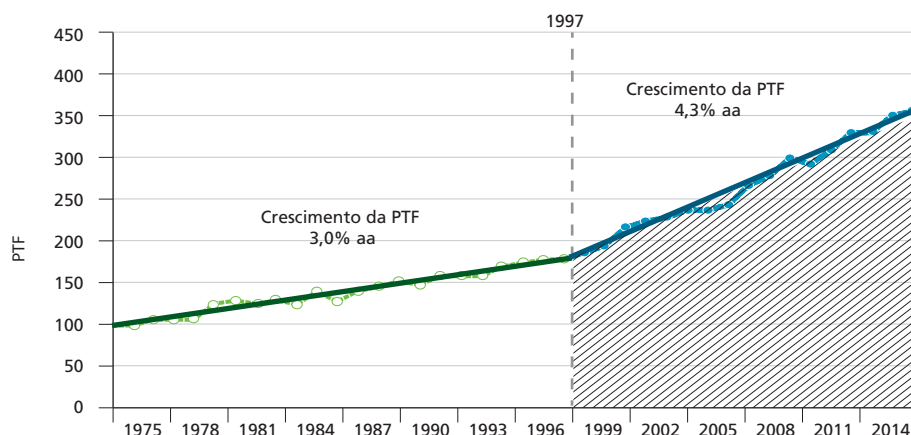
Fonte: Conab (2015).

Em 2013, a balança comercial brasileira apresentou saldo de apenas US\$ 2,6 bilhões, tornando-se negativo em 2014. Quando se compara o saldo do agronegócio, os valores são positivos e crescentes a partir do ano 2000. Enquanto o saldo do agronegócio foi superavitário em mais de US\$ 80 bilhões de dólares em 2014, o restante da economia caminhou na contramão, ficando deficitário em aproximados US\$ 84 bilhões. Em 2015, com a recessão econômica interna, o país

importou menos e isso ajudou a melhorar o saldo comercial, ficando em torno de US\$ 19,7 bilhões de dólares positivo. O resultado aponta a importância do setor agropecuário para a economia brasileira. Esse desempenho auxilia na estabilidade macroeconômica do país por meio de seu faturamento comercial.

Conforme Gasques *et al.* (2016), ao comparar o crescimento da produtividade total dos fatores (PTF), de 1975 a 2014, observou-se uma quebra estrutural da tendência no ano de 1997. De acordo com os cálculos, que podem ser vistos pela figura 6.4, os autores mostraram que, de 1975 a 1997, o crescimento da PTF foi de aproximados 3% ao ano (a.a), enquanto, de 1997 a 2014, a taxa acelera para um valor de 4,3%. A retomada do crescimento da economia chinesa, cujos reflexos foram importantes para o conjunto dos países emergentes, aqueceu o comércio internacional e a produtividade de bens agropecuários (Barros, 2014).

FIGURA 6.4  
Evolução da PTF no Brasil (1975-2014)



Fonte: Gasques *et al.* (2016).

Em 2000, a China foi o 11º mercado importador mais importante do Brasil, demandando cerca de US\$ 0,5 bilhão, ou 3% do total. Em 2013, o consumo chinês deu um salto, transformando a China no principal destino de produtos agrícolas brasileiros, importando quase US\$ 20,5 bilhões, ou 23% do total nacional. O segundo maior mercado dos produtos nacionais foi a União Europeia, com importação de US\$ 18,3 bilhões (20% do total), seguido dos Estados Unidos, que importava praticamente US\$ 4,6 bilhões (Faostat, 2015). A tendência é que a produção agropecuária brasileira continue crescendo, assim como a demanda dos países emergentes, embora a taxas menores. A moeda brasileira desvalorizou, devido à recuperação da economia norte-americana e estimulou ainda mais o crescimento das exportações.

### POSIÇÃO DO BRASIL NO RANKING MUNDIAL DA PRODUÇÃO E DA EXPORTAÇÃO AGROPECUÁRIA

A tabela 6.4 mostra a posição do Brasil no *ranking* da produção e da exportação mundial de produtos agrícolas. Entre 1992 e 2013, os dados comprovam a evolução do desempenho internacional do Brasil no mercado. Em 2013, o país foi líder na produção mundial de café, cana-de-açúcar, açúcar e laranja. No que se refere à exportação, nesse mesmo ano, a liderança estabeleceu-se na soja, no café, no açúcar, no suco de laranja e nas carnes bovina e de frango. Em relação à soja, o Brasil é o segundo maior produtor. Não obstante, as exportações brasileiras estiveram em primeiro lugar no *ranking* mundial em 2013, ultrapassando os Estados Unidos. Em 1992, o valor exportado de soja era de cerca de US\$ 808 milhões e, em 2013, esse valor subiu para US\$ 22 bilhões, de acordo com os dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2015). As transações internacionais e o consumo de soja são em grande parcela determinados pela China, que adquire quantidade significativa do grão para abastecer a indústria local. As projeções do *United States Department of Agriculture – USDA* (2012) indicaram que o crescimento econômico e populacional nos países em desenvolvimento impulsionaria a demanda global por óleos vegetais, para o consumo humano, para a produção de biocombustíveis e para insumo nas rações animais. Além disso, países do norte da África, do Oriente Médio e da Ásia, que não têm como aumentar a produção da oleaginosa, vêm investindo em equipamentos para processamento da matéria-prima. Segundo Vieira Júnior, Osaki e Alves (2014), a tendência é que tais regiões importem mais grãos ao longo do tempo.

TABELA 6.4  
Posição do Brasil no *ranking* mundial da produção e exportação agrícola (1992-2013)

Produtos	Produção					Exportação				
	1992	1994	1999	2008	2013	1992	1994	1999	2008	2013
Soja	2ª	2ª	2ª	2ª	2ª	2ª	2ª	2ª	2ª	1ª
Milho	3ª	3ª	3ª	3ª	3ª	52ª	39ª	31ª	4ª	2ª
Algodão	6ª	7ª	8ª	5ª	5ª	25ª	56ª	48ª	2ª	4ª
Café em grão	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	2ª	1ª	1ª	1ª	1ª
Café torrado	-	-	-	-	-	21ª	37ª	34ª	20ª	30ª
Trigo	28ª	32ª	29ª	22ª	23ª	-	73ª	50ª	22ª	17ª
Cana-de-açúcar	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	-	-	-	-	-
Açúcar <i>in natura</i>	2ª	1ª	1ª	1ª	1ª	5ª	3ª	1ª	1ª	1ª
Açúcar refinado	-	-	-	-	-	6ª	6ª	2ª	1ª	1ª
Laranja	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	14ª	13ª	17ª	20ª	26ª
Suco de Laranja	-	-	-	-	-	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª
Carne bovina <sup>1</sup>	2ª	2ª	2ª	2ª	2ª	8ª	9ª	10ª	1ª	1ª
Carne de frango	4ª	3ª	3ª	3ª	3ª	4ª	4ª	2ª	1ª	1ª
Carne de porco	12ª	7ª	5ª	5ª	5ª	12ª	11ª	27ª	11ª	16ª

Fonte: Faostat (2015).

Nota: <sup>1</sup> Carne bovina desossada.



Quanto ao milho, em 1992, o Brasil estava em 52<sup>o</sup> lugar entre os países exportadores. Em 2013, sua colocação saltou para a 2<sup>a</sup> posição. O cultivo do milho passou por grandes mudanças nos últimos 35 anos, entre as safras de 1977 e de 2013. A produção aumentou 66,9 milhões de toneladas, o que equivale a um acréscimo de 478%. Um dos eventos essenciais para ascensão da produção de milho no Brasil foi a produção do grão em duas safras anuais, introduzida pelos agricultores desde finais da década de 1970. No início, a produção marginal de segunda safra (safrinha) era modesta; entretanto, com o melhoramento genético na semente de soja, que encurtou o ciclo produtivo de primeira safra, propiciou a expansão da segunda safra. Em algumas regiões brasileiras, como apontadas por Miranda e Campos (2014), a produção de milho de segunda safra ultrapassou a de primeira.

Em relação ao algodão, a colocação do país melhorou ao longo do tempo. Na década de 1990, o setor passou por dificuldades. O programa americano de crédito e os subsídios aos consumidores e aos exportadores de algodão foram responsáveis pela queda dos preços internacionais durante os anos de 1999 a 2002, o que causou prejuízos à produção brasileira de algodão e motivou a abertura de questionamentos à OMC sobre o caso. Na década seguinte, a cotonicultura recuperou-se. Em 1999, o Brasil ocupava a 48<sup>a</sup> colocação entre os exportadores mundiais. Em 2009, o Brasil obteve vitória na OMC, podendo retaliar produtos americanos de forma direta e cruzada. Em 2010, os Estados Unidos firmaram um acordo de compensação no qual foi negociada a proposta de transferência de US\$ 147,3 milhões para ser destinada ao Instituto Brasileiro do Algodão, instituição criada para gerir os recursos provenientes desse acordo, com objetivo de promover e fortalecer o segmento. Em 2013, o setor ocupou o 4<sup>o</sup> lugar dos maiores exportadores. De acordo com o relatório do USDA (2014), as exportações brasileiras de algodão entre 2013/2014 e 2023/2024 devem mais que dobrar, sendo o país que mais aumentará suas exportações nos próximos dez anos.

A produção cafeeira sempre manteve destaque na economia brasileira. O país lidera tanto em termos produtivos quanto em relação às exportações. A contribuição ao saldo comercial é expressiva. Embora o Brasil lidere na produção do grão, as exportações de café torrado ficam aquém do desejado, e estiveram em 30<sup>o</sup> lugar durante 2013. Segundo Dias e Silva (2015), a Alemanha reexporta grande parte do grão importado em forma de café fino e industrializado com maior valor agregado, até mesmo para o mercado brasileiro.

No mercado de trigo, o Brasil é o 23<sup>o</sup> maior produtor e 17<sup>o</sup> exportador no mundo. O cereal é uma das principais matérias-primas da indústria brasileira e o segundo item de maior participação na pauta de importação, atrás apenas da cadeia de petróleo. O Brasil ainda não conseguiu autossuficiência em relação à

produção de trigo, de modo que a Argentina se firmou como grande fornecedor (Melo e Moro, 2013). As barreiras relacionadas à produção de trigo no Brasil referem-se à fragilidade da produção, aos gargalos de armazenagem e ao elevado custo produtivo (BNDES, 2011). Em 2013, a importação de trigo atingiu cifra de US\$ 17,1 bilhões de dólares e representou 7,3 milhões de toneladas (Brasil, 2013).

Quanto à produção de cana-de-açúcar, o Brasil é o principal produtor, o que se reflete na produção e exportação de açúcar. Em quase todo o período, tem-se o primeiro lugar nas exportações de açúcar *in natura* e processado. Durante a safra de 2012/2013, foram produzidas 588,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 38,2 milhões de toneladas de açúcar e 23,2 bilhões de litros de etanol.<sup>4</sup> O país é um grande produtor de cana-de-açúcar graças ao clima tropical favorável, com chuvas suficientes e clima adequado. A maior parte do etanol produzida é consumida internamente. Conforme Martinez *et al.* (2013), a exportação desse derivado ainda é limitada e residual, variando de acordo com o preço do açúcar.

O país consolidou-se como maior produtor de laranja e maior exportador de suco de laranja no mundo, sendo autossuficiente no mercado de sucos de frutas. Do total de sucos, 95,5% corresponde ao de laranja, que é o subproduto mais exportado. A exportação de sucos prontos para o consumo representa 43% dos negócios do setor (Brasil, 2012a). O parque industrial constitui-se de fábricas modernas e avançadas. A produção destina-se quase totalmente ao mercado externo, como avalia Amaro e Maia (1997). A exportação brasileira de laranja tem pouco peso no cenário mundial. Isso se deve ao fato de que o perfil de competitividade das exportações de frutas frescas está fortemente baseado nos fatores de baixo preço e alta qualidade, aos quais a maior parte dos exportadores por enquanto não se enquadra. De 2008 a 2011, o volume de exportações de frutas frescas decresceu a uma taxa média de 7,2% (Fernandes e Fernandes, 2014).

A participação brasileira no suprimento de carnes no mundo é expressiva. A produção de carne bovina manteve-se em 2º lugar no *ranking* mundial durante o período de 1992 a 2013. A partir de 2008, o Brasil esteve em 1º lugar nas exportações de carne bovina desossada. A disponibilidade de terras, que possibilitou ganhos de escala e ampliação da atividade, é um dos diferenciais competitivos do Brasil em relação aos seus concorrentes. A engenharia genética também contribuiu para o incremento dos índices de produtividade, e as condições climáticas, muito favoráveis à produção pecuária de baixo custo, devido aos sistemas extensivos de criação, ajudaram na alimentação a pasto e sem utilização de hormônios (Oliveira, 2014).

Quanto à carne de frango, o Brasil esteve em 4º em 1992. Contudo, a partir de 1994, a produção manteve-se até o ano de 2013 em 3º lugar. A produção exportada

---

4. Superado pelos Estados Unidos, neste caso, cuja produção é mais do que o dobro da produção nacional (Shikida, 2015).

de carne de frango em 1992 era de US\$ 436 milhões e, em 2013, as exportações alcançaram US\$ 6 bilhões e tornaram o país o maior exportador do produto no mundo (Faostat, 2015). A partir de 1998, grandes empresas e várias cooperativas fizeram investimentos no setor, gerando um excedente de produção em relação ao consumo interno, o qual passou a ser direcionado ao mercado externo. Com isso, o mercado brasileiro tornou-se o principal fornecedor de carne de frango, abastecendo mais de 140 países, posição que vem sendo sustentada pela qualidade do produto nacional e pelo rígido programa de controle sanitário (Pessoa *et al.*, 2010).

A produção de carne de porco vem ganhando participação no mercado mundial. Em 1992, o Brasil era o 12<sup>o</sup> maior produtor de carne suína e, em 2013, subiu para a 5<sup>a</sup> posição entre os maiores produtores mundiais. Todavia, as exportações de carne suína marcam a 16<sup>a</sup> posição no *ranking*. O Brasil tem sofrido nos últimos anos dificuldades no comércio internacional por entraves às exportações de carne suína devido às barreiras sanitárias. Somam-se a isso outros fatores como a concentração das exportações brasileiras em mercados que até pouco tempo atrás ainda firmavam contratos unilaterais ou de curto prazo (Rússia e China) e à concorrência com os Estados Unidos e a União Europeia, que possuem mercados diversificados, bem como estáveis a longo prazo (Japão e Coreia do Sul) (Silveira, 2014).

### DECOMPOSIÇÃO DAS FONTES DE CRESCIMENTO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DO AGRONEGÓCIO

No intuito de avaliar a decomposição das fontes de crescimento das exportações do agronegócio<sup>5</sup> pós 1990, dividiu-se a análise nos seguintes subperíodos: *i*) 1992 a 1994 – período que compreende a abertura comercial, amplo processo de liberalização e eliminação das principais barreiras não tarifárias, com redução do nível e do grau de proteção da indústria local; *ii*) 1994 a 1999 – momento dado pela implantação do Plano Real, fase de estabilização monetária da economia brasileira com sobrevalorização cambial e seus impactos negativos no setor exportador; *iii*) 1999 a 2008 – vai da desvalorização do câmbio em 1999 à crise financeira internacional de 2008, lembrando que, após 2003, tem-se o *boom* das *commodities* e, a partir de 2005, observa-se uma tendência de apreciação do câmbio. Essa etapa caracterizou-se pela alavancagem das exportações do setor agroindustrial brasileiro; e, finalmente, *iv*) 2008 a 2013 – representa os anos mais recentes pós-crise, mas com baixo impacto negativo no crescimento das exportações agropecuárias brasileiras.

---

5. Para os cálculos, foram coletados dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), referentes ao valor em dólares da exportação brasileira e mundial dos produtos agropecuários: soja, milho, laranja, açúcar, trigo, algodão, café torrado, café em grão, carne de porco, carne bovina e carne de frango, no período de 1992 a 2013. Consideraram-se, para fins de análise, os mercados das regiões da América do Sul, América do Norte, América Central, Europa, África, Ásia e Oceania.

A tabela 6.5 apresenta os principais resultados da decomposição do crescimento das exportações brasileiras no setor agropecuário. Durante o primeiro período (1992 a 1994), as exportações mundiais dos produtos agropecuários analisados apresentaram taxa de crescimento de 1,9%, enquanto a taxa de crescimento nacional foi de 32,6%, apresentando, dessa forma, um crescimento bem acima das exportações mundiais. Segundo Castro (2005), a economia brasileira apresentou taxas de crescimento da ordem de 4,9 %, em 1993, e 5,9 %, em 1994. Esse crescimento esteve associado à recuperação da indústria, mas também ao bom resultado da agropecuária em 1994, que chegou a ser chamada de “âncora verde do Real”, uma vez que o aumento da oferta no setor contribuiu para a queda da inflação.

TABELA 6.5

**Taxas anuais de crescimento das exportações da produção agropecuária no Brasil e no mundo e a decomposição do crescimento nos efeitos: crescimento mundial, pauta de produto, mercado de destino e competitividade**  
(Em %)

Indicadores	Períodos			
	1992/1994	1994/1999	1999/2008	2008/2013
	Taxas anuais de crescimento			
Exportações mundiais	1,9%	-0,4%	11,0%	6,0%
Exportações brasileiras	32,6%	5,5%	19,0%	11,2%
	Fontes de crescimento			
i) Crescimento mundial	5,2%	-8,5%	44,3%	48,0%
ii) Composição de pauta	50,7%	7,0%	1,0%	12,9%
iii) Destino das exportações	45,7%	55,6%	22,1%	10,6%
iv) Competitividade	-1,6%	45,8%	32,5%	28,4%

Elaboração dos autores.

O fator composição da pauta de exportações nesse período foi de 50,7%, a maior taxa em relação aos demais períodos. Segundo Baumann (2002), as medidas de aumento de competitividade estrutural da economia e da liberalização das importações foram decisivas no estímulo às exportações no início dos anos 1990. A reestruturação da economia exigiu uma composição adequada da pauta exportadora, sendo pouco provável o sucesso de uma especialização em produtos de baixa perspectiva de demanda internacional.

O bom desempenho do destino das exportações esteve ligado às mudanças das relações externas, que contaram com a formação, em 1991, do MERCOSUL. A abertura comercial ficou evidenciada pela diminuição do protecionismo agropecuário, no qual o Brasil tornou-se agente central no âmbito das negociações multilaterais do comércio internacional (Baccarin, 2011). Paralelamente, foram inseridas reformas dedicadas a dar maior agilidade às operações de comércio exterior, sendo que as

principais ocorreram entre 1991 e 1996. Foi estabelecida uma legislação sobre medidas compensatórias para reduzir a demora na análise de casos *antidumping*, eliminando a tributação nas exportações e estabelecendo o sistema de quotas e de licença prévia para exportação. A eliminação da licença prévia foi estendida ao açúcar e ao etanol, em 1992 (Gasques *et al.*, 2004).

No período de 1992 a 1994, a competitividade apresentou resultado desfavorável para a economia brasileira. O resultado foi causado pelas políticas macroeconômicas desfavoráveis à agropecuária, tais como o descontrole inflacionário e a ausência de política de crédito agrícola, que serviu muito mais como elemento inibidor do que estimulador da competitividade setorial (Campos e Paula, 2002). Silva e Silva (2003) afirmam que, até meados de 1992, houve perda de competitividade da agricultura brasileira. Conforme Fernandes e Vieira Filho (2000; 2001), os indicadores de vantagem comparativa revelada e de contribuição ao saldo comercial dos produtos agrícolas atingiram os seus piores índices entre 1991 e 1993.

No segundo período, tem-se uma queda da taxa de crescimento das exportações mundiais de cerca de -0,4%. Porém, o desempenho das exportações nacionais foi favorável, obtendo uma taxa de crescimento de 5,5%. Ao comparar os demais períodos, essa foi a menor taxa, diretamente influenciada pela valorização extremada do câmbio (Baumann, 2002). Pela decomposição do crescimento das exportações, observa-se que a queda do crescimento do comércio mundial influenciou negativamente a economia brasileira com um percentual de aproximadamente -8,5%, resultado que foi mais do que compensado pelo dinamismo econômico dos principais países importadores do Brasil, com valor de 55,6%, e pelo ganho de competitividade vindo da liberalização comercial e da estabilidade monetária, de 45,8%. Os mercados mais importantes na década de 1990, tanto pelo crescimento relativo quanto pelo volume importado, foram aqueles da Associação Latino-Americana de Integração (Aladi) (crescimento de 317%, entre 1990 e 1998, com um volume de US\$ de 13,3 bilhões no último ano), dos Estados Unidos (27,8% e US\$ 9,9 bilhões) e da União Europeia (49,4% e US\$ 14,7 bilhões). Em 1998, a União Europeia continuou sendo o principal destino para as exportações brasileiras, com parcela de mercado de 28,8%, seguida pela Aladi (26,1%), pelos Estados Unidos (19,3%) e pela Ásia (11%). No mesmo ano de 1998, as exportações para os Estados Unidos e para a Europa cresceram, respectivamente, 4,9 e 1,6 %, em relação a 1997 (Averbug, 1999).

Entre o final de 1994 e o ano de 1998, o mercado financeiro internacional foi sacudido por três crises. A primeira foi a do México, que surgiu no final de 1994 e afetou fortemente os mercados emergentes no primeiro semestre de 1995, inclusive o Brasil. A segunda foi a dos países asiáticos em 1997, inicialmente originária na Tailândia e que se disseminou rapidamente para a Coreia do Sul, a Indonésia e a

Malásia. A terceira foi a crise da Rússia em 1998. Em todo esse período, o Brasil foi seriamente abalado pelo “efeito contágio”, associado à redução dos empréstimos financeiros aos países emergentes e à diminuição das reservas domésticas de divisas, que sobrevieram após as dificuldades internacionais. A composição de pauta apresentou taxa positiva de 7%.

Apesar dessas crises e da instabilidade macroeconômica, a agroindústria não se desacelerou, pois seus segmentos tiveram bastante estímulo com a valorização cambial, que contribuiu para importar tecnologia agrícola a baixo custo, conforme Favaret Filho e Paula (2002). Além disso, a redução dos preços reais de insumos agrícolas, principalmente no caso dos fertilizantes, defensivos, medicamentos e máquinas, que foram beneficiados por menores tarifas de importação e por um câmbio apreciado, ajudou na modernização do setor. O Pronaf, criado em 1996, incluiu o pequeno produtor na agenda política do país. Segundo Abramovay e Piketty (2005), o programa foi constituído de três tipos de intervenção: melhoramento da infraestrutura rural, apoio ao crédito voltado à agricultura familiar e formação técnica dos agricultores. A Lei Kandir,<sup>6</sup> de 1996, beneficiou a exportação de matérias-primas com alíquotas zero e transformou-se em um subsídio ao setor para a exportação de grãos *in natura*, em detrimento dos produtos processados. Sua elaboração teve como objetivo desonerar os exportadores, devido à crise do crédito rural e das políticas de estabilização econômica, que apertavam a renda dos produtores com baixa produtividade e alto endividamento (Fernandes Filho e Belik, 2010). A ideia era a de diminuir o preço final do produto no mercado internacional e aumentar a competitividade setorial, elevando as exportações e gerando, conseqüentemente, renda e emprego na economia doméstica.

Quanto ao terceiro período estudado (1999 a 2008), as exportações brasileiras cresceram muito acima das exportações mundiais. A decomposição da taxa de crescimento mostrou que o comércio mundial foi o principal componente que influenciou a dinâmica da exportação brasileira dos produtos agropecuários. Em 2000, o governo federal criou um novo programa para estimular a modernização da frota de tratores e máquinas agrícolas, o Moderfrota, que concede crédito subsidiado por meio do BNDES, visando aumentar a demanda por máquinas agrícolas (Baricelo e Bacha, 2013). Tal programa foi importante na renovação da frota de tratores e colheitadeiras na agricultura brasileira, com o aumento do volume de crédito nos últimos 15 anos (Vieira Filho, 2014b). Nesse período, verificou-se um cenário econômico mundial bastante positivo, que foi movido pelo crescimento da economia chinesa, pelo aumento dos preços das *commodities* agrícolas e pela taxa de crescimento das exportações mundiais em torno de 11%. Portanto,

---

6. Definida pela Lei Complementar nº 87 de 1996, procurou-se isentar os bens e serviços exportados do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), estimulando a produção de bens primários e prejudicando a venda externa de produtos processados. No caso do setor agrícola, por exemplo, a produção de soja em grão foi beneficiada em face da exportação de farelo e óleo de soja (Sediyama *et al.*, 2013).

o crescimento do comércio mundial foi o efeito com maior contribuição na *performance* da economia brasileira, com um indicador de 44,3%. Deve-se notar que o crescimento da China empurrou o crescimento da economia mundial, que influenciou positivamente no crescimento das economias emergentes.

Os efeitos relacionados ao mercado de destino e à competitividade foram positivos e expressivos, sendo de 22,1% e 32,5%, respectivamente. Apesar de positivo, o fator composição de pauta teve menor influência nas exportações agropecuárias entre 1999 e 2008, período que refletiu maior concentração das exportações em produtos primários (Lima, Lélis e Cunha, 2015). O crescimento foi maior no comércio de produtos agrícolas *in natura*. Contudo, de acordo com Luz (2014), o argumento de que a agricultura brasileira produz itens de baixo valor agregado é equivocado, dada a tecnologia embarcada na produção de grãos ou de corte de carne, legado das décadas de desenvolvimento genético e investimento em P&D, bem como das inovações no processo produtivo, com insumos e maquinários avançados, que colaboraram para que a agricultura promovesse um grande salto de produtividade. Segundo Pereira (2014), a reprimarização da pauta de exportações brasileira esteve, em certa medida, associada ao efeito China, que, depois de entrar na OMC, em 2001, dinamizou o seu comércio internacional, principalmente para atender à crescente demanda de matérias-primas para sua indústria.

Por fim, no que tange ao último período analisado (2008 a 2013), se comparado com o momento anterior, nota-se que a crise financeira internacional apresentou um baixo impacto na dinâmica das exportações brasileiras. A taxa de crescimento das exportações nacionais foi superior à média mundial, mas com valor inferior ao do período passado. As exportações brasileiras cresceram a uma taxa de 11,2%, enquanto a mundial ficou em torno de 6%. No que se refere à decomposição, o desempenho do comércio mundial foi o principal efeito de crescimento, com valor de 48%, a maior parcela entre todos os períodos observados. A crise de 2008 afetou a economia mundial, mas a expansão do mercado consumidor nos vários países emergentes contribuiu para manter elevada a demanda por bens agropecuários, embora o mercado de *commodities* minerais tenha sofrido brusca queda. As demais fontes de crescimento tiveram resultados positivos, a pauta de exportação, o destino das exportações e a competitividade apresentaram taxas de 12,9%, 10,6% e 28,4%, respectivamente. A elevação dos preços agrícolas acentuou-se no período e culminou com a crise de 2008, atingindo os níveis mais elevados dos últimos 30 anos. Embora tais preços tenham recuado a partir de 2009, logo voltaram aos patamares elevados, ainda que inferiores aos de 2008 (Brasil, 2012b).

O efeito destino das exportações foi favorável entre 2008 e 2013. Contudo, observou-se que a parcela relativa a esse indicador apresentou menor relevância que

nos períodos anteriores. A crise financeira, que se verificou em 2008, em especial nos Estados Unidos e na Europa, alterou os mercados de destino; passaram a se destacar os fluxos de comércio Sul-Sul, os quais se intensificaram na década de 2000, constituindo um novo dinamismo para a agropecuária brasileira. A demanda e os preços elevados estimularam a produção e a exportação do país, alavancando as atividades produtivas de milho, algodão, carne bovina e de frango após 2008. O fator competitividade foi importante, indicando um crescimento de 28,4%; todavia, esse resultado foi menor se comparado ao período de 1999 a 2008. O país carrega sérios problemas logísticos e de ineficiência estrutural, que dificultam a vantagem competitiva do produto nacional frente ao mercado internacional (Galvão, 2014). Dessa forma, o planejamento logístico deve promover rotas intermodais que atendam aos interesses da pluralidade do setor agrícola, assim como a disseminação em políticas públicas direcionadas à ampliação de redes de armazenagem e de escoamento, reduzindo custos e aumentando a competitividade internacional (Correa e Ramos, 2010; Oliveira, 2014; Vieira Filho e Gasques, 2016).

#### **O VIÉS EXPORTADOR E A CONTRIBUIÇÃO FAVORÁVEL AO SALDO COMERCIAL**

O desempenho exportador dos principais produtos agropecuários brasileiros apresentou resultados consistentes em relação à dinâmica dos últimos 21 anos do comércio internacional. As taxas de exportações brasileiras seguiram em todos os períodos positivas e acima das taxas de exportações mundiais, denotando a importância do setor agropecuário brasileiro no mercado exterior. A década de 1990, quando comparada à década de 2000, apresentou menor crescimento das exportações associado ao efeito do comércio mundial. Os dois primeiros períodos estudados (que compreendem de 1992 a 1999) foram aqueles com as menores taxas de crescimento das exportações mundiais, indicando um cenário turbulento de crises, que se arrastaram até o final da década de 1990. Porém, as exportações brasileiras obtiveram taxas de crescimento positivas, que foram influenciadas notadamente pela composição de pauta e pelo destino de exportações, impulsionadas pela abertura comercial, diminuição do protecionismo agropecuário, estabilização da moeda e intensificação das negociações multilaterais brasileiras no comércio internacional. Nota-se ainda que o efeito competitividade cresceu bastante após a estabilização da economia em 1994.

A partir do período de 1999 a 2008, o crescimento do comércio mundial aumentou de maneira significativa e estimulou a taxa das exportações brasileiras. Esse momento foi caracterizado pelo aumento da demanda mundial, vindo principalmente de países emergentes e da elevação dos preços agrícolas, que serviu como motor para as exportações brasileiras. Constatou-se a redução da influência da composição da pauta como fonte de crescimento, no período de 1994 a 2008, apontando para a concentração das exportações em produtos



fortemente demandados pela economia chinesa. Vale observar que, em todo o período, o Brasil passa a diversificar bastante os mercados de destino, o que ajuda a reduzir o risco econômico em momentos de crises internacionais. Mesmo com valores positivos, o fator competitividade, de 2008 a 2013, apresentou redução da sua participação, se comparado aos períodos anteriores de 1994 a 2008. Nota-se que é preciso aperfeiçoar a cadeia agropecuária, principalmente no que tange às questões de logística e de infraestrutura. A melhoria dos portos e a ampliação da oferta de modais de transporte, assim como de redes de armazenamento, trazem efetivas contribuições à economia, aumentando a inserção no mercado internacional. O crescimento do comércio mundial nos últimos anos foi notável; entretanto, cabe destacar que o bom desempenho nos ganhos do crescimento e da competitividade das exportações nacionais esteve, sobretudo, relacionado aos impactos das tecnologias introduzidas nos sistemas agropecuários, que geraram intensificação e aumento da produtividade. Essas foram mudanças institucionais induzidas que alteraram a estrutura dinâmica do mercado brasileiro.



## HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL DA AGRICULTURA FAMILIAR<sup>1</sup>

Desde a abertura democrática e após os anos 1990, o setor agrícola brasileiro tem feito verdadeiro milagre em termos produtivos, apesar da ausência de incentivos, do planejamento difuso e da inadequada infraestrutura. Mesmo nesse ambiente de reduzido estímulo, a produção tem aumentado ano após ano. Contudo, este capítulo descreve um importante diagnóstico: enquanto se tem um segmento rural moderno, convive-se com outro atrasado, em que a pobreza se manifesta de forma aguda e regionalizada. Esse problema, que não é novo, é bem delimitado no Nordeste brasileiro.

Políticas públicas equivocadas distorcem os preços relativos, o acesso à tecnologia e à obtenção de crédito, desestimulando o ingresso dos produtores mais atrasados na corrida tecnológica. Fatores climáticos e regionais provocam diferenciais produtivos em diferentes tipos de cultivo, deixando os produtores menos inovadores mais vulneráveis às flutuações da produção e às especificidades locais. O processo de inovação tecnológica na agricultura familiar, juntamente com as especificidades regionais, contribui para o aumento da desigualdade produtiva, que, quando estrutural, inviabiliza a inclusão dos agricultores marginalizados na dinâmica tecnológica. A hipótese básica é que as inovações tecnológicas guiadas por mudanças institucionais e as especificidades regionais e produtivas conduzem a uma maior desigualdade na produção e no crescimento agropecuário, favorecendo os espaços organizacionais dinâmicos e inovadores em detrimento da estagnação das regiões marginalizadas da moderna produção.

As questões políticas de democracia e econômicas de responsabilidade fiscal são radicalmente distintas do passado, no qual as decisões governamentais eram mais centralizadas e menos preocupadas com os gastos públicos. Assim, uma reflexão fundamental se impõe: seria possível hoje o estabelecimento de prioridades de médio e longo prazo e com consecução viável. Em outras palavras, qual seria o papel atual do Estado e das políticas públicas no fomento do setor agropecuário; de que forma considerar tanto a agricultura moderna, competitiva, com a utilização de instrumentos ágeis e eficientes de crédito e de garantia de renda, quanto à agricultura atrasada,

---

1. Este capítulo está fundamentado no estudo publicado em José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, "*Heterogeneidad estructural de la agricultura familiar en el Brasil*", Revista CEPAL, nº111 (LC/G.2597-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), diciembre de 2013.

com a definição de mecanismos que requerem amplo programa de capacitação de mão de obra e extensão rural; qual a função da Embrapa no Nordeste, na incorporação de novas fronteiras agrícolas concentradas no *Cerrado* ou na mitigação da pobreza rural no semiárido; e, por fim, no setor em que a participação de multinacionais é intensa, tal como na indústria de sementes, fertilizantes e defensivos, como a política pública contribui para atenuar as imperfeições de mercado. Esses questionamentos não se encerram aqui, mas devem servir de motivação para repensar o futuro do setor.

### INOVAÇÃO E TECNOLOGIA NA AGRICULTURA DE MENOR PORTE

A desigualdade regional e produtiva pode originar do processo de modernização agrícola, no qual uma parcela dos agentes é capaz de incorporar e de absorver o conteúdo tecnológico, enquanto outra fica à margem, não somente do ambiente organizacional inovador, como também dos processos de aprendizado e de difusão das novas técnicas e de conhecimentos produtivos. Como visto por Vieira Filho e Silveira (2011), os produtores adotam insumos tecnológicos com o intuito de aumentar a produtividade e, simultaneamente, reduzir o custo relativo de produção. Todavia, há situações em que os agricultores não são estimulados a realizar a adoção de novas técnicas e conhecimentos, pois o aumento do custo de incorporar uma nova tecnologia não compensa o retorno esperado. Na maioria dos casos, os agricultores atrasados em termos de conteúdo tecnológico permanecem em situação de pobreza, necessitando de outras fontes de renda não agrícola para sobreviver.<sup>2</sup>

Além de questões econômicas de decidir o que produzir e quais recursos utilizar, a decisão de investir do produtor tem duas funções básicas: a primeira refere-se à geração de inovação tecnológica e a segunda à ampliação da capacidade de absorção de novos conhecimentos e tecnologias [ver Evenson e Kislev (1973); Cohen e Levinthal (1989); Vieira Filho e Silveira (2011)]. É importante salientar que, quanto melhor o ambiente organizacional em que a produção se insere, maior será o conhecimento acumulado dos agentes e melhor será a absorção de tecnologia externa.

Esse ponto será comprovado pela análise empírica da agricultura familiar sobre a região Sul do Brasil. Tradicionalmente, essa região é a mais dinâmica produtiva, obtendo os melhores indicadores de desenvolvimento econômico, o que requer base institucional e tecnológica adequada constituída no decorrer do tempo. O mesmo ambiente produtivo com condições favoráveis às inovações não se verifica no Nordeste. É preciso melhor entender a heterogeneidade estrutural da agricultura

---

2. Para uma coletânea que discute a agricultura familiar e os obstáculos enfrentados para a inovação tecnológica, confira Buainain (2007).

familiar para propor soluções de produção inclusiva, o que pode beneficiar regiões mais atrasadas nesse processo.

Alves e Souza (2015) mostraram a possibilidade de enriquecimento dos pequenos produtores. As imperfeições de mercado seriam o principal obstáculo para o sucesso. Para tanto, compararam-se o Semiárido e a região Sul. Segundo os autores, *op. cit.*, as políticas públicas do governo federal para o Semiárido foram definidas de cima para baixo, com pouca participação das instituições locais, a não ser muito recentemente. O oposto observou-se no Rio Grande do Sul, que liderou a participação dos agricultores, prefeituras e governos estaduais na elaboração de políticas públicas específicas de fomento à produção, exemplo seguido pelos estados do Paraná e de Santa Catarina. Em contraposição, as áreas não irrigadas do Semiárido nordestino dependeram muito de políticas de transferência de renda.

A limitação dos serviços de assistência técnica e extensão rural compromete o ambiente organizacional, o que prejudica, por sua vez, a troca de experiência entre os agentes, tornando mais lento o processo de difusão da tecnologia. Quanto mais estruturada a cadeia produtiva, mais fácil se dá o transbordamento do conhecimento, que será captado pelos agentes produtivos. Em regiões mais desenvolvidas, tem-se uma maior eficiência no uso dos recursos disponíveis, gerando maior produtividade da terra e/ou do trabalho, associada a menores custos produtivos.

Alguns cultivos agrícolas inserem-se em modernas cadeias produtivas com articulação entre o setor privado e as organizações públicas de pesquisa (universidades e serviços de extensão rural). Enquanto isso, outros ficam à margem dos investimentos em P&D, com restrita integração nas cadeias produtivas e baixo incentivo ao desenvolvimento tecnológico.

### CONCEITO DA AGRICULTURA FAMILIAR

O objeto de estudo será o de investigar os estabelecimentos de menor porte com gestão familiar, os quais representam a vasta maioria dos produtores rurais (84% dos estabelecimentos). Ademais, subentende-se ser tal grupo o mais vulnerável no acesso à tecnologia, o que nem sempre é verdade, como será visto nas análises. O termo “agricultura familiar” não seria o mais apropriado; entretanto, como há um critério legal para essa distinção, que define políticas públicas de fomento ao setor, restringiu-se à análise a este grupo.

Conforme as diretrizes legais para a formulação de políticas na agricultura brasileira (Lei nº 11.326, de 24/07/06), considera-se empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos: *i*) não ser detentor, a qualquer título, de área maior do que quatro módulos fiscais; *ii*) utilizar predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;

*iii)* ter renda familiar originada sobretudo de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e *iv)* dirigir seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

O número de módulos fiscais é obtido por meio da divisão da área total do imóvel rural pelo módulo fiscal de cada município, que é fixado em hectares e leva em consideração: *i)* o tipo de exploração prevalecente no município; *ii)* a renda obtida com esta exploração; e *iii)* as outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam significativas em função da renda ou da área utilizada e o conceito de propriedade familiar. Seu cálculo visa determinar o tamanho e a classificação dos imóveis rurais em minifúndio, pequena, média e grande propriedade para fins de políticas públicas. Em alguns casos, é possível encontrar agricultores familiares com mais de 100 hectares de terra, o que, para um efeito de comparação internacional, seria um grande produtor rural. Em outros, como há enorme heterogeneidade, o acesso à tecnologia é bastante diferenciado. Homogeneizar políticas públicas poderia, portanto, criar distorções na alocação dos recursos, escassos e limitados.

Procurou-se definir grupos de estabelecimentos familiares por eficiência tecnológica e por organização do ambiente institucional no qual a produção se insere, bem como verificar como se dá a concentração da produção pelos estabelecimentos nessa classificação. Não há dúvida de que a disseminação intensiva de tecnologia pode contribuir para a eliminação da pobreza rural, aumentando a produtividade e desconcentrando a renda.

### TAXONOMIA METODOLÓGICA E ÍNDICE DE DESIGUALDADE PRODUTIVA

Para melhor entender a heterogeneidade estrutural da produção no setor agropecuário brasileiro, foi construída uma taxonomia de alta, média e baixa eficiência tecnológica e institucional, a qual incorpora critérios econômicos, de um lado, e qualitativos, de outro. Os critérios econômicos dizem respeito à PTF; e os qualitativos referem-se ao grau de tecnologia e de organização institucional dos agentes – alto e baixo conteúdo tecnológico/institucional (AT e BT, respectivamente).

No critério econômico, calculou-se a PTF, que, segundo Alves, Souza e Oliveira (2006), pode ser interpretada como o valor que cada unidade monetária de custo gera de renda bruta. Essa medida é influenciada tanto pela escolha da função de produção quanto pela combinação de insumos. Uma maneira de se estimar a PTF é dividindo a renda bruta (RB) pelo custo total de produção (CT). Vale notar que a renda líquida (RL) é a renda bruta menos o custo total. Dessa forma, PTF menor do que 1 implica que a renda bruta é menor do que os custos totais, apresentando, portanto, renda líquida negativa. A recíproca também é verdadeira: quando a PTF for maior do que 1, a renda líquida será positiva.

A análise da PTF não pode ser dissociada de uma análise temporal, dado que flutuações anuais da produção podem relacionar-se a choques exógenos (como mudanças climáticas, quebra de safra, surgimento de novas pragas ou mesmo variações nos níveis internacionais de preços). Como se analisa apenas o ano de 2006, procurou-se acrescentar critérios qualitativos ao estudo.

Quanto aos critérios qualitativos, Vieira Filho (2013) identificou 22 perguntas dicotômicas sobre o uso de tecnologias diversas e acerca do grau de organização institucional dos agentes, como, por exemplo, se o estabelecimento faz o uso de fertilizantes, corretivos, defensivos, tratores, orientação técnica, financiamento, cooperativismo, CNPJ, controle de pragas, unidades armazenadoras etc. Para dividir os estabelecimentos em alto e baixo conteúdo tecnológico/institucional, construiu-se o gráfico da porcentagem de estabelecimentos pela frequência de respostas “sim” às questões consideradas. Por exemplo: *i*) estabelecimentos que responderam uma vez de forma afirmativa; *ii*) estabelecimentos que responderam até duas vezes; e, assim por diante, *iii*) até a 22ª pergunta. Valores acima da média da distribuição foram classificados como AT e valores abaixo da média como BT.

Ao cruzar o critério econômico com o qualitativo, definiu-se a taxonomia referente à eficiência tecnológica dos estabelecimentos produtivos. A tabela 7.1 apresenta a divisão dos grupos por eficiência tecnológica. É bom salientar que a taxonomia serve apenas para fazer um recorte entre grupos de estabelecimentos e que será necessário calcular algumas variáveis derivadas para comparar os vários grupos. Tem-se a mensuração da renda bruta, do custo total, dos investimentos (capital, trabalho e tecnologias), do valor do patrimônio, da renda líquida e da produtividade do trabalho.

TABELA 7.1  
Taxonomia por grupos de eficiência tecnológica

Critério econômico – eficiência econômica	PTF > 1		PTF < 1	
	AT	BT	AT	BT
Critério qualitativo – conteúdo tecnológico/institucional				
Grupos tecnológicos	1º grupo	2º grupo	3º grupo	4º grupo
Taxonomia – eficiência tecnológica	Alta	Média		Baixa

Elaboração dos autores.

Para compreender melhor a importância da tecnologia na agricultura, a função de produção pode ser descrita por uma função de Leontief de proporções fixas entre duas formas de capital, como visto no capítulo 2. O crescimento agrícola depende do crescimento do capital. Para conciliar a combinação de tecnologias poupa-terra e poupa-trabalho, o crescimento do capital fixo está limitado à expansão do capital variável e vice-versa. No intuito de dimensionar as tecnologias que poupam terra,

como *proxy*, adotou-se o somatório das despesas com sementes e mudas, corretivos, adubos, agrotóxicos, rações e medicamentos veterinários. Como representação das tecnologias poupa-trabalho, tomou-se a estimativa do valor dos veículos, tratores, máquinas e implementos (com uma depreciação de 6% e uma vida útil de 15 anos em média) somada ao aluguel de máquinas. Fica evidente a importância de mensurar as tecnologias na agricultura em um contexto de combinação de diferentes fatores produtivos.

A produtividade do trabalho, calculada por meio da fração entre o valor adicionado e a população ocupada de cada estabelecimento produtivo, é a variável referência que dimensiona a heterogeneidade estrutural nos estudos da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal).<sup>3</sup> Quanto maior a dispersão da produtividade do trabalho, maior será a heterogeneidade produtiva e, provavelmente, as desigualdades estruturais. No intuito de visualizar as desigualdades produtivas do sistema, especificou-se o salário-mínimo equivalente (SME), como sendo o valor bruto da produção mensal dividido pelo salário-mínimo mensal. Assim, procurou-se separar a renda bruta (valor da produção, incluído o autoconsumo) em quatro estratos de renda definidos por SME:

- $0 < SME \leq 2$  salários-mínimos mensais ou “extrema pobreza”;
- $2 < SME \leq 10$  salários-mínimos mensais ou “baixa renda”;
- $10 < SME \leq 200$  salários-mínimos mensais ou “média renda”; e
- $SME > 200$  salários-mínimos mensais ou “alta renda”.

Em seguida, calculou-se o índice de Gini<sup>4</sup> da renda bruta (aqui chamado de Índice de Desigualdade Produtiva – IDP) para cada grupo de estabelecimento agropecuário definido pela taxonomia de eficiência tecnológica, no intuito de comparar as diferentes regiões brasileiras de produção agropecuária. Depois, buscou-se realizar uma comparação do IDP com a produtividade do trabalho, ambos os indicadores padronizados (subtraindo-se pela média e dividindo-se pelo desvio-padrão). Essa comparação, como apresentado na figura 7.1, identifica quatro quadrantes:

- baixa desigualdade com elevada produtividade (melhor dos mundos, ou a homogeneização da riqueza);

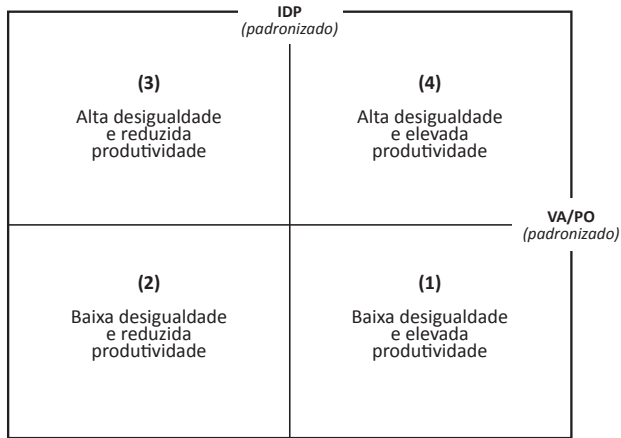
3. Confira Pinto (1970), Nohlen e Sturm (1982), Sunkel e Infante (2009) e CEPAL (2010). Além disso, em 2010, estabeleceu-se um acordo de cooperação técnica entre o IPEA e a CEPAL, no âmbito do projeto “desenvolvimento inclusivo”. Foi criada uma linha de pesquisa no IPEA para estudar a heterogeneidade estrutural da economia brasileira. Buscou-se, assim, ampliar e enriquecer o debate e a discussão acerca das políticas, ferramentas e estratégias para o desenvolvimento inclusivo brasileiro, analisando, nesse sentido, a produtividade do trabalho nos diversos setores de atividade econômica.

4. Para uma explicação metodológica de medidas de desigualdade e do cálculo do índice de Gini para uma amostra discreta de dados, ver Hoffmann (1998). No Anexo D, encontra-se também uma breve explicação matemática do cálculo do Gini.



- baixa desigualdade e reduzida produtividade (pior dos mundos, ou socialização da pobreza);
- alta desigualdade e reduzida produtividade (heterogeneidade na pobreza); e
- alta desigualdade e elevada produtividade (heterogeneidade na riqueza).

FIGURA 7.1  
**Desigualdade produtiva versus produtividade do trabalho**



Elaboração dos autores.

**ECONOMIA REGIONAL DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL**

De acordo com Cepal (2010), a discussão da heterogeneidade estrutural<sup>5</sup> apresenta as disparidades do desenvolvimento latino-americano com as dos países centrais, notadamente em relação à produtividade do trabalho nos níveis regional, setorial e intra-setorial. No que tange à agricultura, Pinto (1970) descreve que as culturas inseridas no setor “moderno” teriam uma produtividade do trabalho cerca de quatorze vezes superior à que prevalecia no setor “primitivo”, constatando assim a convivência do moderno com o atrasado.

Conforme os vários estudos já realizados por Vieira Filho (2013), Infante, Mussi e Oddo (2015) e Vieira Filho e Fornazier (2016), nota-se uma heterogeneidade muito forte tanto da agricultura familiar quanto da não familiar (aqui denominada de agricultura patronal). Existem grupos de elevada eficiência tecnológica nos dois tipos de agricultura. Portanto, a subdivisão estabelecida pela Lei nº 11.326 (Brasil, 2006), que estabelece as diretrizes para a formulação da política nacional

5. São diversos os estudos que tratam da heterogeneidade estrutural. Para uma abordagem desse conceito, recomendam-se as leituras de Pinto (1970), Nohlen e Sturm (1982), Katz (2000), Cimoli (2005), Cimoli, Primi e Pugno (2006), Sunkel e Infante (2009), Cepal (2010), Vieira Filho (2013), Infante, Mussi e Oddo (2015) e Vieira Filho e Fornazier (2016).

da agricultura familiar, é inapropriada para separar grupos de produtores, os quais requerem políticas públicas diferenciadas. Caso a heterogeneidade dentro da agricultura familiar mostrar-se muito elevada, não se podem adotar políticas padronizadas aos desiguais.<sup>6</sup> Nesse sentido, cada conjunto de produtores com sistemas produtivos semelhantes necessita de demandas específicas. O objetivo dessa análise empírica é o de comprovar e avaliar a heterogeneidade estrutural existente na agricultura familiar, seja na desigualdade de renda, seja nos padrões tecnológicos.

Mesmo em uma observação mais geral do setor agropecuário brasileiro, é nítida a existência de falhas estruturais que promovem a heterogeneidade setorial e regional. De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) de 2009, dos 82,6 milhões de pessoas ocupadas no país que declararam rendimento positivo, o setor agrícola empregou 11% desse contingente. Entretanto, conforme Hoffmann (2011), com a inclusão de trabalhadores sem remuneração, o caso típico de pequenos produtores agrícolas, o percentual de pessoas ocupadas aumenta para 17%.

Pela tabela 7.2, apresentam-se dados referentes à população ocupada por setor de atividade e por região.<sup>7</sup> Verifica-se que, em comparação ao setor industrial e ao de serviços, o setor agrícola tende em média a empregar pessoas mais velhas e com um grau de escolaridade inferior. Além disso, segundo o índice de Gini, a distribuição da renda da atividade agrícola mostra-se mais desigual em relação ao setor industrial; porém, semelhante ao setor de serviços. O rendimento médio do setor agrícola equivale a 53% do encontrado no setor de serviços. Em termos regionais, o rendimento médio no Centro-Oeste é mais do que o triplo do observado no Nordeste, região que engloba quase a metade (43,2%) da população ocupada no setor agrícola e que apresenta o menor nível de escolaridade (quase a metade do verificado em São Paulo). A idade média em todas as regiões é superior às médias encontradas nos setores industriais e de serviços. O Sul do país é a região onde se encontra o contingente populacional de maior idade média. Quanto à distribuição de renda, o Centro-Oeste e o Sul apresentaram maior desigualdade quanto ao Norte, Nordeste e Sudeste, sendo São Paulo o estado com o menor índice de desigualdade de renda.

---

6. A homogeneização criada pela expressão "agricultura familiar" produz mais limites à ação governamental do que facilidades, prejudicando a elaboração de políticas de fomento à pequena produção de mercado. Para uma avaliação crítica e sociológica do conceito de agricultura familiar no Brasil, ver Navarro e Pedroso (2011).

7. Cabe observar que a área do empreendimento agrícola na Pnad é conceitualmente distinta da área do estabelecimento agropecuário do censo agropecuário. Por ser uma pesquisa domiciliar, a área pode ser formada por parcelas descontínuas, localizadas até em regiões diferentes. Ademais, a pesquisa dificilmente capta os imóveis rurais de pessoas jurídicas. Portanto, pelas diferenças metodológicas, qualquer comparação direta entre a Pnad e o censo agropecuário deve ser relativizada.

TABELA 7.2

**Distribuição do rendimento,<sup>1</sup> escolaridade e idade das pessoas ocupadas por setores de atividade econômica e por regiões no Brasil (2009)**

Variáveis selecionadas	População (%)	Rendimento médio (R\$)	Rendimento mediano (R\$)	Índice de Gini	Escolaridade média	Idade média	
Setores	Agrícola	11,0	637,4	450,0	0,529	4,0	41,7
	Indústria	23,9	1041,1	700,0	0,454	8,0	36,8
	Serviços	64,9	1211,6	690,0	0,526	9,7	36,8
	<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>1105,7</b>	<b>630,0</b>	<b>0,518</b>	<b>8,6</b>	<b>37,3</b>
Regiões	Norte	8,7	636,5	450	0,479	3,5	40,6
	Nordeste	43,2	344,1	248	0,470	3,0	41,0
	MG+ES+RJ	16,5	664,1	465	0,444	4,4	42,3
	São Paulo	8,8	886,5	600	0,423	5,9	40,8
	Sul	14,9	1048,4	600	0,515	5,2	43,9
	Centro-Oeste	7,9	1137,5	635	0,537	5,1	42,2
	<b>Brasil</b>	<b>100,0</b>	<b>637,4</b>	<b>450</b>	<b>0,529</b>	<b>4,0</b>	<b>41,7</b>

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) de 2009, conforme Hoffmann (2011, p. 9-10).

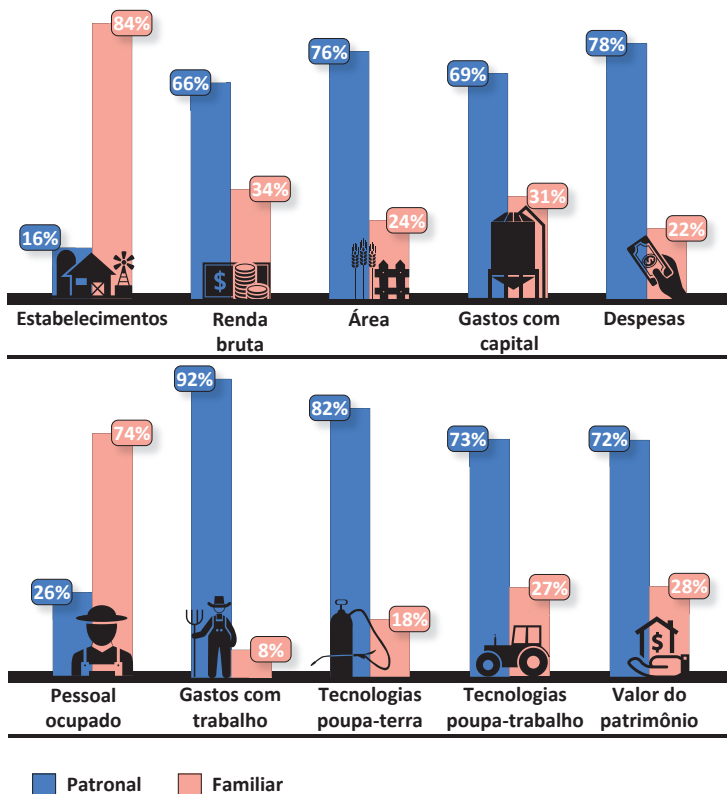
Nota: <sup>1</sup> Rendimento positivo do trabalho.

No intuito de fazer um breve comparativo entre a agricultura familiar<sup>8</sup> e a patronal, a figura 7.2 apresenta indicadores ligados à produção. Segundo os percentuais apresentados, 84% dos estabelecimentos são classificados como familiares e geram 34% da renda bruta, o que pode ser explicado pelo baixo dispêndio com recursos tecnológicos e, essencialmente, porque o valor bruto da produção concentra-se em um número restrito de propriedades e cultivos (soja, milho, cana, algodão, por exemplo).<sup>9</sup> Quanto à agricultura patronal, os estabelecimentos representam 16% da população, sendo os que mais investem em capital, trabalho e tecnologias (poupa-terra e poupa-trabalho). A agricultura patronal gera 66% da renda bruta e utiliza 76% da terra disponível. Em uma perspectiva da produtividade do trabalho, verifica-se que 74% da população ocupada na agricultura pertencem aos estabelecimentos familiares, que são capazes de produzir apenas 34% da renda bruta. Embora os estabelecimentos familiares tenham uma produção intensiva em mão de obra, o aprofundamento da análise empírica sinaliza uma baixa produtividade do fator trabalho, que se relaciona ao problema de heterogeneidade estrutural, diferenciando-se entre as regiões.

8. Conforme Hoffmann (2014), apenas para uma observação técnica sem desmerecer a importância da pequena produção na oferta de alimentos, é falso afirmar que a agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos no Brasil. O valor monetário de toda a produção da agricultura familiar corresponde a menos de 25% do total das despesas das famílias brasileiras com alimentos.

9. A concentração da produção é bastante elevada no Brasil e a mesma pode aumentar quando analisada por cultivos selecionados. O estudo de Alves e Rocha (2010) dá uma ideia dessa concentração em relação à produção de leite e de grãos.

FIGURA 7.2  
Participação da agricultura patronal e familiar por indicadores selecionados (2006)



Fonte: Censo agropecuário – IBGE (2006).

Os estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar foram subdivididos em quatro estratos de renda – extrema pobreza, baixa, média e alta renda. Na cauda superior da população, representada pelos grupos de média e alta renda, os resultados mostraram que 5,2% dos estabelecimentos agropecuários foram responsáveis por 63,5% do valor bruto da produção. No limite inferior, apenas o grupo de extrema pobreza, 66,4% dos estabelecimentos participaram com cerca de 10% do valor bruto da produção. Portanto, por um lado, há um padrão forte de concentração de renda e um peso elevado da extrema pobreza na agricultura familiar. Por outro, um baixo número de estabelecimentos (que engloba a riqueza da agricultura familiar) é responsável por mais da metade do valor bruto da produção. Esses resultados são tão concentrados quando se observa a população total (patronal e familiar), tal como visto no capítulo 3 para todo o setor.

O grupo de extrema pobreza, cerca de 2,9 milhões de estabelecimentos, está à margem da produção agropecuária e necessita de atenção básica, que melhore a eficiência microeconômica e o ambiente institucional. Na economia como um todo, 89,5% da extrema pobreza são representadas por estabelecimentos familiares. Em particular, a região Nordeste concentra 61% da extrema pobreza brasileira na agricultura familiar e a solução dessa distorção manifesta-se bastante complexa, pois requer políticas estruturantes de amplo alcance, como reforma profunda da educação, melhoria da área de saúde e dotação de infraestrutura básica de mercado. Conforme Alves e Rocha (2010), é o contingente da população ocupada no campo com maior tendência a migrar para os grandes centros urbanos. Assim, mesmo com a elaboração de políticas estruturais de longo prazo, requerem-se medidas de curto prazo, como a elaboração de políticas afirmativas e de transferência de renda.

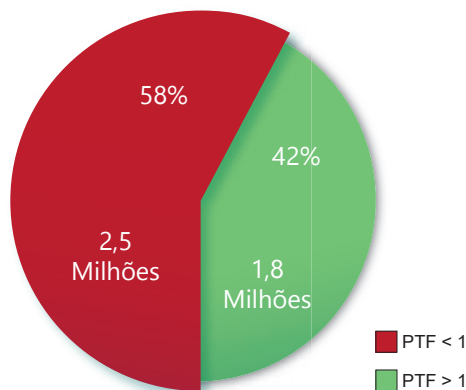
O grupo de baixa renda deve ser assistido pelo governo com políticas voltadas à dinamização da pequena produção. São produtores com reduzida capacidade de absorção de conhecimento externo e com deficiência no âmbito gerencial da produção. É preciso melhorar o acesso ao crédito e estimular o uso de novas tecnologias. A assistência técnica nesse caso é essencial. Na agricultura familiar, esse grupo é composto por 778 mil estabelecimentos agropecuários, sendo sua maioria localizada na região Sul (próximos de 41%). A região Sul apresenta quase o dobro dos estabelecimentos familiares que geram baixa renda quando comparada às regiões Sudeste e Nordeste, que possuem 21% dos estabelecimentos cada.

Por fim, encontram-se os grupos de renda média e alta. Por um lado, a região Sul possui o maior número absoluto de estabelecimentos familiares de renda média e alta, algo em torno de 100 mil estabelecimentos, o que representa 44% do total nacional. Por outro, o Centro-Oeste é a região com o menor número de estabelecimentos produtivos familiares (11,6 mil), representando 5% dos estabelecimentos na riqueza agrícola familiar. Para esse grupo, as políticas públicas deveriam pautar-se pelas questões que extrapolam o lado microeconômico produtivo, ou seja, devem concentrar-se no estímulo da competitividade de mercado, na promoção das exportações, no seguro agrícola e na melhoria da distribuição logística dos produtos, com conseqüente redução de custos.

Ao analisar a viabilidade econômica dos estabelecimentos familiares de um modo geral, a figura 7.3 apresenta o critério econômico da PTF. Dos 4,4 milhões de estabelecimentos familiares no setor agropecuário brasileiro, no ano de 2006, cerca de 42% apresentou renda bruta superior aos custos totais, o que mostrou uma PTF maior do que 1. É interessante perceber que a maioria dos estabelecimentos (58%) enfrentava dificuldades econômicas, apresentando PTF menor do que 1 ou renda líquida negativa.

FIGURA 7.3

**Divisão dos estabelecimentos agropecuários familiares (milhões e percentuais) pelo critério econômico de PTF (2006)**



Fonte: Censo agropecuário – IBGE (2006).

Para entender a viabilidade econômica dos estabelecimentos familiares na economia, foi necessário analisar a classificação de eficiência tecnológica dos produtores. A classificação conjunta dos critérios econômico e qualitativo é apresentada na tabela 7.3, que resume o setor agropecuário familiar subdividido nos grupos tecnológicos e nos indicadores econômicos selecionados. No que se refere à renda bruta, a agricultura familiar obteve uma média menor do que a metade da média nacional, que inclui todo o setor agropecuário, inclusive a agricultura patronal. No que tange à agricultura familiar, os estabelecimentos de PTF acima de 1 e de alto conteúdo tecnológico possuem renda bruta superior à média do Brasil. Nota-se, portanto, que existem estabelecimentos altamente produtivos na agricultura familiar. Essa simples constatação é um importante resultado, pois sinaliza aos gestores públicos que as políticas de fomento produtivo devem ser diferenciadas no seu contexto, e não basta a divisão familiar *versus* patronal para separar grupos de produtores com demandas similares.

Em termos de área média por estabelecimento, os estabelecimentos com renda líquida negativa tinham áreas superiores à média da agricultura familiar, o que mostra que nem sempre o proprietário de maior área retém a maior renda bruta. Quando se estuda a tecnologia na agricultura, o fator terra é um recurso utilizado no processo produtivo. É claro que a terra é extremamente importante para o processo produtivo; entretanto, com mais tecnologia é possível poupar terra e aumentar a produção. Se a tecnologia tem essa capacidade, a terra (uma vez dada) torna-se um recurso secundário. Aumentar a quantidade de terra até aumenta a produção final, mas a produtividade só se eleva mediante a incorporação de mais tecnologia. Verifica-se que os agentes com alta intensidade tecnológica possuem

área média por estabelecimento menor do que os agentes de baixa intensidade, o que identifica que a tecnologia precede o tamanho da terra no intuito de obter maiores retornos (ou combinar o uso eficiente dos recursos para aumentar a produção).<sup>10</sup>

TABELA 7.3

**Comparação da agricultura familiar por grupos de intensidade tecnológica e por indicadores econômicos selecionados (2006)**

Critérios econômicos e qualitativos		Familiar				Total familiar	Brasil
		PTF > 1		PTF < 1			
		AT	BT	AT	BT		
Taxonomia – intensidade tecnológica		Alta	Média	Baixa			
Indicadores por estabelecimentos	R\$ mil						
	Renda bruta (RB)	39,7	13,6	6,6	1,7	<b>12,8</b>	32,2
	Custo total (CT)	11,8	2,5	14,9	5,7	<b>8,3</b>	32,5
	Gasto com capital (GC)	1,0	0,1	1,2	0,2	<b>0,6</b>	1,6
	Gasto com trabalho (GTrab)	0,6	0,1	0,9	0,3	<b>0,5</b>	4,5
	Gasto com tecnologia poupa-terra	3,8	0,3	4,3	0,5	<b>2,0</b>	9,5
	Gasto com tecnologia poupa- trabalho	0,6	0,0	0,8	0,1	<b>0,4</b>	1,1
	Valor do patrimônio (VP)	99,0	24,0	132,9	65,8	<b>78,3</b>	239,7
	Renda líquida (RL)	27,9	11,1	-8,3	-4,0	<b>4,5</b>	-0,3
	n°	População ocupada (PO)	3,2	2,9	2,9	2,5	<b>2,8</b>
ha	Área (ha)	15,5	12,6	19,1	23,1	<b>18,3</b>	64,5
Variáveis derivadas	PTF	3,4	5,5	0,4	0,3	<b>1,5</b>	1
	Produtividade da terra (RB/ha) [R\$]	2.571,7	1.077	343,1	73,4	<b>699,8</b>	499,4
	Produtividade do capital (RB/GC)	39,5	130,2	5,4	6,9	<b>21,9</b>	20,4
	Produtividade do trabalho (RB/Gtrab)	63,9	107,4	7,6	5,6	<b>28,1</b>	7,1
	Participação das tecnologias poupa- terra e poupa-trabalho no custo total [%]	37%	14%	34%	11%	<b>28%</b>	33%
	Relação capital/trabalho	1,6	0,8	1,4	0,8	<b>1,3</b>	0,3
	Taxa de retorno do patrimônio (RL/VP)	0,3	0,5	-0,1	-0,1	<b>0,1</b>	0
	Produtividade do trabalho (VA/PO) [R\$ mil]	8,9	3,9	-2,3	-1,0	<b>2,0</b>	2,1
Estabelecimentos (em milhares)		837	993	1.022	1.515	<b>4.366</b>	5.176
Participação dos estabelecimentos (%)		16%	19%	20%	29%	<b>84%</b>	100%

Fonte: Censo agropecuário – IBGE (2006).

Obs.: Valores monetários expressos em reais de 2006.

10. Analisar a geração de riqueza levando em conta exclusivamente a dotação de terra é um equívoco. Afirmar que a agricultura familiar é mais necessitada do que a patronal analisam o problema apenas com o foco na questão da terra. De acordo com Brasil (2006), a classificação familiar *versus* patronal (ou não familiar) leva em consideração o fator terra como critério de exclusão. A divisão restringe-se ao tamanho da terra, não se baseando em critérios econômicos (valor das vendas, produtividade total dos fatores, renda líquida etc.). Os resultados aqui apresentados identificam uma forte heterogeneidade produtiva na agricultura brasileira. A questão tecnológica é essencial para debater este problema.

Quanto às tecnologias (poupa-terra e poupa-trabalho), os estabelecimentos familiares de alto conteúdo tecnológico possuem gastos inferiores à média do país; no entanto, os seus gastos superam à média do conjunto da agricultura familiar. Como esses estabelecimentos utilizam insumos tecnológicos acima da média, o gasto com tecnologias supera os resultados médios encontrados na agricultura familiar. Se o aumento do investimento em insumos tecnológicos não compensar os ganhos futuros de produção, os custos produtivos elevam-se e os estabelecimentos ficam em dificuldades financeiras, o que foi o caso do grupo de média eficiência tecnológica e renda líquida negativa, 20% dos estabelecimentos totais. No outro extremo, com baixo custo e produtividade elevada, os estabelecimentos beneficiam-se de uma renda líquida positiva, o que foi a situação de 19% dos estabelecimentos totais, representados por baixo conteúdo tecnológico e PTF maior do que 1.

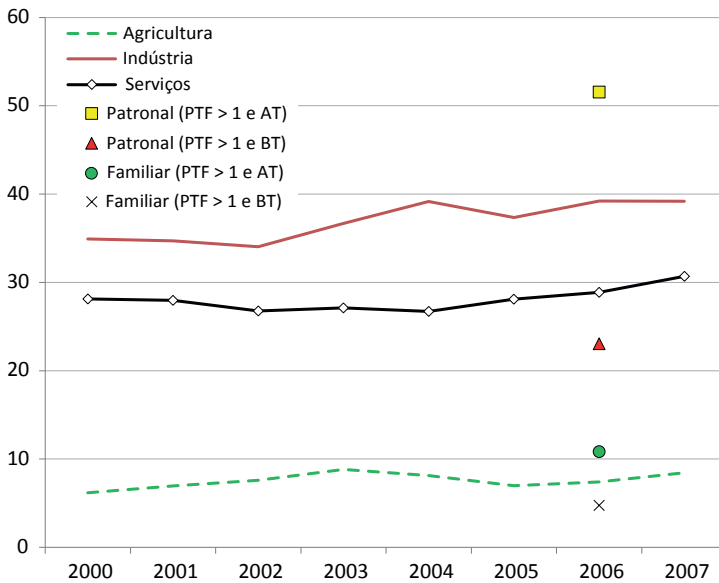
No geral, os estabelecimentos familiares investem menos em tecnologia do que o resto da economia e, conseqüentemente, geram menor valor agregado por população ocupada. De um lado, a produtividade do trabalho é de 2 mil reais por pessoa na agricultura familiar, enquanto, de outro, no setor agropecuário brasileiro como um todo, a produtividade encontra-se na faixa de 2,1 mil reais. Porém, a agricultura familiar de renda líquida positiva é extremamente eficiente do ponto de vista da PTF, representando 35% dos estabelecimentos totais. Os agricultores familiares lucrativos e de baixo conteúdo tecnológico apresentam o maior cálculo de PTF, devido à alta produtividade relativa da terra com o baixo custo tecnológico. A produção familiar com renda líquida positiva obteve índices de produtividade superiores à média nacional.

Quanto à taxonomia, o grupo de baixa eficiência tecnológica constitui-se de estabelecimentos improdutivos. O baixo dinamismo desse grupo é explicado em parte pelo maior uso de terras no agregado associado a uma menor proporção de renda bruta. As ações públicas deveriam concentrar-se, primeiramente, em políticas de promoção tecnológica, o que estimularia o uso eficiente dos recursos. Em seguida, via um mecanismo de benefício e punição, o governo criaria políticas de metas de aumento da produtividade regional, no intuito de monitorar o comportamento oportunístico dos produtores de fraco desempenho produtivo, privilegiando os agentes com maior potencial de integração dinâmica no mercado e com o cumprimento das metas de crescimento da produtividade. Por fim, é preciso ressaltar que o baixo dinamismo associa-se à carência de capacidade de absorção tecnológica e em alguma medida à pobreza rural. Esse grupo deveria ser assistido fundamentalmente por políticas estruturantes (melhorias na educação, na saúde e na infraestrutura, assim como nas ações afirmativas e de transferência de renda), e dificilmente haveria uma solução imediata ao problema.



Pela figura 7.4, tem-se a comparação da produtividade do trabalho da agricultura com os demais setores de atividade da economia, para os anos de 2000 a 2007. Com a estratificação de grupos tecnológicos na agricultura, apenas para os estabelecimentos com renda líquida positiva (patronal e familiar), foi possível comparar a heterogeneidade no setor agropecuário brasileiro, mesmo que apenas para o ano de 2006 (ano de referência do censo agropecuário).

FIGURA 7.4  
**Produtividade do trabalho por setores de atividade econômica de 2000 a 2007**  
 (Em R\$ mil)



Fonte: Contas nacionais e censo agropecuário – IBGE (2006).  
 Obs.: Valores corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), a preços de dezembro de 2010.

Pelos dados agregados, a agricultura brasileira é menos produtiva, quando comparada aos setores industrial e de serviços. Entretanto, com a estratificação tecnológica, percebe-se uma grande variabilidade da produtividade do trabalho entre estabelecimentos produtivos. Essa variabilidade pode ser explicada pela especificidade da trajetória tecnológica da agricultura. Os agentes produtivos possuem distinta capacidade de absorção de conhecimento tecnológico. Os agricultores mais produtivos chegam a ter uma produtividade do trabalho quase sete vezes maior do que a média nacional, ultrapassando os setores industrial e de serviços em alguns casos. Todavia, a variabilidade da produtividade do trabalho na agricultura familiar é muito mais reduzida quando comparada à agricultura patronal. Isso não significa que a heterogeneidade estrutural é menor na agricultura familiar. Em particular,

a agricultura familiar apresenta uma homogeneidade no que se convencionou chamar de “socialização da pobreza”, que deve ser estudada para melhor planejar o desenvolvimento desse tipo de organização produtiva.

### **ANÁLISE REGIONAL DESAGREGADA DA DESIGUALDADE PRODUTIVA**

De acordo com o estudo de Matteo (2011), há também uma variação significativa da produtividade do trabalho entre os setores e as regiões. Em termos setoriais, de um lado, a relação da produtividade industrial em face da relação de serviços ficou em torno de 1,2. De outro, a mesma relação frente ao setor agropecuário como um todo (familiar e patronal) foi próxima de 4,5, o que mostra uma maior heterogeneidade produtiva nessa última comparação. Em termos regionais, a razão da produtividade industrial sobre o setor agropecuário foi de 6,5 no Nordeste e 1,2 no Centro-Oeste. Segundo o autor, *op. cit.*, a atividade agrícola de alta produtividade que emprega poucos trabalhadores (soja e pecuária extensiva) da região Centro-Oeste contrasta com a agropecuária muitas vezes de subsistência do Nordeste.

Segundo a tabela 7.4, tem-se uma comparação regional da agricultura familiar por grupos de intensidade tecnológica. Calculou-se o IDP no intuito de verificar padrões produtivos regionais. É interessante notar que há padrões distintos de comportamento. No Nordeste, a agricultura familiar é mais desigual e concentra grande parte da pobreza, embora a região conviva com setores modernos e atrasados. No Sul, no outro extremo, o padrão produtivo é mais homogêneo e concentrado, acima da média nacional, nos estratos de renda mais elevados. O Sul é considerado a região mais dinâmica da produção familiar, onde há o menor percentual de pobreza rural (algo em torno de 47,4% dos estabelecimentos agropecuários) e o menor indicador de desigualdade entre todas as regiões estudadas (0,73). No Centro-Oeste, nos grupos de alta e média intensidade tecnológica, há uma melhor distribuição da renda bruta nos estratos de renda mais elevados. Porém, no grupo de baixa intensidade tecnológica, tem-se uma desigualdade elevada, bastando-se comparar com as demais regiões analisadas.

**TABELA 7.4**  
**Comparação da agricultura familiar por grupos de intensidade tecnológica, estratos de renda por SME e IDP (2006)**

Taxonomia	Estabelecimentos (mil) e VBP (R\$ milhões)	Estratos de renda por SME				Total	Percentuais				IDP	
		(0 a 2]	(2 a 10]	(10 a 200]	>200		(0 a 2]	(2 a 10]	(10 a 200]	>200		
PTF > 1 AT	Alta	Nª	11,2	12,2	3,1	0,1	26,6	42,3	45,8	11,6	0,2	0,71
	VBP	50,2	202,2	343,3	114,1	709,8	7,1	28,5	48,4	16,1		
PTF > 1 BT	Média	Nª	104,6	46,0	15,2	0,5	166,3	62,9	27,7	9,2	0,3	0,79
		VBP	302,0	750,3	1.736,7	788,1	3.577,2	8,4	21,0	48,6	22,0	
PTF < 1 AT	Média	Nª	28,1	2,8	0,2	0,0	31,1	90,4	9,0	0,6	0,0	0,40
		VBP	71,9	38,8	16,0	0,0	126,7	56,7	30,6	12,6	0,0	
PTF < 1 BT	Baixa	Nª	113,7	19,4	0,9	0,0	133,9	84,9	14,5	0,7	0,0	0,48
		VBP	293,6	306,3	53,5	1,8	655,3	44,8	46,8	8,2	0,3	
Norte		Nª	257,6	80,4	19,4	0,6	357,9	72,0	22,5	5,4	0,2	0,76
		VBP	717,7	1.297,6	2.149,5	904	5.069	14,2	25,6	42,4	17,8	
PTF > 1 AT	Alta	Nª	207,5	69,2	19,6	0,7	297,0	69,9	23,3	6,6	0,2	0,82
		VBP	628,5	1.170,2	2.166,1	2.445,7	6.410,5	9,8	18,3	33,8	38,2	
PTF > 1 BT	Média	Nª	596,2	74,5	24,4	0,4	695,4	85,7	10,7	3,5	0,1	0,78
		VBP	986,4	1.290,5	2.449,7	936,8	5.663,3	17,4	22,8	43,3	16,5	
PTF < 1 AT	Média	Nª	306,7	11,5	0,4	0,0	318,6	96,3	3,6	0,1	0,0	0,29
		VBP	453,4	159,6	35,3	0,0	648,4	69,9	24,6	5,4	0,0	
PTF < 1 BT	Baixa	Nª	657,5	11,1	0,4	0,0	669,0	98,3	1,7	0,1	0,0	0,27
		VBP	490,9	163,7	23,8	0,9	679,2	72,3	24,1	3,5	0,1	
Nordeste		Nª	1.767,9	166,3	44,8	1,1	1.980,0	89,3	8,4	2,3	0,1	0,78
		VBP	2.559,2	2.784,0	4.674,9	3.383,4	13.401,4	19,1	20,8	34,9	25,2	
PTF > 1 AT	Alta	Nª	42,8	78,1	34,4	0,7	156,0	27,5	50,1	22,0	0,4	0,72
		VBP	189,2	1.548,9	3.811,3	2.319,1	7.868,5	2,4	19,7	48,4	29,5	
PTF > 1 BT	Média	Nª	42,0	20,2	7,5	0,1	69,9	60,1	28,9	10,8	0,2	0,79
		VBP	113,8	378,1	771,1	366,3	1.629,1	7,0	23,2	47,3	22,5	
PTF < 1 AT	Média	Nª	164,2	47,4	6,4	0,0	218,0	75,3	21,7	2,9	0,0	0,63
		VBP	428,6	803,1	479,8	8,4	1.720,0	24,9	46,7	27,9	0,5	
PTF < 1 BT	Baixa	Nª	137,4	17,3	1,2	0,0	155,9	88,2	11,1	0,7	0,0	0,60
		VBP	184,7	296,3	70,8	0,0	551,7	33,5	53,7	12,8	0,0	
Sudeste		Nª	386,4	163,0	49,5	0,8	599,8	64,4	27,2	8,3	0,1	0,79
		VBP	916,3	3.026,4	5.133,0	2.693,8	11.769,3	7,8	25,7	43,6	22,9	
PTF > 1 AT	Alta	Nª	58,5	196,0	79,1	1,0	334,6	17,5	58,6	23,6	0,3	0,64
		VBP	289,2	4.091,5	9.093,0	2.866,5	16.340,2	1,8	25,0	55,6	17,5	

(Continua)

(Continuação)

Taxonomia	Estabelecimentos (mil) e VBP (R\$ milhões)	Estratos de renda por SME				Total	Percentuais				IDP	
		(0 a 2]	(2 a 10]	(10 a 200]	>200		(0 a 2]	(2 a 10]	(10 a 200]	>200		
PTF > 1 BT	Média	Nª	23,4	9,3	3,3	0,1	36,0	64,9	25,8	9,1	0,2	0,79
		VBP	67,8	174,1	374,1	168,4	784,4	8,6	22,2	47,7	21,5	
PTF < 1 AT	Média	Nª	211,5	105,1	16,1	0,0	332,8	63,6	31,6	4,8	0,0	0,63
		VBP	660,2	1.879,5	1.185,5	15,9	3.741,0	17,6	50,2	31,7	0,4	
PTF < 1 BT	Baixa	Nª	82,3	6,7	0,3	0,0	89,2	92,2	7,5	0,3	0,0	0,50
		VBP	109,6	104,8	22,4	0,0	236,9	46,3	44,2	9,5	0,0	
Sul		Nª	375,7	317,1	98,8	1,1	792,6	47,4	40,0	12,5	0,1	0,73
		VBP	1.126,8	6.249,9	10.675,0	3.050,8	21.102,5	5,3	29,6	50,6	14,5	
PTF > 1 AT	Alta	Nª	5,4	12,3	4,7	0,1	22,6	23,8	54,7	20,9	0,5	0,74
		VBP	28,3	227,2	607,8	442,5	1.305,8	2,2	17,4	46,5	33,9	
PTF > 1 BT	Média	Nª	9,1	11,6	4,1	0,0	24,9	36,6	46,8	16,4	0,2	0,73
		VBP	34,7	233,8	383,5	265,9	917,9	3,8	25,5	41,8	29,0	
PTF < 1 AT	Média	Nª	37,7	9,5	1,5	0,0	48,7	77,5	19,5	3,1	0,0	0,65
		VBP	109,5	150,2	139,5	17,9	417,2	26,3	36,0	33,4	4,3	
PTF < 1 BT	Baixa	Nª	60,3	17,2	1,1	0,0	78,7	76,7	21,9	1,4	0,0	0,59
		VBP	132,0	292,6	68,9	0,0	493,4	26,7	59,3	14,0	0,0	
Centro Oeste		Nª	112,5	50,7	11,4	0,2	174,8	64,4	29,0	6,5	0,1	0,77
		VBP	304,5	903,8	1.199,7	726,4	3.134,4	9,7	28,8	38,3	23,2	
PTF > 1 AT	Alta	Nª	325,5	367,9	140,9	2,5	836,7	38,9	44,0	16,8	0,3	0,74
		VBP	1.185,4	7.239,9	16.021,5	8.187,9	32.634,8	3,6	22,2	49,1	25,1	
PTF > 1 BT	Média	Nª	775,2	161,7	54,5	1,1	992,5	78,1	16,3	5,5	0,1	0,81
		VBP	1.504,7	2.826,7	5.715,1	2.525,5	12.571,9	12,0	22,5	45,5	20,1	
PTF < 1 AT	Média	Nª	748,3	176,2	24,7	0,0	949,2	78,8	18,6	2,6	0,0	0,64
		VBP	1.723,6	3.031,3	1.856,1	42,2	6.653,2	25,9	45,6	27,9	0,6	
PTF < 1 BT	Baixa	Nª	1.051,1	71,7	3,8	0,0	1.126,6	93,3	6,4	0,3	0,0	0,51
		VBP	1.210,7	1.163,7	239,4	2,7	2.616,5	46,3	44,5	9,1	0,1	
Brasil		Nª	2.900,1	777,5	223,9	3,6	3.905,1	74,3	19,9	5,7	0,1	0,80
		VBP	5.624,4	14.261,6	23.832,1	10.758,3	54.476,4	10,3	26,2	43,7	19,7	

Fonte: Censo agropecuário – IBGE (2006).

Ao se focar na região Nordeste, observa-se que a agricultura de alta intensidade tecnológica possui maior desigualdade em relação ao total regional, o que mostra que, mesmo nos segmentos mais avançados, há uma heterogeneidade muito forte. Todavia, nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, a mesma comparação mostra uma distribuição produtiva mais uniforme em relação ao total regional. Outra constatação é que, no Nordeste, região mais atrasada, quanto maior o grau de intensidade tecnológica e institucional, maior foi o indicador de desigualdade produtiva. Nas demais regiões, normalmente as que concentram as produções mais dinâmicas e modernas, observa-se um padrão de convergência dual, já identificado por Vieira Filho, Santos e Fornazier (2012). Os grupos de alta e de baixa intensidade

tecnológica apresentaram índices de desigualdade produtiva muito mais baixos do que os totais regionais, o que identifica padrões homogêneos nas extremidades da taxonomia. Pelo menos na região mais dinâmica, a taxonomia cumpre o papel de separar os agentes mais organizados e com um grau de tecnologia mais amplo em relação à produção mais atrasada.

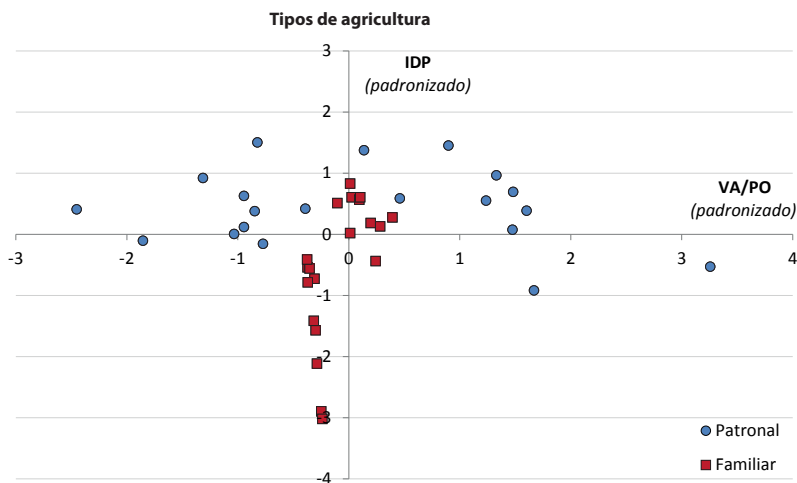
Vale observar que há uma “heterogeneidade da riqueza”, de um lado, e uma “socialização da pobreza”, de outro. No primeiro caso, no Centro-Oeste, 0,1% dos estabelecimentos que geram renda superior a 200 salários-mínimos mensais produzem 23,2% do valor bruto da produção. É curioso notar que, no Nordeste, 0,1% dos estabelecimentos nesse mesmo estrato de renda produzem mais de 25% da produção. O valor bruto produzido pelo estrato de alta renda no Nordeste foi de 3,4 bilhões de reais, enquanto no Centro-Oeste esse valor foi de 726,4 milhões de reais, ou seja, o valor bruto da produção no Nordeste foi 4,7 vezes maior do que no Centro-Oeste para o referido estrato de renda. Essa comparação mostra o quanto desigual é a agricultura familiar no Nordeste, já que essa região concentra a pobreza rural do país. Perceba também que, no grupo de alta eficiência tecnológica do Nordeste, 0,2% dos estabelecimentos no estrato de alta renda (que produziram mais do que 200 salários-mínimos mensais) produzem cerca de 38% do valor bruto da produção.

No segundo caso, para o Nordeste particularmente, a desigualdade produtiva medida pelo IDP na agricultura familiar de baixa intensidade tecnológica foi a mais reduzida no conjunto nacional; porém, ao observar o volume percentual de estabelecimentos nesse grupo tecnológico, tem-se que 98,3% dos estabelecimentos encontram-se na faixa de zero a dois salários-mínimos mensais, o que representa que muitos estabelecimentos são bastante pobres. O comparativo percentual de estabelecimentos com o valor bruto da produção sinaliza que, nas regiões mais modernas, há um maior número de produtores nos estratos de renda mais elevados; não obstante, no geral, nas regiões mais atrasadas, a concentração dos estabelecimentos verifica-se nos estratos de renda mais baixa. O IDP para o grupo de média intensidade tecnológica indicou maior desigualdade, o que mostra que a diversidade do conjunto desses estabelecimentos é muito mais complexa.

Com base na metodologia de análise, procurou-se comparar o IDP com a produtividade do trabalho, ambos os indicadores padronizados. Essa comparação, como apresentado na figura 7.5, mostra que os dados da agricultura patronal são mais dispersos em relação à produtividade do trabalho, enquanto a agricultura familiar é mais concentrada, apresentando um padrão mais estático. O quadrante que identifica baixa desigualdade produtiva com elevada produtividade (a “homogeneização da riqueza”) contém três observações, sendo duas comerciais e uma familiar.

FIGURA 7.5

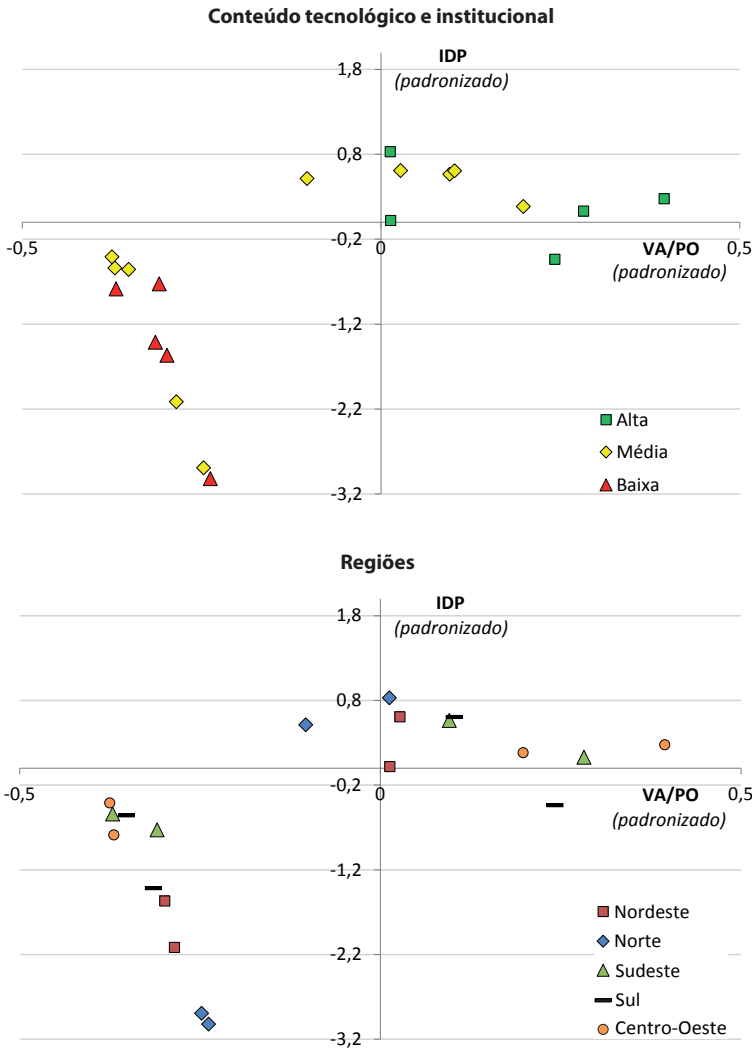
**IDP versus produtividade do trabalho (indicadores padronizados) por tipo de agricultura – patronal e familiar (2006)**



Fonte: Censo agropecuário – IBGE (2006).

Quanto ao quadrante que expressa alta desigualdade com reduzida produtividade, há um predomínio da produção patronal. Nesse grupo, que requer políticas específicas de aumento da produtividade, a desigualdade é elevada, pois essa produção mostra-se mais dinâmica, podendo ser influenciada por flutuações sazonais e exógenas do mercado. Quanto à “heterogeneidade na riqueza” (expressa pelo quadrante acima e à direita), tem-se uma alternância entre estabelecimentos comerciais e familiares, sendo os últimos mais concentrados no interior da análise gráfica. O quadrante à esquerda e abaixo (o caso típico da “socialização da pobreza”) abrange fundamentalmente a produção familiar. Como visto anteriormente, são muitos estabelecimentos com baixa produtividade e reduzida desigualdade, já que compartilham características produtivas muito semelhantes de baixa produção.

FIGURA 7.6  
**IDP versus produtividade do trabalho (indicadores padronizados) por grupos de eficiência tecnológica da agricultura familiar e por regiões (2006)**



Fonte: Censo agropecuário – IBGE (2006).

Quando se analisa a figura 7.6, ao focar apenas na agricultura familiar, as produções de alta e média intensidade tecnológica concentram-se no lado direito, o que representa maior produtividade do trabalho. Na visualização à esquerda, tem-se estabelecimentos de baixa e de média intensidade tecnológica. Os resultados mostram que a heterogeneidade estrutural se encontra em todas as regiões, mas tal heterogeneidade varia em grau (o que pode ser visto pela

amplitude do desvio-padrão da produtividade do trabalho e do IDP) nas várias regiões. Embora os dados apresentem o que seria normalmente esperado para o padrão típico da agricultura brasileira, os mesmos qualificam as análises do processo de concentração produtiva e tecnológica. No que tange ao quadrante de baixa desigualdade e alta produtividade (“homogeneização da riqueza”), tem-se a região Sul composta de estabelecimentos de alta intensidade tecnológica, o que deixa claro que a agricultura familiar pode ser de alta tecnologia, elevada produtividade do trabalho e baixa desigualdade produtiva, desde que haja ambiente institucional favorável ao crescimento e às inovações tecnológicas.

O grupo de média intensidade tecnológica deve ser melhor estudado nesse contexto, pois se mostra disperso tanto na desigualdade produtiva quanto na produtividade do trabalho, não apresentando um padrão bem-definido. No contexto de baixa desigualdade produtiva e reduzida produtividade (“socialização da pobreza”), esse é um espaço dominado pela agricultura familiar, sendo mais crítica essa situação nas regiões Nordeste e Norte. Como fatos estilizados da análise gráfica, percebe-se que as regiões mais dinâmicas da agricultura familiar encontram-se mais à direita (Centro-Oeste, Sul e Sudeste), enquanto as regiões mais estáticas se veem mais à esquerda e, normalmente, abaixo, o que identifica padrões de homogeneidade da pobreza (regiões Norte e Nordeste). Perceba que o desvio-padrão aumenta ou diminui, de acordo com os padrões regionais de produção e de desenvolvimento.

### **O DESAFIO DA INCLUSÃO E DO ACESSO AOS MERCADOS**

O setor agropecuário brasileiro passou por muitas transformações nas últimas décadas, gerando forte modernização, aumento do incremento tecnológico e elevada produtividade. Porém, ainda prevalecem produtores que utilizam baixo conteúdo tecnológico, com reduzida produtividade. Há problemas estruturais que criam ineficiência na gestão dos recursos tecnológicos e no uso dos fatores produtivos, o que resulta em um ambiente pouco propício às inovações de produto e processo e à difusão de novos conhecimentos.

Procurou-se identificar e mensurar na produção agrícola familiar a heterogeneidade estrutural, que inviabiliza a inserção produtiva dos segmentos mais atrasados nos mercados mais dinâmicos. Em primeiro lugar, do ponto de vista da elaboração de políticas públicas, a análise aqui apresentada atesta que é dispensável a classificação entre agricultura familiar e patronal, já que os resultados mostraram a existência de agentes produtivos modernos e atrasados dentro de um mesmo conjunto. A diversidade interna da agricultura familiar requer, então, ações específicas de promoção produtiva e de realocação dos recursos para os diferentes segmentos.



Em segundo lugar, as especificidades regionais são enormes, exigindo, assim, mais atenção no planejamento e desenvolvimento regional.

A heterogeneidade produtiva e tecnológica da agricultura familiar é significativa no comparativo regional brasileiro e entre os grupos tecnológicos, apontando para a constatação da hipótese inicial, segundo a qual as inovações tecnológicas guiadas por mudanças institucionais contribuem para ampliar o grau de heterogeneidade do sistema, beneficiando os agentes mais inovadores.

Conforme a evidência empírica, cerca de 5% dos estabelecimentos familiares mais ricos foram responsáveis por 64% do valor bruto da produção, enquanto 66% dos estabelecimentos mais pobres participaram com aproximados 10% da produção. Além disso, no estrato de renda mais baixo, de zero a dois salários-mínimos mensais, a participação dos estabelecimentos familiares fica em torno de 90%. Logo, há um padrão forte de concentração da renda bruta, de um lado, e um peso elevado da extrema pobreza na agricultura familiar, de outro. Ao analisar a viabilidade econômica da produção familiar, em 2006, dos 4,4 milhões de estabelecimentos, 42% apresentaram renda bruta acima dos custos totais, ou renda líquida positiva. No outro extremo, mais da metade dos estabelecimentos encontrava-se em situação financeira desfavorável.

Quanto à produtividade do trabalho, foi possível comparar o setor agropecuário brasileiro com os demais setores de atividade econômica. No agregado, a agricultura brasileira é menos produtiva em relação aos demais setores (indústria e serviços). Entretanto, com a estratificação tecnológica, observou-se grande variabilidade da produtividade do trabalho entre os estabelecimentos produtivos. A agricultura mais produtiva chega a ter uma produtividade do trabalho quase sete vezes maior do que a média da agricultura nacional. A agricultura familiar apresentou, contudo, baixos níveis de produtividade do trabalho associados a uma menor variabilidade.

No comparativo da produtividade do trabalho *versus* IDP, vale destacar dois padrões: *i*) “heterogeneidade da riqueza”; e *ii*) “socialização da pobreza”. De um lado, os estabelecimentos com maior conteúdo tecnológico obtiveram indicadores de desigualdade e de produtividade do trabalho mais elevados, variando em certa medida entre as regiões estudadas. Do outro, nas regiões mais atrasadas (precisamente no Nordeste), a agricultura familiar é mais desigual e concentra grande parte da pobreza rural, embora se verifique o desenvolvimento dual (convivência de setores modernos e atrasados no mesmo espaço econômico). A região Sul identificou um padrão produtivo mais homogêneo e com níveis de renda acima da média. O Sul é considerado a região mais dinâmica da produção familiar, onde há o menor percentual de pobreza rural (47% dos estabelecimentos produtivos no total regional) e o menor indicador de desigualdade (0,73) entre todas as regiões estudadas.

No grupo de média intensidade tecnológica e PTF menor do que 1, é preciso pensar, mesmo no curto prazo, em políticas que possam reverter a situação de renda líquida negativa, aumentando a eficiência produtiva. Pode-se atribuir parte deste resultado a flutuações sazonais; porém, outra parte deve ser decorrente de ineficiência tecnológica. No grupo de baixa intensidade tecnológica, há muitos estabelecimentos improdutivos. São necessárias políticas estruturantes de aumento da capacidade de absorção tecnológica, extensão rural e educação, bem como políticas de curto prazo, como políticas afirmativas e de transferência de renda.

No grupo de alta intensidade tecnológica, embora haja renda líquida positiva, em parte explicada pelos gastos em tecnologias poupa-terra e poupa-trabalho, a PTF não alcançou o seu maior valor. Esse grupo de estabelecimentos, exceto pelos problemas sazonais, pode melhorar a eficiência no uso de seus recursos via aumento da capacidade de absorção de conhecimento externo, que pode ser estimulada por políticas específicas de capacitação gerencial, dependendo dos cultivos em questão e da região. Normalmente, para o grupo de alta eficiência tecnológica, políticas horizontais de melhoria da competitividade contribuem para redução dos custos produtivos, o que pode, ao mesmo tempo, auxiliar nos ganhos e apropriação de renda.

Um estudo mais abrangente que contemple análises por cultivos auxiliará na definição de políticas públicas, levando em conta as especificidades regionais e produtivas. Entretanto, é fato que o país deve ter uma política clara de aumento da capacidade de absorção tecnológica, o que exige avanços na extensão e educação rural. Tais avanços necessitam de políticas mais integradas entre União, estados e municípios, de modo a criar capilaridade no sistema, realizando a difusão das novas técnicas e conhecimentos até o produtor. Transformar a agricultura familiar de mercado será o desafio central do planejamento e da política agrícola no Brasil para os próximos anos. Isso requer, portanto, repensar o papel do Estado e das políticas públicas, inclusive redefinir prioridades nas instituições públicas de pesquisa, tal como reavaliar a função da Embrapa no planejamento da incorporação de novas fronteiras agrícolas e da mitigação da pobreza rural.

## O PETRÓLEO É NOSSO?

Em uma tentativa de realizar um quadro comparativo com o exemplo da agricultura, este capítulo e o próximo apresentarão dois casos de sucesso na política de inovação no Brasil: o primeiro refere-se ao desempenho da Petrobras na produção e na exploração de petróleo e o segundo diz respeito à produção de aeronaves pela Embraer. O leitor mais atento perceberá que o fomento das políticas de inovação no setor agropecuário é correspondente e tão complexo quanto a transformação no setor industrial, o que leva a concluir que o avanço realizado na produção agrícola pela Embrapa foi extraordinário e único ao se comparar com as experiências de segmentos tecnologicamente dinâmicos no contexto global das economias.

A produção de petróleo no Brasil será aqui objeto de análise, já que a Petrobras foi um caso bem-sucedido capaz de gerar tecnologia de ponta na exploração de petróleo em águas profundas. Infelizmente, a ingerência pública na estatal ao longo da última década poderá afetar a sua sobrevivência e sua competitividade externa. No balanço contábil de 2014, a empresa teve prejuízo de R\$ 6,2 bilhões de reais com os desvios de corrupção e, além disso, teve resultado líquido negativo da ordem de R\$ 21,6 bilhões de reais. Na última estimativa de 2016, a dívida bruta da Petrobras atingiu o nível recorde de R\$ 506,5 bilhões, enquanto, em 2003, esse montante era de R\$ 31 bilhões, um crescimento de 24% anual no respectivo período. O investimento em tecnologia depende da capacidade da empresa em alocar recursos financeiros na área de pesquisa. Com a redução dos investimentos, as inovações ficam comprometidas e, conseqüentemente, deteriora-se a habilidade da firma de controlar redes estratégicas de conhecimento. Portanto, o futuro fica em xeque.<sup>1</sup>

O objetivo das políticas de inovação é promover o intercâmbio de conhecimento e acelerar sua difusão, ampliando a produtividade da firma. O presente capítulo busca fazer uma avaliação do desempenho empresarial da companhia em relação ao seu progresso tecnológico, a despeito do cenário adverso instaurado no passado recente. É preciso ter em mente que o caminho à frente é bastante incerto,

---

1. Será que a visão extremamente favorável do capitalismo de Estado mostrado por Hira e Pineau (2010) em relação às falhas das prescrições de privatização na América Latina, em especial com respeito à Petrobras no Brasil, seria a mesma? De fato, a Petrobras logrou sucesso enquanto gerida de forma a buscar ganhos privados sob a ótica empresarial, mas é fácil perceber que, depois do aumento do volume de recursos transacionados pela companhia, o comportamento oportunista do governo em se apropriar do dinheiro, sem se preocupar com os lucros, foi uma tendência generalizada, levando aos casos de corrupção averiguados pela operação *Lava Jato* a partir de 2014, que vem investigando o maior esquema de lavagem de dinheiro, com o cumprimento de mandados de busca e apreensão, de prisão temporária e preventiva de políticos e de empresários, bem como de condução coercitiva.

embora o texto apresente um panorama otimista da evolução tecnológica. De qualquer forma, mais detalhes da ingerência política na estatal serão tratados ao final.

### **A INDÚSTRIA DO PETRÓLEO E A PETROBRAS: MARCO TECNOLÓGICO E A EXPLORAÇÃO EM ÁGUAS PROFUNDAS**

Em países de industrialização tardia, há alguns exemplos econômicos que demonstram o surgimento e o desenvolvimento da competitividade global baseada na criação de mudança técnica e na concepção de redes de conhecimento dinâmicas. Estudos de aprendizado fornecem explicações do processo de imitação à inovação. Imitação refere-se à capacidade de assimilar o conhecimento incorporado, enquanto as habilidades de resolução de problemas denotam a capacidade real de criar novos conhecimentos. As empresas líderes em economias de países emergentes desenvolveram um processo que incorpora o aprendizado de habilidades operacionais e inovações elementares antes de criar a sua própria capacidade de resolver problemas. Em outras palavras, essas empresas foram capazes de aprender, assimilar e adotar conhecimento externo antes mesmo de iniciar um ciclo interno e virtuoso de inovação que depende ainda mais das redes estratégicas de conhecimento e colaboração externa.

A indústria de produção de petróleo *offshore* no Brasil é um exemplo ilustrativo do surgimento e desenvolvimento de uma rede de conhecimento centrada na firma. Como estudado por Dantas e Bell (2009), a produção de petróleo brasileira evoluiu por uma série de eventos que proporcionaram o aumento da criação de conhecimento em rede, amplificando a complexidade e a diversidade de tecnologias compartilhadas entre os principais agentes no mercado. Essa evolução complementa a divisão do trabalho inovador entre a procura interna e parceiros estrangeiros.

A exploração de petróleo doméstico pode ser dividida em duas eras: antes e depois da criação da companhia petrolífera estatal Petrobras, em 1953.<sup>2</sup> No período anterior, no início do século passado, houve explorações pioneiras baseadas em iniciativas privadas de pequeno porte. Esta primeira tentativa de produzir petróleo era importante para fornecer insumo básico para a iluminação residencial da época. O desejo de encontrar petróleo aumentou após a descoberta do recurso mineral em vários países da América Latina. Na década de 1930, as agências governamentais e empresas privadas continuaram as explorações, mas obtiveram resultados econômicos decepcionantes. No contexto internacional, os derivados de petróleo começaram a ser utilizados em larga escala na indústria automotiva e química. Desde 1934, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)

---

2. De acordo com Morais (2013), a história da produção de petróleo no Brasil pode ser dividida em cinco períodos de tempo: *i*) (1864-1918) explorações pioneiras; *ii*) (1919-1939) início das explorações estatais; *iii*) (1940-1973) busca para reduzir as importações de petróleo; *iv*) (1974-2006) trajetória para a produção de autossuficiência; e *v*) (2006 à frente) a exploração do Pré-sal. A abordagem aqui desenvolvida concentra-se no período após a criação da Petrobras.

tinha sido responsável por liderar a exploração. Em 1938, criou-se o Conselho Nacional do Petróleo (CNP) em uma tentativa de intensificar os investimentos. Em 1939, o primeiro campo de petróleo, embora não comercial, foi descoberto em Lobato na Bahia. A primeira descoberta comercial de petróleo ocorreu após a perfuração perto de Candeias em 1941.



“O PETRÓLEO É NOSSO!” – Manifestação a favor da soberania na produção de petróleo no Brasil, promovida pelo Centro de Estudos e Defesa do Petróleo e da Economia Nacional (CEDPEN), criado em 1948. Ao fundo, painel com retrato de Arthur Bernardes, ex-presidente e defensor do nacionalismo. Com a derrubada do Estado Novo e o fim da II Guerra Mundial, a campanha para descobrir petróleo em território nacional dividiu o país entre os que achavam que a busca exploratória deveria ser conduzida exclusivamente por uma companhia estatal brasileira e aqueles que defendiam a entrada de empresas privadas (nacionais ou estrangeiras) no mercado doméstico. Cabia ao CEDPEN articular militares, homens públicos, intelectuais e estudantes. Um dos principais líderes da campanha foi o escritor Monteiro Lobato, o qual foi seguido pelo general Leônidas Cardoso (pai do ex-presidente Fernando Henrique Cardoso) e outras figuras ilustres à época. Desde a década de 1930, Monteiro Lobato já defendia maiores investimentos para o desenvolvimento do setor. A atmosfera política do período foi retratada no universo infantil em “O poço do Visconde”, publicado em 1938. Contrariando o discurso oficial de que não existia petróleo no Brasil, o autor narrou uma estória em que o óleo negro tinha sido encontrado no Sítio do Pica-Pau Amarelo. Buscava-se sensibilizar os jovens quanto à importância do tema para o progresso da nação. A primeira descoberta de petróleo em solo brasileiro ocorreu em Lobato, na Bahia, em 1939. Contudo, é importante observar que a denominação da localidade foi apenas uma mera coincidência com o nome do escritor.

Fonte: Banco de Imagens da Petrobras (BIP).

As expectativas iminentes de produção em quantidades comerciais levaram à criação da Petrobras, em 1953. Naquele momento, o governo brasileiro impôs a monopolização do Estado sobre a produção de petróleo, o refino e o transporte de granéis, mas não interviu na distribuição de mercado.



criação da PETROBRAS – O então Presidente Getúlio Vargas assina a lei que cria a Petróleo Brasileiro S/A – Petrobras, no dia 3 de outubro de 1953. A partir dessa data, a companhia assumiria o monopólio da pesquisa, exploração e refino do petróleo no país, bem como a comercialização de derivados.

Fonte: Banco de Imagens da Petrobras (BIP).

Após a criação da Petrobras, a produção brasileira de petróleo pode ser estudada sob o prisma de três etapas, como sugerido por Moraes (2013). Primeiro, da década de 1950 à de 1970, a produção de petróleo foi caracterizada por um esforço em reduzir a dependência externa sobre as importações, iniciando as atividades pioneiras de P&D. Em 1955, a quota de produção nacional de consumo interno total foi de apenas 7,3%, estimando a produção em 312 mil m<sup>3</sup> cúbicos. Nessa fase, vários campos de petróleo foram descobertos no Nordeste. Em 1963, a Petrobras descobriu o primeiro campo de petróleo gigante em Carmópolis, Sergipe. No entanto, ficou claro que as descobertas terrestres não seriam suficientes para diminuir as importações de petróleo no Brasil. No ano de 1966, a criação do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello da Petrobras (Cenpes) foi importante para redirecionar os investimentos da exploração em terra para a costa marítima.



#### CONSTRUÇÃO DO CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA PETROBRAS

— Desde os anos que antecederam à criação da Petrobras, havia preocupação das autoridades brasileiras em desenvolver capital humano e tecnologia que fossem voltados à indústria local. O ano de 1963 marca o início da construção (foto acima) do Cenpes, que passaria a responder pelo desenvolvimento tecnológico nas áreas de exploração, produção, refino de petróleo e gás natural, além de energias renováveis e desenvolvimento sustentável. As instalações foram construídas na Ilha do Fundão no Rio de Janeiro e ficaram prontas somente no ano de 1966. De acordo com a Agência Petrobras, o centro é (na foto abaixo – vista aérea recente) um dos complexos de pesquisa aplicada mais relevantes no mundo ligado ao setor de Petróleo, e o maior do Hemisfério Sul. Em 2013, a instituição contava com 1.897 empregados, dos quais 1.420 dedicados exclusivamente à P&D e 314 à engenharia básica dos projetos. Entre os pesquisadores, 23% possuíam titulação de doutorado, enquanto 42%, de mestrado.

Fonte: Banco de Imagens da Petrobras (BIP).

Inicialmente, em 1968, as buscas ocorreram no Recôncavo Baiano e nas bacias do Espírito Santo e Sergipe-Alagoas. Em 1968, a Petrobras perfurou a primeira descoberta *offshore* a 30 m no delta do rio São Francisco e a uma profundidade de 80 m, no campo de Guaricema. Esse poço confirmou a existência de óleo por baixo da plataforma continental. Posteriormente, em 1971, a exploração voltou-se para a bacia de Campos.

A segunda fase compreendeu o período de 1974 a 2006. Durante esse período, o Brasil perseguiu a autossuficiência. A década de 1970 foi marcada pela crise do petróleo, o que representou uma redução drástica da oferta mundial e um aumento significativo dos preços do hidrocarboneto. Com a mudança dos preços relativos dos fatores de produção, já que o custo energético aumentou, foram criados caminhos alternativos: *i*) substituir o petróleo por outras fontes de energia; e *ii*) intensificar a exploração *offshore*, notadamente na Bacia de Campos.



PRIMEIRA DESCOBERTA DE PETRÓLEO NO MAR – Em 1968, no campo de Guaricema, em Sergipe, a 80 m de profundidade, foram testadas as primeiras tecnologias direcionadas à exploração marítima. A construção da plataforma P-1, destacada na fotografia, foi desenvolvida com tecnologia norte-americana e montada em Niterói, Rio de Janeiro. O ano também marcou a criação da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep), que seria decisiva na oferta mundial de petróleo e interferiria nos aumentos dos preços internacionais da *commodity*. O curioso é que o sucesso da exploração *offshore*, principalmente a partir da década de 1970, com o choque de oferta imposto pela Opep, estaria diretamente associado ao maior preço do petróleo, que viabilizaria o desenvolvimento de tecnologias requeridas a este tipo de exploração.

Fonte: Banco de Imagens da Petrobras (BIP).



Por um lado, em 1975, o governo federal lançou o Proálcool para incentivar o uso de álcool, combustível alternativo, como substituto da gasolina. Essa substituição foi impulsionada pelo primeiro choque do petróleo, em 1973, resultado do conflito árabe-israelense (a guerra do Yom Kippur). De acordo com Melo e Fonseca (1981), o preço do petróleo importado subiu cerca de 3 para 12 dólares por barril entre 1973 e 1974, o que representou um aumento das despesas com importação de 469 milhões para 2,8 bilhões de dólares no respectivo período. Além disso, a indústria do açúcar estava passando por uma grave crise. Como observado por Vieira (1999), tem-se a queda acentuada dos preços de açúcar, sendo de 1,2 mil dólares por tonelada em 1974 para 172 dólares em 1978. O aumento dos preços do petróleo e a queda nos preços do açúcar influenciaram ainda mais o mercado de petróleo no Brasil.



**A BUSCA POR UM COMBUSTÍVEL ALTERNATIVO** – Com o aumento do preço do petróleo e do custo das importações brasileiras na década de 1970, o governo instituiu o Proálcool no ano de 1975, a fim de minimizar a dependência do país no consumo do recurso natural, especificamente na substituição da gasolina no mercado interno. A indústria automotiva nacional foi estimulada a desenvolver tecnologia de combustíveis alternativos. Na foto, tem-se o presidente da Petrobras à época, Shigeaki Ueki, abastecendo veículo durante a cerimônia de entrega dos primeiros carros movidos à álcool no país.

Fonte: Banco de Imagens da Petrobras (BIP).

Na década de 1970, o Brasil não era autossuficiente na produção de petróleo, e as importações representaram cerca de 70% do consumo interno. O consequente aumento dos preços desencadeado por esta dependência externa comprometeu o equilíbrio financeiro e o crescimento autônomo do país. Em 1979, essa situação foi agravada pelo segundo choque do petróleo, causado por conflitos regionais no Oriente Médio (a guerra entre Irã e Iraque). Baseado em Mello e Fonseca (1981), o segundo choque de oferta representou um aumento de 12 para 18 dólares por barril. Além disso, esse aumento foi associado ao aumento da taxa de juros americana, agravando as dívidas nas contas do governo brasileiro, o que influenciou na queda do nível de atividade da economia na década de 1980.



EXTRAÇÃO DO PRIMEIRO ÓLEO NA BACIA DE CAMPOS – A década de 1970 foi importante na descoberta de diversos reservatórios na Bacia de Campos, tais como Garoupa (1974), Pargo, Namorado e Badejo (1975), bem como Enchova e Bicudo (1976). A Petrobras, por meio do mapeamento da plataforma continental do litoral brasileiro, na costa norte do estado do Rio de Janeiro com extensão até o sul do Espírito Santo, descobriu significativo reservatório de petróleo, com área aproximada de 100 mil quilômetros quadrados. Em 1976, no campo de Enchova, em uma plataforma flutuante, foi extraído o primeiro óleo a uma profundidade de água superior a 100 m. A exploração comercial iniciou no ano seguinte, com a produção de 10 mil barris ao dia. Esta região tornou-se muito próspera, contribuindo substancialmente para a redução da dependência externa da economia brasileira.

Fonte: Banco de Imagens da Petrobras (BIP).

Por outro lado, os dois choques de oferta incentivaram o investimento na exploração de petróleo em águas profundas. A mudança dos preços relativos via aumento do preço do petróleo induziu inovações nas trajetórias de exploração *offshore*. Elevou-se conseqüentemente o investimento na busca por petróleo em águas profundas, o que promoveu de forma gradual a recuperação da produção nacional na década seguinte. Depois de várias tentativas, a Petrobras descobriu os primeiros campos de petróleo por uma série de perfurações na bacia de Campos, especificamente no campo de Garoupa, em 1974. Essas descobertas representaram um importante ponto de inflexão nas expedições ao largo da costa marítima brasileira. Por uma perfuração de 120 m abaixo da lâmina d'água, estimulou-se a exploração intensiva da bacia de Campos, o que proporcionou descobertas sucessivas até 1976, como foram os casos de Pargo, Badejo, Namorado e os campos de Enchova.

A produção intensificou-se, e os primeiros experimentos tecnológicos foram incorporados. Por sua vez, no final da década de 1970, como identificado por Lall (1981), a Petrobras já se mostrava como exportadora de tecnologia na exploração de petróleo *offshore*. Na década de 1980, a dependência das importações foi reduzida. Em 1984, o campo de Albacora foi perfurado a 293 m da superfície. Em 1985, a produção atingiu mais de 31 milhões de m<sup>3</sup>, representando cerca de 50% da produção nacional no consumo interno total e minimizando, simultaneamente, o débito na balança comercial. Embora a exploração na bacia de Santos tenha sido iniciada em torno de 1970, apenas em 1984 uma afiliada da Shell Oil tornou-se a primeira empresa a descobrir campos de gás em águas rasas de até 150 m. Quatro anos mais tarde, a Petrobras encontrou gás no campo de Tubarão e, em seguida, no de Estrela do Mar. No entanto, apenas no ano de 2000 a Petrobras decidiu mudar a estratégia de exploração na bacia de Santos, direcionando seus esforços para águas profundas e ultraprofundas. O resultado originou a descoberta do campo de Mexilhão, classificado como o maior campo de gás natural do Brasil. Ao expandir as operações *offshore* na década de 1990, a Petrobras encontrou progressivamente campos gigantes em águas profundas. Descobertas mais significativas foram realizadas em águas profundas superiores a 500 m, incluindo os campos de Marlim, Barracuda e Roncador.

A onda de privatização no Brasil, nas décadas de 1980 e de 1990, aumentou a produtividade de muitas empresas de origem estatal, tais como as do setor de telefonia, a indústria mínero-metalúrgica, bem como a Embraer. O governo muitas vezes não teve o apoio suficiente para realizar todas as privatizações, o que foi o exemplo da Petrobras, talvez pelo apelo ao orgulho nacional. Segundo Bridgman, Gomes e Teixeira (2011), existiriam evidências de que a ameaça à privatização e à concorrência de mercado (entrada de novas firmas) poderiam aumentar a produtividade das empresas públicas, mesmo quando a privatização em

si não ocorresse. Tais autores mostraram que a PTF da Petrobras tinha aumentado acentuadamente após a quebra do monopólio legal na exploração e produção de petróleo, bem como depois da criação da Agência Nacional de Petróleo (ANP), em 1997, dobrando em praticamente seis anos a produtividade da empresa. Embora a companhia não tenha sido privatizada e nem mesmo tenha enfrentado de fato competição, a simples ameaça naquele momento teria sido suficiente para gerar aumentos de produtividade. Esses resultados sugeriram que a mudança do ambiente competitivo forçou uma melhora dos resultados.



POSSE DE OZIREZ SILVA NA PRESIDÊNCIA DA PETROBRAS – Ozires Silva trabalhou na Embraer por quase 16 anos até 1986, quando aceitou o desafio de comandar a Petrobras, onde atuou até 1989. Na sua visão, a Petrobras era uma das empresas mais importantes do Brasil e ocupar um cargo dessa magnitude abriria a possibilidade de evitar leis que pudessem prejudicar os anseios da indústria nacional, inclusive da Embraer, empresa que ajudou a construir no final da década de 1960.

Fonte: Banco de Imagens da Petrobras (BIP), crédito fotográfico – Helmut Otto.

Em 1992, a Petrobras foi reconhecida com o prêmio mais importante da indústria de petróleo *offshore* – o *Distinguished Achievement Award* da *Offshore Technology Conference*.<sup>3</sup> Tecnologias de engenharia inovadoras no campo de Marlim foram desenvolvidas, incluindo o uso de árvores de natal molhada e equipamentos remotos com tubos flexíveis em lâmina d'água superiores a 700 m, a instalação da

3. A *Offshore Technology Conference* (OTC) foi fundada em 1969 no intuito de aprimorar, discutir e desenvolver as tecnologias existentes na indústria do petróleo. A primeira conferência foi realizada em Houston. Esta conferência está entre as maiores feiras e reuniões realizadas anualmente nos Estados Unidos. No intuito de concentrar em problemas locais, conferências regionais foram criadas no Brasil, em 2011, e na Ásia, em 2012. Ao longo do tempo, a OTC tem mantido a sua importância para o mercado de petróleo *offshore*. Para maiores informações, consulte OTC (2015).

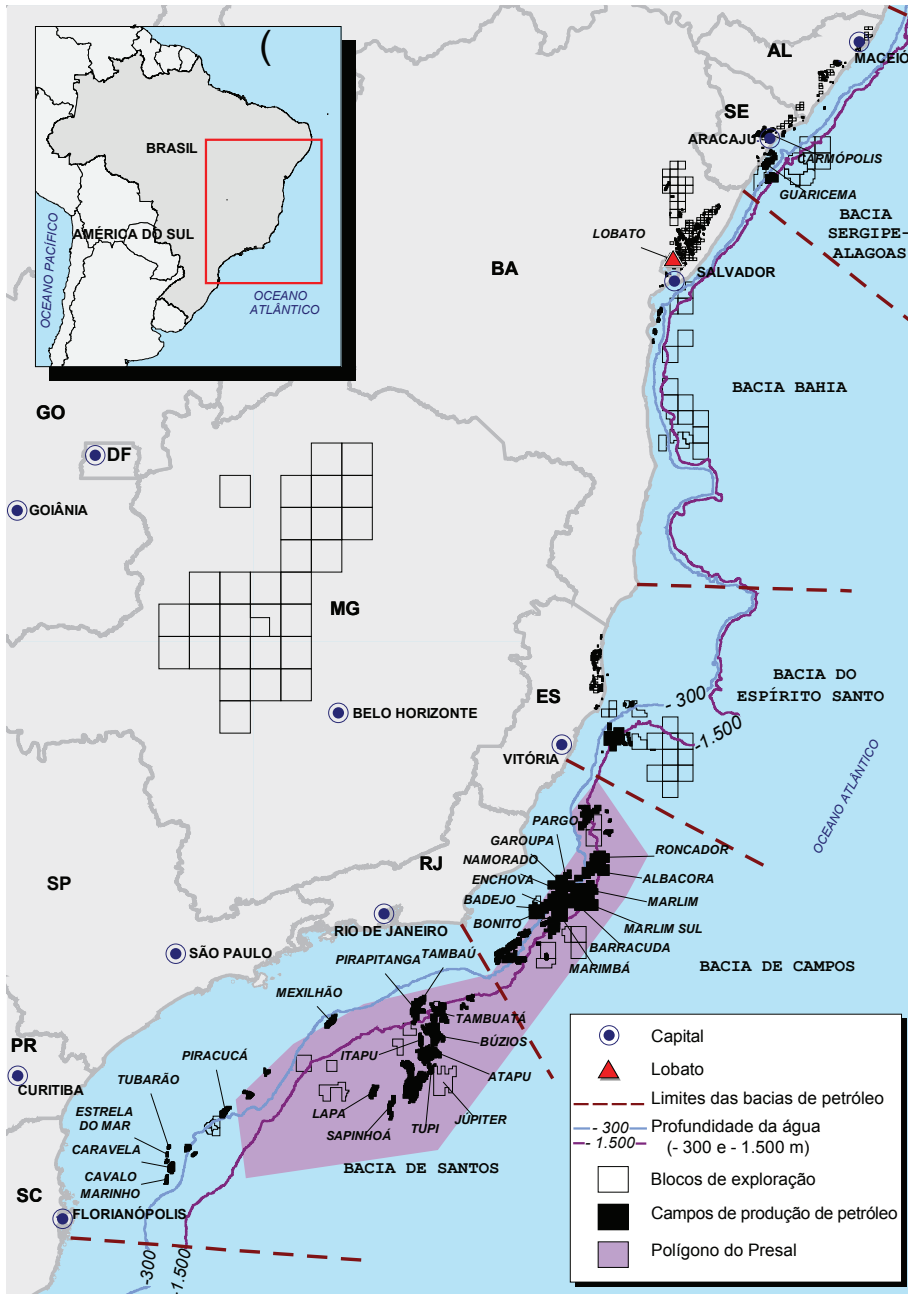
monoboia mais profunda do mundo (405 m), a construção de sistemas flutuantes de produção com base em plataformas semissubmersíveis, bem como o estabelecimento de parcerias científicas para compartilhar conhecimentos em águas profundas.

Em 2001, a Petrobras foi novamente agraciada, basicamente pelo reconhecimento da liderança na produção de petróleo *offshore* em águas ultraprofundas. Esse feito esteve diretamente relacionado às inovações para reduzir os custos de desenvolvimento e de operação no campo de Roncador. Em 1999, a Petrobras estabeleceu recorde mundial de apenas 27 meses para o período mais curto entre a descoberta e a produção de petróleo, em uma perfuração de mais de 1.800 m. Essa conquista foi possível graças à utilização de um sistema de produção antecipada com posicionamento dinâmico e uma estrutura de produção que incorporou diversas inovações incrementais no sistema de controle submarino (*risers* de aço flexíveis, sistemas de ancoragem e de produção submarina) (OTC, 2015).

A terceira fase da indústria petrolífera brasileira associa-se a um período de autossuficiência. Em 2006, encontrou-se uma acumulação gigante de petróleo no Pré-sal no reservatório de Tupi, localizado em lâminas d'água de 2.000 m e a uma profundidade de 5.000 m abaixo da superfície do oceano (Beltrão *et al.*, 2009). Uma nova era iniciou-se. Naquela época, a Petrobras estava classificada como o principal agente na exploração de petróleo em águas ultraprofundas, projetando tecnologias e organizando redes colaborativas de inovação. No mesmo ano, a produção atingiu quase 100 milhões m<sup>3</sup>, tendo a participação de 100% da produção nacional no consumo interno total. O petróleo encontrado na zona do Pré-sal obteve melhor qualidade econômica, uma vez que era mais leve do que o petróleo bruto encontrado na maior parte da produção Pós-sal brasileira.

Em 2007, com base nas estimativas de quinze poços, a Petrobras anunciou a extensão da fronteira Pré-sal, que cobria uma área de 800 km de comprimento e 200 km de largura nas bacias do Espírito Santo, Campos e Santos. Em seguida, a Petrobras desenvolveu um plano estratégico para explorar os campos de Tupi, Iara e Guará. A estratégia de desenvolvimento buscava realizar testes prolongados seguidos por projetos de exploração e produção, incluindo a remodelagem de plataformas flutuantes, sistemas de armazenamento e instalações de descarregamento. Para uma visão geográfica da produção de petróleo nas principais bacias brasileiras, incluindo o polígono do Pré-sal, veja figura 8.1.

FIGURA 8.1  
 Produção de petróleo offshore brasileira, incluindo o polígono do Pré-sal



Elaboração dos autores.



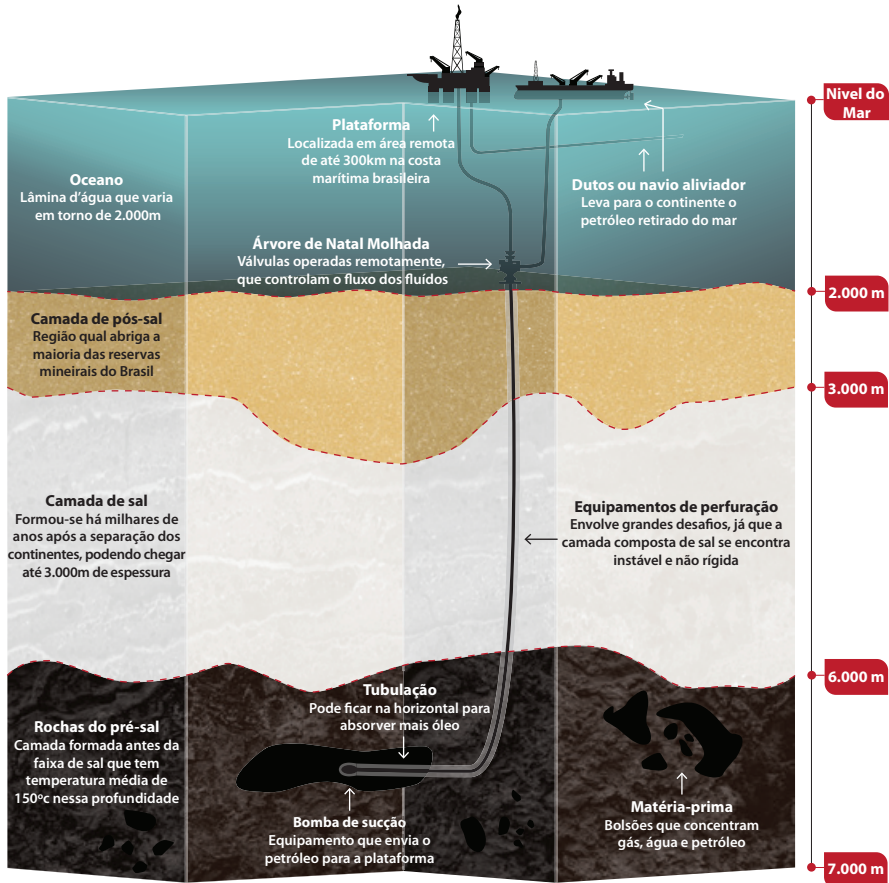
EXTRAÇÃO DO PRIMEIRO ÓLEO DO PRÉ-SAL – Em 2 de setembro de 2008, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva e os ministros Dilma Rousseff (Casa Civil) e Edison Lobão (Minas e Energia), bem como Sérgio Gabrielli, então presidente da Petrobras, comemoraram a extração de petróleo na plataforma P-34, no campo de Jubarte, Espírito Santo.

Fonte: Agência Brasil (EBC), crédito fotográfico – Ricardo Stuckert/PR.

A exploração de petróleo *offshore* é extremamente onerosa e, ao mesmo tempo, cria barreiras à entrada de novos concorrentes. De acordo com Morais (2013), a fase de exploração e a pesquisa de depósitos com potencial produtivo envolvem gastos com aluguel de plataformas de perfuração, que podem atingir valores iguais ou superiores a 600 mil dólares por dia de trabalho. Na bacia de Campos, o custo médio de perfuração de um poço exploratório é de cerca de 20 milhões de dólares, chegando a um limite máximo de 60 milhões de dólares entre 50 e 100 dias de operações. Esses custos são especificados antes da fase de produção, caso se confirme a existência de depósitos com volumes comerciais. No caso da exploração do Pré-sal, de acordo com o mesmo autor, o custo total de operação do primeiro

poço de petróleo em Parati no ano de 2006 atingiu 240 milhões de dólares, o mais caro do mundo até aquele ponto do tempo. Até 2009, os poços perfurados na zona de Pré-sal custaram cerca de 80 milhões de dólares, quantidade ainda expressiva de capital comparativamente ao quadro global da indústria.

FIGURA 8.2  
Dimensão da profundidade das explorações no Pré-sal e os desafios envolvidos



Elaboração dos autores.

Apesar dos esforços exploratórios extremamente bem-sucedidos na bacia de Santos, o desenvolvimento do campo de Tupi e outras áreas próximas exigiriam, como bem mostrado por Beltrão *et al.* (2009), a superação de diferentes desafios associados à construção de poços e à exploração do petróleo. De um lado, a presença de uma camada espessa de sal criava condições favoráveis à captura de hidrocarbonetos, uma característica positiva em termos de exploração. Em contraposição, a desvantagem



mostrava-se na extensa lista de potenciais problemas operacionais para construir com sucesso a perfuração de poços através dessa camada de sal, que estava envolta por um ambiente extremo de alta pressão e baixa temperatura, e a extração de petróleo passando por uma ampla lâmina d'água, já que o impacto das ondas nessa profundidade é muito maior e mais complicado. Seria necessário, portanto, o desenvolvimento de novos materiais e equipamentos, bem como novas unidades de produção, tais como plataformas adaptadas, tubos mais resistentes e flexíveis, tecnologias de perfuração na camada de sal e reversão do fraco desempenho do cimento. Para uma visão da profundidade envolvida na exploração do Pré-sal, segue a figura 8.2.

### PROBLEMAS E SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

Ao longo de todo o período de exploração de petróleo pós-criação da Petrobras, a tecnologia de pesquisa foi sendo desenvolvida à medida que os problemas de produção foram surgindo. Com o passar do tempo, a produção brasileira expandiu-se da terra para o mar e, em seguida, de águas rasas para as águas profundas e ultraprofundas. Por um lado, a busca por novas tecnologias aumentava à medida que a produção atingia profundidades superiores de água. Por outro lado, após o colapso dos preços do petróleo, em 1986, o incentivo para investir em águas profundas limitou-se, mudando a trajetória das inovações induzidas pelos preços relativos. Essa foi uma época diferente quando comparada à década de 1970, em que os preços do petróleo estavam elevados. O conhecimento necessário para explorar os recursos petrolíferos não era disponível internamente, criando forte estímulo para trabalhos colaborativos com várias empresas internacionais. Novas formas de pensar sobre a geologia regional e sobre o ambiente local foram necessárias, bem como novas respostas aos desafios de perfuração e produção.

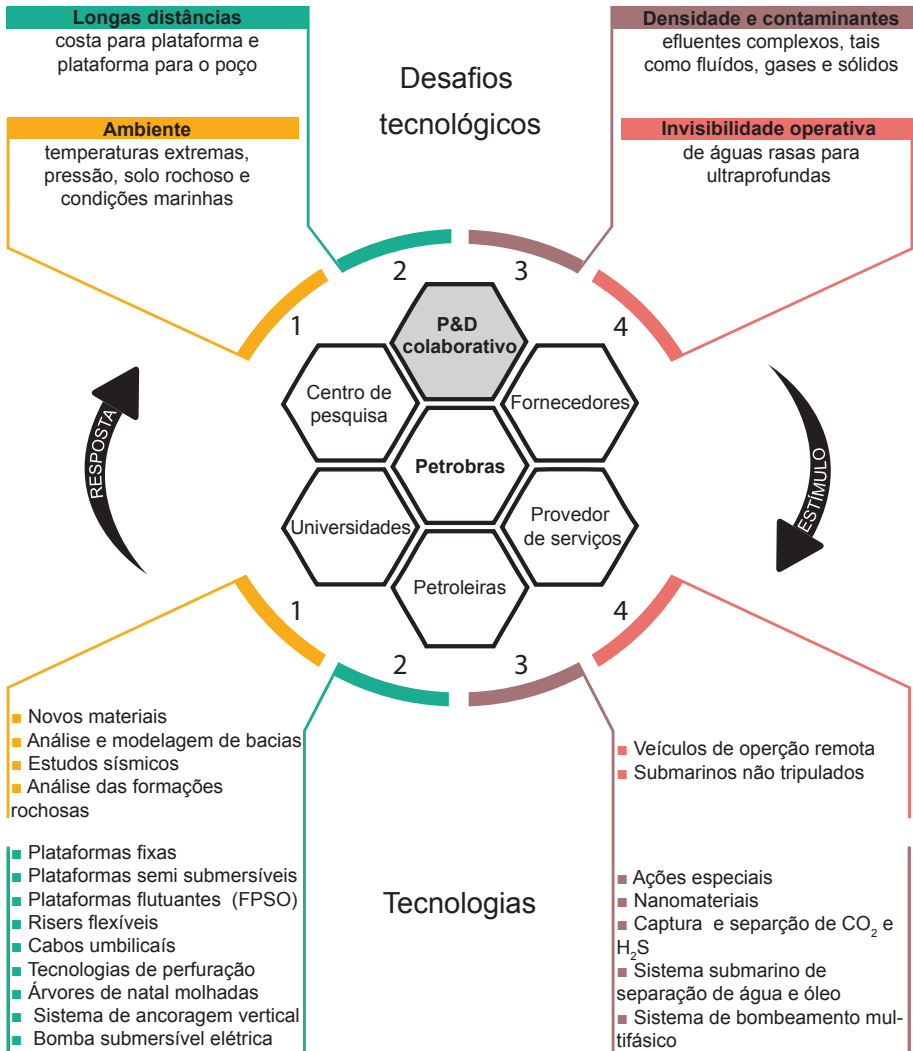
Com a escassez de recursos para investimentos e com o fim do monopólio estatal, a Petrobras perseguiu, a partir de 1997, como estratégia de sobrevivência, o desenvolvimento tecnológico em um ambiente científico cada vez mais cooperativo, envolvendo diferentes instituições, parceiros nacionais e estrangeiros, bem como centros de pesquisa, universidades e outras empresas.<sup>4</sup> Como demonstrado por Dantas e Bell (2011), a P&D foi realizada em uma rede de inovação estratégica, no intuito de desenvolver diferentes tecnologias (as já citadas plataformas semissubmersíveis, árvores de natal molhadas, análise e modelagem de bacias, tecnologias de perfuração de poços, sistemas de bombeamento multifásico etc.). Como a exploração em águas profundas no Brasil intensificou-se nesse período, a Petrobras tornou-se líder mundial no avanço da fronteira da produção internacional. O maior sucesso da Petrobras foi estruturar uma rede inovadora com base em seu conhecimento para acessar recursos localizados fora dos limites organizacionais da empresa (ver figura 8.3).

---

4. Tal como Furtado (1997) apresenta o caso da indústria de petróleo na França.

FIGURA 8.3

**Estrutura de inovação e resolução de problemas como uma firma centrada na rede de conhecimento**



Fonte: Elaboração dos autores com base em Morais (2013).

Como mencionado por Morais (2013), a estrutura do processo de inovação da Petrobras conecta desafios tecnológicos (em termos de ambiente marinho, longas distâncias, invisibilidade operativa, bem como densidade e contaminantes do petróleo) e soluções técnicas. Novos materiais foram necessários para trabalhar em condições de pressão e temperatura extremas. Técnicas sísmicas e de modelagem foram requeridas para analisar a evolução das bacias sedimentares e para calcular

o respectivo potencial produtivo. Acima dos 300 m de profundidade, o mergulho humano torna-se impossível e, com isso, operações produtivas necessitam de veículos operados remotamente e de submarinos não tripulados. Com o distanciamento entre a plataforma e o poço, dispositivos foram criados no intuito de gerir e controlar equipamentos submersos. Desenvolveram-se sistemas para o transporte de dados, sinais e energia entre o poço e a plataforma, tais como cabos umbilicais. Tubos e *risers* flexíveis foram criados a fim de transportar petróleo e gás para a superfície e injetar materiais (principalmente, contaminantes e CO<sub>2</sub>) para dentro do poço, com o objetivo de aumentar a produtividade. Para controlar o fluxo de petróleo, um sistema de válvulas e outros instrumentos (conhecido como árvore de natal molhada) foram instalados na cabeça do poço.

Diferentes plataformas foram utilizadas no intuito de ajustar as complexidades da distância do litoral até o ponto de exploração, em função da profundidade de perfuração (ver tabela 8.1). Até o início da década de 1990, quando a profundidade era menor, plataformas fixas, equipadas com instalações de produção no leito do mar, eram preferíveis às estruturas flutuantes. Com o passar do tempo e com a maior profundidade de exploração, tem-se a utilização de estruturas mais complexas (semisubmersíveis, plataformas flutuantes e navios), as quais passaram a incluir sistemas de produção, armazenamento e atividades de perfuração.

A evolução das pesquisas sobre programas tecnológicos foi essencial para aumentar a produção *offshore* e para destacar as atividades pioneiras da Petrobras no mercado internacional. Com base em expectativas positivas de exploração de petróleo em altas profundidades, após 1986, a empresa investiu 1% de sua receita em P&D, constituindo o que foi considerado o maior programa tecnológico na história brasileira. O Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (Procap) foi criado para desenvolver novos conceitos de conhecimento para exploração em grandes profundidades e reduzir a dependência na compra de tecnologia estrangeira. O Procap foi aplicado em três modalidades.<sup>5</sup>

---

5. Para mais detalhes, consulte Morais (2013), Dantas e Bell (2009; 2011), Ortiz Neto e Costa (2007), Furtado (1995) e Furtado e Freitas (2004).

**TABELA 8.1**  
**Diferentes tipos de plataformas usadas pela Petrobras**

Tipos	Fixa	Autoelevável (Jack-up)	Semissubmersível	FPSO (Plataforma flutuante, armazenamento e produção)	FPSO Monocoluna	TLWP (Plataforma de pernas atirantadas)	Navio sonda
Lâmina d'água (profundidade no local da instalação e operação)	Até 300 m	Até 150 m	Mais de 2.000 m (pode ser instalada a grandes profundidades graças aos sistemas modernos de ancoragem)	Mais de 2.000 m (pode ser instalada a grandes profundidades graças aos sistemas modernos de ancoragem)	Mais de 2.000 m	Até 1.500 m	Mais de 2.000 m
Como é	Funciona como uma estrutura rígida, fixada no fundo do mar por um sistema de estacas cravadas.	Tem pernas que se autoelevam. Ao chegar à locação, um mecanismo faz as pernas descerem e serem assentadas no solo marinho.	Plataforma flutuante, estabilizada por colunas. Pode ser ancorada no solo marinho ou dotada de sistema de posicionamento dinâmico, que mantém a posição da plataforma de forma automática.	Plataforma flutuante, convertida a partir de navios petroleiros, na maioria dos casos. Assim como a semissubmersível, é ancorada no solo marinho.	Tem as mesmas características da FPSO, mas seu casco tem formato cilíndrico.	Plataforma flutuante, de casco semelhante a uma semissubmersível. É ancorada no fundo do mar por cabos ou tendões de aço traçacionados.	Plataforma flutuante com casco em forma de navio, usada para perfuração de poços. Pode ser ancorada no solo marítimo ou dotada de sistema de posicionamento dinâmico, que mantém a posição da embarcação de forma automática.
Atividade de perfuração	Sim	Sim	Sim (algumas podem ser só de produção)	Não	Não	Sim (só para a manutenção dos poços)	Sim
Atividade de produção	Sim	Não	Sim (algumas podem ser só de produção)	Sim	Sim (geralmente são unidades de perfuração ou de produção)	Sim	Não
Onde é feito o controle dos poços	Superfície	Superfície	Fundo do mar	Fundo do mar	Fundo do mar	Superfície	Fundo do mar
Capacidade de armazenamento	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Escoamento da produção	Oleodutos	Não	Oleodutos ou armazenamento em navios e posterior descarregamento nos terminais.	O óleo é exportado para navios petroleiros, que o descarregam nos terminais.	O óleo é exportado para navios petroleiros, que o descarregam nos terminais.	O óleo é escoado para uma plataforma de produção (FPSO), que realiza o processamento e o exporta por meio de navios.	Não
Vantagem	A instalação é mais simples e permite que o controle dos poços seja feito na superfície.	A facilidade para mudar de locação e o comprimento de estrutura fixa, que permite que o controle dos poços seja feito na superfície.	Especialmente projetada para ter pouco movimento.	A capacidade de armazenamento permite que opere a grandes distâncias da costa, onde a construção de oleodutos é inviável.	Movimentos menores do que os FPSOs tipo Navio.	Possui sistema de ancoragem rígido e movimentos reduzidos, o que permite o controle dos poços seja feito na superfície.	Maior autonomia para perfurar em grandes distâncias da costa.

Fonte: Petrobras (2015).

A primeira modalidade foi o “Procap 1000”, criado no início da exploração *offshore*, entre 1986 e 1991. O objetivo principal era o de viabilizar a produção de petróleo e gás em águas com profundidades de até 1.000 m. Muitas tecnologias estavam disponíveis no mercado, e a maioria delas deveria ser adquirida e adaptada às condições locais, por meio de inovações incrementais. Ao longo de seis anos, 109 projetos foram realizados, 80% focados na extensão da tecnologia existente e 20%, na inovação tecnológica. O programa custou 68 milhões de dólares e envolveu a colaboração entre 132 organizações de pesquisa, 400 funcionários internos e 1.000 pesquisadores técnicos (Dantas e Bell, 2011). Em 1987, a fim de promover a investigação científica e aplicada, a empresa financiou a criação do Centro de Estudos de Petróleo (Cepetro), como parte da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Como demonstrado por Morais (2013), 251 patentes foram depositadas pela Petrobras e pelo Cenpes, de 1987 a 1992, 140 das quais foram registradas no mercado doméstico e 111 no exterior. A média anual de patentes depositadas em comparação aos anos anteriores (1981-1986) aumentou de 20 para 42. O resultado foi a instalação de sistemas de produção flutuantes no campo de Marlim a 1.027 m. O desempenho das plataformas flutuantes mostrar-se-ia como principal trajetória tecnológica de maior viabilidade técnica e econômica para aproveitamentos futuros.

A segunda modalidade, “Procap 2000”, foi desenvolvida para melhorar os processos de aprendizagem e pesquisa interna entre os anos de 1993 e 1999. Nesse período, a tecnologia existente era um recurso escasso e, portanto, havia uma demanda para gerar novos conhecimentos na fronteira. O objetivo era estender a pesquisa aplicada para explorar a 2.000 m de profundidade. Havia vinte projetos com um orçamento de 750 milhões de dólares, 80% dedicados à inovação e o restante à extensão, o oposto da fase anterior. Em 1996, como visto por Ortiz Neto e Costa (2007), a descoberta de uma jazida de petróleo gigante (132 km<sup>2</sup>) no campo de Roncador promoveu a incorporação de diversas novas tecnologias, que foram cruciais para o funcionamento de futuras unidades e campos. Esses avanços e descobertas levaram à produção *offshore* a representar cerca de 75% das reservas de petróleo e gás no Brasil.

Finalmente, entre os anos de 2000 e 2006, desenvolveu-se a terceira modalidade, “Procap 3000”. Esse projeto propiciou apoio técnico à produção na bacia de Campos, mas fundamentalmente suporte aos potenciais campos em águas ultraprofundas de até 3.000 m. O programa foi orçado em 130 milhões de dólares em P&D e envolveu 350 pesquisadores, trabalhando em dezenove projetos. Essa fase deu sequência aos programas anteriores, mas com foco na geração de tecnologias que pudessem minimizar os custos de produção em campo, permitindo a exploração em águas ultraprofundas, como no caso do Pré-sal. Como demonstrado por Ortiz

Neto e Costa (2007), entre essas três modalidades do Procap, o retorno sobre o investimento inicial de 4,3 dólares aumentou para 8,2 dólares ao final de 2004.

Entre 1990 e 2006, conforme visto por Takaki *et al.* (2008), a Petrobras foi a empresa que mais depositou patentes no Brasil. Foram 733 depósitos, sendo 70% nacionais e 30% internacionais. Em pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) com um banco de dados fornecido pelo Cenpes e de acordo com Oliveira e Figueiredo (2013), de 1992 a 2009, a Petrobras investiu cerca de R\$ 3,3 bilhões, sendo que o Sudeste foi contemplado com parcela de três quartos (3/4) do valor total, que concentrou quase a sua totalidade nos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo. Esse investimento cresceu de forma exponencial a partir de 2004, atingindo o seu ápice em 2006 com um montante de R\$ 1,0 bilhão. Além disso, os recursos foram distribuídos, fundamentalmente, nas etapas de produção (24,4%), de desenvolvimento (20,6%), de exploração (11,9%) e de refino (9,7%), criando instrumentos contratuais com mais de 196 instituições de ciência e tecnologia e reunindo 80% dos valores em 33 instituições. As cinco instituições parceiras mais relevantes foram a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), a Universidade de São Paulo (USP), a Unicamp e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), nessa ordem. As principais pesquisas tangenciaram as áreas de química, geociências, engenharia mecânica, engenharia química, ciência da computação e engenharia de materiais, mostrando ampla interdisciplinaridade.

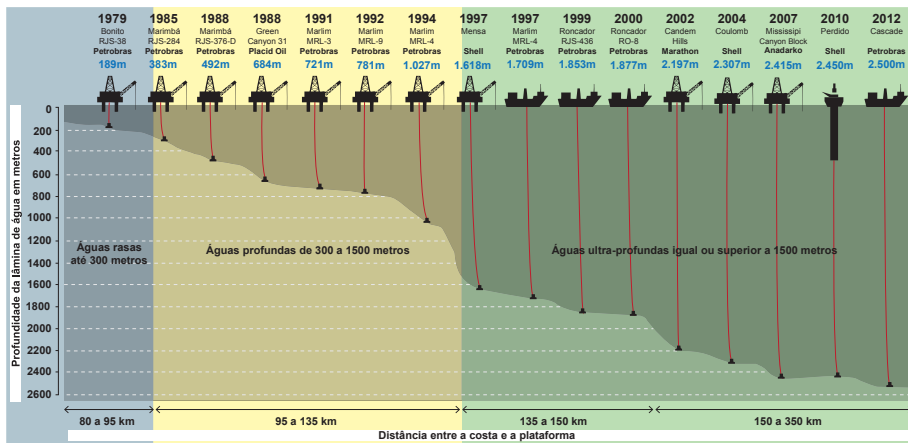
### **TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA BASEADA NOS REQUISITOS DE TAMANHO E DE ESTRUTURA**

Os programas tecnológicos desempenharam papel importante na definição do marco tecnológico para a indústria de produção de petróleo *offshore*. O desenvolvimento de uma nova tecnologia dependeu de um processo associado ao tamanho e à estrutura dos desafios tecnológicos. Uma determinada tecnologia é feita continuamente para se tornar maior (como a evolução das plataformas, *risers* flexíveis ou dispositivos de perfuração) ou menor (tais como os nanomateriais que ajudam a construir tubos mais resistentes na fronteira exploratória). A relação entre os requisitos do tamanho e da estrutura pode moldar e definir trajetórias tecnológicas. Em suma, como apontado por Sahal (1985), a evolução tecnológica é melhor caracterizada como um processo de aprendizagem por escala. A alteração da dimensão de uma tecnologia requer o desenvolvimento de um novo material de construção. Podem-se mencionar três tipos de inovação: *i*) inovações estruturais que advêm do processo de *design* segundo o qual as partes e o todo do sistema não funcionam como uma forma integrada; *ii*) inovações em materiais que são necessários no processo de construção como consequência de variações na escala da nova tecnologia; e, finalmente, *iii*) sistemas de inovações que surgem da integração de duas ou mais

tecnologias simbióticas a fim de simplificar a estrutura global (no caso específico, a partir do final dos anos 1980, as novas tecnologias foram desenvolvidas pela colaboração externa e interação de vários agentes).

Por meio do processo de aprendizagem por escala, promovido ao longo de todas as modalidades do Procap, a decisão de explorar petróleo *offshore* resultou em riscos econômicos mais elevados. Seria necessário investir em plataformas adaptadas, navios de perfuração e de armazenamento, pesquisas sísmicas, produção, logística e gestão de pessoas. A figura 8.4 ilustra o esforço tecnológico desenvolvido pela Petrobras ao longo do tempo. Em 1979, em águas rasas, o primeiro recorde<sup>6</sup> foi definido no campo de Bonito, em uma profundidade de 189 m. Em 1985, o recorde foi quebrado, atingindo águas profundas de 383 m no campo de Marimbá. Com exceção do ano de 1988 (com recorde definido pela Placid Oil), os records mundiais em águas profundas variaram de 300 a 1.500 m e foram dominados pela Petrobras. Seguindo essa trajetória, os registros em águas ultraprofundas (acima 1.500 m) alternaram-se entre os principais concorrentes no mercado (Shell, Marathon, Adarko e Petrobras). O registro mais recente, que foi quebrado em 2012 no campo de Cascade, no golfo do México, foi estabelecido pela Petrobras, com uma profundidade de 2.500 m. Essa sequência de eventos ao longo do tempo esteve associada à complexidade acumulada dos desafios tecnológicos, que se ligavam às questões de aprendizado por dimensionamento da escala tecnológica.

FIGURA 8.4  
Progressão mundial da capacidade de produção de petróleo em águas profundas de 1979 a 2012

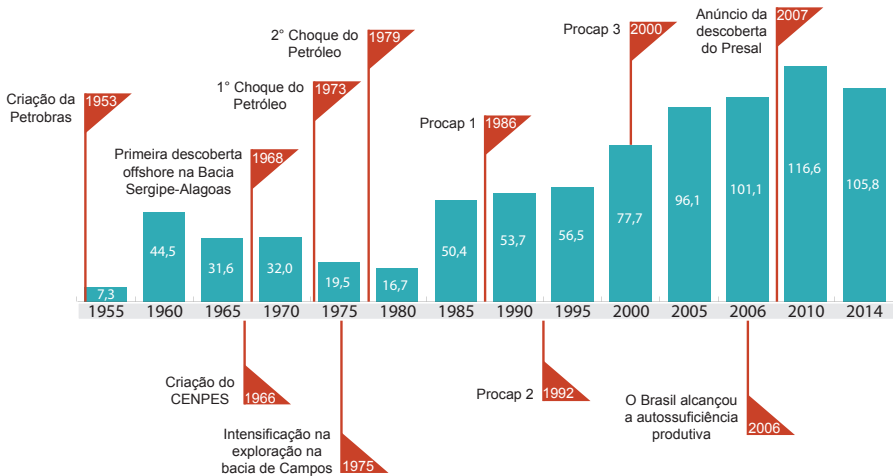


Fonte: Adaptado de Moraes (2013).

6. Existem vários tipos de records na perfuração e produção de petróleo *offshore*, tais como a medição da profundidade em instalações flutuantes, árvores de natal submarinas, bem como as atividades de perfuração. A Petrobras tem um papel central em todo o mundo na progressão relacionada com exploração em águas profundas, especialmente na instalação de plataformas flutuantes.

Desde a criação da Petrobras, a fixação de objetivos de exploração de petróleo no Brasil foi definida como a redução da dependência externa em importações de petróleo. Tal como mostrado pela figura 8.5, a produção nacional em relação ao consumo interno aumentou nos primeiros anos, mas declinou da década de 1960 e de 1970. A decisão de investir em produção *offshore* ao final de 1970 estimulou a produção nacional novamente a partir da década de 1980. Essa fase de expansão esteve associada aos esforços realizados pela Petrobras para a construção de capacidade de desenvolvimento de tecnologia. Os investimentos aumentaram ao passo que se intensificaram a importância das redes estratégicas de inovação e o desenvolvimento colaborativo de tecnologias. Desde 2006, o Brasil alcançou a autossuficiência, enquanto a Petrobras tornou-se líder no mercado na produção de tecnologia de ponta no mundo, na exploração de petróleo em águas ultraprofundas.

FIGURA 8.5  
Produção nacional no consumo doméstico total  
(Em %)



Fonte: Ipeadata (2015) e ANP (2015).

### O SURGIMENTO DA LAVA JATO: REESTRUTURAÇÃO INSTITUCIONAL OU REARRANJO DAS MESMAS PEÇAS!

Esses avanços deram a impressão de que o Brasil poderia e aproveitaria a subida rápida do preço do petróleo no final da década de 2000. No início de 2011, o preço internacional do petróleo atingiu um pico de mais de US\$ 150 o barril. Com os ganhos tecnológicos já alcançados e outros, sem dúvida, por vir com as novas descobertas do Pré-sal, a Petrobras parecia à beira de permitir que o futuro



do Brasil pudesse seguramente ser muito melhor do que no passado. O caminho para se tornar um país desenvolvido estaria assegurado.

Assim, a atenção voltou-se para reestruturar o capital da Petrobras e convertê-lo em um participante mais ativo no desenvolvimento desses novos recursos. De acordo com uma transferência de capital própria para o governo Federal, a Petrobras obteve o controle total de direitos de exploração de 5 bilhões de barris de petróleo. A consequência foi o aumento da quota pública de 40% para 49%, com o controle de quase dois terços do capital votante.



**NOVO MARCO REGULATÓRIO** – A descoberta do Pré-sal e a possibilidade de extrair petróleo com baixo risco e elevado retorno levaram o governo brasileiro a mudar a legislação reguladora da atividade de exploração e produção. No dia 22 de dezembro de 2010, o Presidente Lula sancionou a lei, aprovada pelo Congresso, que definia as diretrizes do marco regulatório nas regiões consideradas estratégicas. Estabeleceu-se a substituição do sistema de concessão pelo de partilha da produção e, pelo novo sistema, as empresas repassariam parte da produção à União. As novas regras buscavam dotar o Estado de maior controle sobre as atividades de exploração da riqueza mineral e reverter, simultaneamente, parte dos resultados à sociedade. Além disso, a estatal seria operadora única nos blocos do Pré-sal, com participação mínima de 30% nos consórcios formados. Por meio dos recursos gerados na partilha de produção, criou-se também o Fundo Social, que seria destinado a combater a pobreza, mitigar as mudanças climáticas e fomentar a educação. Em 2016, segundo dados da companhia, a produção no Pré-sal atingiu 929 mil barris de petróleo, praticamente 15% da produção nacional.

Fonte: Agência Petrobras.

Para além deste maior papel direto, o governo alterou as regras para o desenvolvimento futuro da área do Pré-sal. Dali em diante, empresas privadas

poderiam concorrer às licenças e ao mesmo tempo coparticipar com a Petrobras na exploração e na produção. Por um lado, a Petrobras teria uma participação de pelo menos 30% em todos os contratos. As empresas, por outro lado, estariam limitadas a uma reivindicação de 35 anos sobre os direitos de exploração e produção. Essa mudança significou uma menor taxa de retorno privado quando comparada aos ganhos históricos sobre o investimento – ao passo que as incertezas para buscar e encontrar petróleo reduzir-se-iam.

Os recursos líquidos seriam colocados em um fundo social, como no caso da Noruega. Todos os estados e municípios compartilhariam os grandes lucros projetados para o futuro, a fim de acelerar o progresso social. De igual maneira, para satisfazer a necessidade de recursos para desenvolver os campos do Pré-sal, as firmas nacionais teriam o direito de cobrar 25% acima dos competidores externos. Essa vantagem permitiria à economia local, inicialmente desfavorecida, participar com parte da produção de navios, plataformas de petróleo, bem como outros insumos tecnológicos necessários.

A presunção de enormes lucros imediatos não foi acertada, mesmo na época em que as estimativas estavam positivas. Os custos foram, em grande parte, presumidos favoravelmente, apesar das contínuas incógnitas da perfuração de petróleo a profundidades cada vez mais elevadas, alcançando cerca de mais de 7 mil m de distância da plataforma até os depósitos do Pré-sal. Inicialmente, o custo provável de cada poço perfurado na região foi estimado em torno de US\$ 60 milhões. Mesmo assim, a Petrobras necessitaria de ajuda externa para resolver todos os problemas tecnológicos dispostos em um projeto dessa magnitude. Contudo, a opção de buscar parceiros externos que contribuíssem com os investimentos iniciais foi colocada de lado.

Em um segundo momento, houve pouco apreço de que a primeira fase de exploração traria retornos negativos. No começo, os custos fixos prevaleceram, exigindo maior gasto nos anos iniciais, ou seja, até que os déficits diminuíssem gradualmente por unidade de produto, o resultado líquido não mostraria ganhos antecipados do estado estacionário. Em meio a preços recordes no mercado de petróleo, no entanto, esse assunto assumiu menor relevância, sendo mantido à distância.

Em terceiro lugar, ignorou-se a presença de técnicas alternativas de produção que estavam em andamento. A técnica de *fracking*,<sup>7</sup> particularmente nos Estados Unidos, foi e continua sendo um exemplo de tecnologia que deslocou a demanda

---

7. Também conhecida por "fraturamento hidráulico", essa técnica realiza perfurações no solo a fim de extrair gás ou petróleo. A vantagem dessa tecnologia é a de alcançar regiões improváveis pela abordagem tradicional. Porém, os impactos ambientais causados no subsolo são controversos. Por esse motivo, o *fracking* é proibido em alguns países da Europa. A razão é que os poços de fraturamento hidráulico estão sujeitos a vazamentos, já que a água, os produtos químicos e a areia são bombeados em alta pressão para fraturar o xisto no subsolo, podendo romper-se e contaminar os lençóis freáticos. Independentemente das questões ambientais, a técnica vem se expandindo de forma a mudar as curvas de oferta e demanda no mercado.

para fontes de gás natural com menor custo. Em seguida, aumentou-se a produção de xisto, em grande parte pelo Canadá, cujo desenvolvimento estava atrelado, ao mesmo tempo, aos preços recordes do petróleo.

Por último, custos imprevistos multiplicaram-se na contabilidade da Petrobras. O investimento da refinaria Abreu e Lima, que contava com a metade do pagamento pelo governo venezuelano de Hugo Chávez, mas que depois não se concretizou, ainda sofreu um aumento de quatro vezes a estimativa inicial de custo. O Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj), localizado no município de Itaboraí, no Leste Fluminense, foi um caso semelhante, onde a construção cessou por completo. Atrasos técnicos foram parcialmente responsáveis, mas o grande problema esteve associado à prisão, em 17 de março de 2014, de Alberto Youseff, doleiro e empresário brasileiro detido por crimes de lavagem de dinheiro nos escândalos do Banestado<sup>8</sup> e da operação *Lava Jato* – sendo este o início da maior investigação de corrupção no país, comandada pelo juiz federal Sérgio Fernando Moro.<sup>9</sup> O doleiro reconheceu o recebimento de bônus como intermediário das transações fraudulentas e, em seguida, pelo mecanismo jurídico de colaboração premiada, confessou o crime, obtendo a redução de sua pena.

Pouco tempo depois, no dia 20 do mesmo mês, antes da eleição presidencial de 2014, Paulo Roberto Costa, ex-diretor de abastecimento da Petrobras de 2004 a 2012 e indicado pelo PP, foi preso. O detalhamento do esquema de corrupção foi relatado de forma minuciosa à Polícia Federal. Havia rumores de crimes conexos à aquisição da refinaria de Pasadena, no Texas. Os indícios mostravam que a Petrobras havia comprado a refinaria com preço artificialmente acima do de mercado, decisão que ocorreu quando a então Presidente da República, Dilma Rousseff, ocupava a presidência do conselho da companhia, antes mesmo de sua primeira eleição em 2010. Em novembro de 2014, a investigação avançou na prisão preventiva de vários presidentes e diretores de grandes empreiteiras, tais como Construtora OAS, IESA Óleo & Gás, Camargo Corrêa Construções, UTC Engenharia, Engevix e Construtora Queiroz e Galvão.

Todo o esquema tornar-se-ia conhecido somente após a bem-sucedida reeleição de Dilma. Não obstante, a população reagiu de maneira negativa, que se somou à contabilidade criativa e às pedaladas fiscais e abriu espaço para uma forte recessão econômica. Depois disso, ao final de 2014 e início de 2015, vários diretores da

---

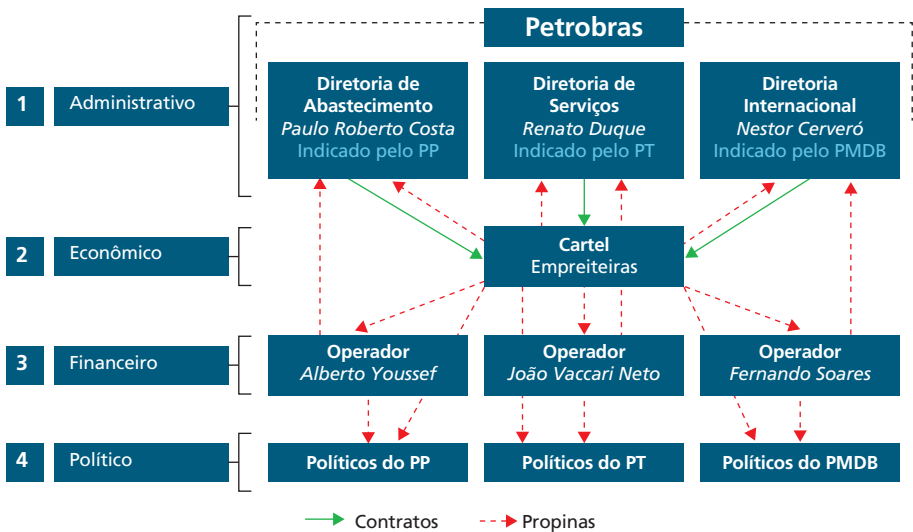
8. O Banco do Estado do Paraná (Banestado) foi um banco público paranaense privatizado em 2000. Em 2003, iniciou-se uma investigação acerca do esquema de corrupção e tráfico de drogas que transferia recursos financeiros para paraísos fiscais através de depósitos de doleiros em contas de laranjas e nas chamadas contas CC5 (criadas para permitir transferências legais para o exterior). Entre 1996 e 2002, foram desviados bilhões de reais para essas contas, sendo o Banestado o principal mediador das remessas fraudulentas.

9. Graduado em direito pela Universidade Estadual de Maringá, concluiu mestrado e doutorado na Universidade Federal do Paraná (UFPR), com foco na área de direito constitucional. Por conta do ofício, ao se tornar juiz federal em 1996, migrou para a área do direito penal, especializando-se em crimes financeiros e de lavagem de dinheiro.

Petrobras foram detidos e condenados, como são os casos mais centrais no esquema de Renato Duque (ex-diretor de serviços, entre 2003 e 2012, por indicação do PT) e Nestor Cerveró (ex-diretor da área internacional, entre 2003 e 2008, e indicado pelo PMDB). Os condenados valeram-se da colaboração premiada, o que ampliava o conhecimento do emaranhado da rede criminosa. Simultaneamente, foram presos Fernando Soares (o Baiano) e João Vaccari Neto (tesoureiro do PT) por atuarem como intermediários do PMDB e do PT, respectivamente. Ficou claro que o aumento do preço do petróleo permitiu um grupo grande de empreiteiras, por licitação em contratos com o governo, distribuir lucros extras entre todos os envolvidos – funcionários, empresários, intermediários e políticos.

Segundo o MPF (2016), foram investigadas e processadas quatro organizações criminosas lideradas por doleiros, que seriam os operadores do mercado paralelo de câmbio. Posteriormente, provas foram recolhidas de um complexo esquema de corrupção envolvendo a Petrobras. O esquema girava em torno dos contratos bilionários superfaturados da companhia, nos quais empreiteiras, organizadas em cartel, pagavam propinas (variando de 1 a 5 %) a altos executivos da estatal e a outros agentes públicos. A distribuição do suborno ocorria por meio dos operadores financeiros.

FIGURA 8.6

**Operação Lava Jato: esquema de desvio de recursos da Petrobras**

Adaptado de MPF (2016).

A figura 8.6 detalha o diagrama de desvio de recursos, distribuídos em quatro núcleos: *i*) administrativo; *ii*) econômico; *iii*) financeiro; e *iv*) político. Em uma

situação normal, a licitação dar-se-ia pela contratação de menor preço. Com a cartelização, obtinha-se uma aparente competição ao longo do processo licitatório. As empreiteiras organizavam-se em um “clube” e ajustavam em reuniões secretas o ganhador e o preço final a ser ofertado, o que proporcionava benefícios privados e prejuízos ao Estado. Para garantir a entrada exclusiva do grupo de empreiteiras, agentes públicos eram aliciados, no intuito de se omitir face ao cartel estabelecido e de restringir a entrada de firmas concorrentes. Algumas das práticas adotadas de forma a beneficiar todo o grupo envolvido foram contratos injustificados, termos aditivos desnecessários com preços excessivos, contratação com supressão de etapas relevantes e vazamento de informações sigilosas.

O núcleo financeiro ficava responsável pela lavagem do dinheiro por meio de movimentações financeiras no exterior e contratos de fachada. Os recursos eram distribuídos, em espécie, entre os beneficiários por transferência no exterior ou mediante pagamento de bens. A partir de março de 2015, Rodrigo Janot Monteiro de Barros, procurador-geral da República (PGR), desde 2013, apresentou ao Supremo Tribunal Federal 28 petições para a abertura de inquéritos criminais de investigação de 55 pessoas, das quais 49 com foro por prerrogativa de função, ou “foro privilegiado”. Estes foram citados em colaboração premiada. A indicação aos cargos-chave das diretorias da Petrobras era definida pelos parlamentares.

Logo após as eleições, em fevereiro de 2015, Maria das Graças Foster, presidente da Petrobras, nomeada por Dilma em 2011, foi substituída por Aldemir Bendine, que reconheceu as consequências negativas para a lucratividade da empresa da adoção de preços mais baixos na produção doméstica e na capacidade de refino. A Petrobras acumulou perdas significativas, e o seu valor caiu bastante no mercado. O recrudescimento das investigações ampliou a insatisfação popular e contribuiu para o afastamento da presidente Dilma em 2016.

Com a chegada do governo de Michel Temer, Pedro Pullen Parente, engenheiro e ex-ministro de Minas e Energia em 2002, assumiu o cargo de presidente da Petrobras, em meados de 2016. Procurou-se enfatizar a necessidade da retomada à tradição tecnocrática e compromissada da companhia. As despesas foram reavaliadas, sinalizando uma menor expansão dos investimentos para o futuro próximo. Outra importante indicação, embora as concessões de direitos de exploração ainda persistissem restritas no longo prazo, foi o aumento da taxa de retorno para as empresas estrangeiras, sem a obrigação de que a Petrobras retivesse 30% de todos os contratos.

O momento em que a empresa atravessa é extremamente grave, consequência de uma “confusão” indevida entre a indução de investimentos pelo Estado e a interferência eminentemente política no gerenciamento dos negócios. A mudança de paradigma acontecerá somente se os efeitos da *Lava Jato* mostrarem-se como sendo mudanças institucionais, e não meros rearranjos das práticas já existentes.

A gestão mais técnica e o desmantelamento das práticas de corrupção são pontos centrais no processo de desenvolvimento. Somente dessa forma, a Petrobras poderá reassumir sua posição de destaque no mercado internacional por meio da aquisição e geração de tecnologia. A combinação de investimentos em pesquisa com atuação baseada nos princípios do livre mercado, tal como ocorria no passado, é condição indispensável à recuperação da trajetória de crescimento.

## **A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DA EMBRAER**

A contribuição da inovação tecnológica é clara para o desenvolvimento de aeronaves, caracterizadas em grande parte pelo alto grau de integração e complexidade dos seus sistemas. O desenvolvimento de uma aeronave envolve a chamada engenharia de sistemas, que é definida como um campo interdisciplinar do conhecimento que foca na modelagem e na organização de sistemas artificiais complexos. Buscam-se definir no ciclo de desenvolvimento do produto as necessidades de demanda e os requisitos técnicos de oferta, abordando a síntese do projeto, bem como a validação e a solução dos problemas, que se relacionam às questões operacionais, de desempenho, de escalonamento dos custos, de testes, de manufatura, de treinamento com suporte e de distribuição. As inovações apresentam-se na elaboração de novos materiais, no aperfeiçoamento da aerodinâmica, na propulsão dos motores, na eletrônica embarcada dos componentes e nos sistemas integrados de comando.

Desde a década de 1930, a indústria aeronáutica mostrou-se um setor extremamente competitivo e fechado às firmas entrantes. Mesmo assim, pelas dificuldades econômicas impostas no período pós-guerra, muitos fabricantes surgiram após 1945. A partir dos anos 1980, as empresas passaram por um intenso processo de fusão e aquisição. O caso da Embraer é emblemático, principalmente por ser uma empresa de um país em desenvolvimento que logrou êxito na competição internacional (Frischtak, 1994; Goldstein, 2002; Silva, 2005; Mazzoleni e Nelson, 2007; Bragança, 2007; Rodengen, 2009; Vertesy e Szirmai, 2010; Costa e Santos, 2010). O acerto estratégico da Embraer ocorreu nas décadas de 1970 e 1980, e se afirmou após os anos 1990. Em mais de 40 anos de história, a Embraer conquistou o mercado internacional, passando pelos desafios de reestruturação produtiva, privatização e consolidação após a abertura econômica. Este capítulo analisa a definição da rede estratégica de inovação tecnológica deste segmento no Brasil, que também guarda suas semelhanças ao esforço promovido no setor agropecuário.

### **O SURGIMENTO DE UMA INDÚSTRIA INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE AERONAVES**

A indústria aeronáutica do Brasil aparece no mercado mundial no final da década de 1960, começa a se destacar nos Estados Unidos já no ano de 1978, com a primeira certificação de uma aeronave brasileira para voar no espaço aéreo americano. O setor

torna-se extremamente competitivo após a privatização da Embraer nos anos 1990, alcançando relativo sucesso na produção de aeronaves destinadas a atender a aviação regional, um nicho de mercado pouco explorado pelos grandes fabricantes internacionais.<sup>1</sup> Para explicar a evolução tecnológica da Embraer, é necessário compreender as transformações institucionais no período anterior à criação da empresa, bem como nos anos seguintes, seja no contexto internacional, seja no ambiente macroeconômico interno.

No cenário internacional, nos últimos 70 anos, o setor passou por intensa transformação, o que conduziu à sua reestruturação e consolidação, restringindo-se em quatro grandes competidores, os quais foram divididos em dois mercados: a aviação continental e a regional. De um lado, o mercado concentrou-se na aviação continental entre a *Boeing* (empresa americana) e a *Airbus* (conglomerado europeu). Essa concentração foi caracterizada por redução drástica do número de firmas concorrentes que buscavam inovações via aumento de escala, produzindo aeronaves com maior número de assentos (em última instância, elevada capacidade de carga) e alcance de voo mais longo.

De outro lado, o mercado especializou-se na aviação regional, com a inserção da Embraer e da *Bombardier* (grupo canadense), firmas que adotaram estratégias competitivas de inovar em aeronaves de menor porte. Enquanto diversas firmas investiram na aviação continental, na ligação de grandes centros urbanos (normalmente providos de infraestrutura adequada), a especialização no mercado regional tinha por objetivo ofertar um produto adaptado aos voos de curta duração para interligar centros médios urbanos, nem sempre abastecidos de boa infraestrutura.

De acordo com Frenken e Leydesdorff (2000), dois grandes avanços revolucionaram a indústria aeronáutica civil. O primeiro diz respeito à produção do modelo do avião americano DC3 pela *Douglas Aircraft Company* (americana) em meados da década de 1930, que abriu o mercado de produção em massa e impôs um *design* dominante na fabricação de aeronaves convencionais (motores a pistão).<sup>2</sup> O segundo refere-se à introdução dos motores à reação (jatos) e das asas enflechadas pela *Boeing* no modelo 707 ao final da década de 1950, que transformou radicalmente os padrões técnicos das aeronaves, ampliando o número de assentos, a capacidade de carga, a velocidade de cruzeiro e o alcance de voo.<sup>3</sup> Vale lembrar que, ao longo e

---

1. O mercado regional foi alvo, em maior ou menor grau, de diversos fabricantes, além da Embraer, tais como *Bombardier*, *ATR* (empresa franco-italiana), *DeHavilland*, *Saab*, *Fokker*, *Dornier*, *British Aerospace*. A maioria dessas empresas encerrou as atividades, mudou de mercado ou passou por fusão. De fato, *Boeing* e *Airbus* (esta última criada no fim da década de 1970 para o projeto do A300) não estiveram direcionadas ao mercado dito regional. Para um estudo aprofundado com enfoque *neoschumpeteriano* da evolução da indústria de aeronaves no mundo e no Brasil, confira Bragança (2007).

2. O C47, a versão militar do DC3, foi largamente utilizado na Segunda Guerra Mundial e representou um dos principais fatores tecnológicos de avanço dos aliados no conflito.

3. O primeiro avião comercial propulsionado por motores à reação foi o DeHavilland Comet, o qual realizou o seu primeiro voo em 1949 e começou a operar em 1952 com a rota Londres-Joanesburgo pela companhia aérea inglesa British Overseas Airways Corporation (BOAC).



após a Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos tornaram-se o principal polo na produção industrial de aeronaves.

Para uma ideia do ciclo produtivo, em um período de quase 20 anos, a evolução do DC3, introduzido em 1936, até o DC7, em 1956, foi dada por inovações incrementais. O dimensionamento da potência do motor a hélice associado ao tamanho da envergadura da asa e ao comprimento da fuselagem aumentou a velocidade média por dois e o peso máximo de decolagem e o alcance de voo por cinco (Jane's, 1978, *apud* Frenken e Leydesdorff, 2000). Deve-se deixar claro que o projeto de uma aeronave não tem por objetivo buscar relações de correlação estatística entre esses parâmetros, mas, sim, o de atingir uma combinação técnica que aumente a eficiência econômica, melhorando o desempenho das aeronaves. Em 1957, a *Boeing* inovou radicalmente com a introdução do motor à reação no 707, definindo uma nova trajetória tecnológica que seria seguida pela fabricação dos jatos comerciais da série 700 e pelas demais firmas concorrentes.

Para não ficar em desvantagem, a *Douglas* substituiu o motor a hélice pelo motor a reação no DC8 em diante, seguindo o padrão tecnológico determinado pela *Boeing*.<sup>4</sup> Todavia, em 1968, a acirrada competição com os jatos da *Boeing* fez com que as dificuldades financeiras da *Douglas* fossem o ponto determinante para estabelecer a fusão com a *McDonnell*, fabricante americano de aviões militares. Na década de 1960, a *McDonnell Douglas* foi bem-sucedida na fabricação de aviões a jato a preços competitivos.

Fica evidente, a partir de então, a competição tecnológica por dois padrões de motores – turboélice e jato. A concorrência intensificou-se na década de 1960 entre os fabricantes de motores. Enquanto no início o turboélice foi a única solução disponível, a entrada do jato reduziu progressivamente a participação de turbos propulsores no mercado. Porém, de acordo com Bonaccorsi e Giuri (2000), a vantagem do turboélice ficou evidente nos mercados de aeronaves com menor capacidade de assento, enquanto o motor a jato evoluiria nos aviões de maior escala. De 1948 a 1997, a indústria de motores turboélice caracterizou-se por um padrão de poucas mudanças e por uma concentração em um número reduzido de fabricantes. O oligopólio não estava associado à saída de pequenos fabricantes,

---

4. Na década de 1950, fabricantes europeus seguiram a trajetória tecnológica do motor a hélice, que foram os exemplos da *Vickers* (inglesa) e da *Fokker* (holandesa); porém, as tentativas em comercializar aviões a jato falharam, sendo os casos da *DeHavilland* (inglesa) e da *Aerospatiale* (francesa). O *DeHavilland Comet* teve até sucesso inicial relativo, mas fracassou por problemas de fadiga na estrutura de janelas retangulares, cujos efeitos não eram plenamente conhecidos à época. A *Aerospatiale* ofereceu o *Caravelle*, avião de alto desempenho e com sucesso um pouco maior. Poucas empresas europeias e soviéticas foram capazes de desenvolver aeronaves a jato. Na década de 1960, o avião supersônico, além de moldar um padrão tecnológico novo, foi uma tentativa de ocupar um nicho de mercado bastante distinto, que competisse em rotas intercontinentais com a trajetória da *Boeing*. Embora tanto o *Concorde* (projeto francês) quanto o *Tupolev 144* (russo) tenham sido mal-sucedidos, o primeiro conseguiu operar por mais de 30 anos na *Air France* e *British Airways*, sendo retirado de serviço pelo alto custo de operação, influenciado pelo preço dos combustíveis, e pelo grave acidente ocorrido no ano de 2000, causado por vazamento de combustível e incêndio subsequente, o que levou à queda do avião após a decolagem e ocasionou a morte de 113 pessoas.

mas a uma coexistência estável da tecnologia dominante com estratégias especializadas, em forte contraste ao observado na indústria de motores a jato, na qual a entrada e saída de novas firmas ocorreu de forma mais intensa.

Não obstante, após a década de 1970, com os dois choques do petróleo e com o aumento substancial do preço do combustível, muitas empresas que produziam aeronaves ficaram em dificuldade financeira. Ressalta-se que, mesmo após a crise do petróleo e a restrição internacional de crédito na década de 1980, o custo de operação era fator importante na decisão de compra, já que determinava a viabilidade financeira da aeronave, que poderia ser expressa pelo custo por assento-quilômetro.<sup>5</sup> A estratégia de seguir na trajetória tecnológica de aeronaves cada vez maiores foi decisiva para acirrar a competição entre os principais fabricantes internacionais de aeronaves, bem como de motores. Embora as novas aeronaves detivessem conteúdos tecnológicos mais avançados, o consumo de combustível aumentava, sendo variável crítica na demanda, o que puxava para cima os custos de operação das companhias aéreas de passageiros.

Na Europa, várias empresas desapareceram ou saíram da aviação civil. Fabricantes aeronáuticos no Reino Unido, na Alemanha e na França retiraram-se do mercado. Em 1967, um acordo entre esse bloco de países iniciou a produção conjunta do Airbus A300. A *Airbus* foi oficialmente criada em 1970 entre *Aerospatiale* e a *Deutsche Aerospace* (sendo esta última um agrupamento de empresas alemãs). Em seguida, a *Fokker* e a *Hawker Siddeley* (da Grã-Bretanha) associaram-se ao programa e, em 1972, foi concedido o contrato de construção de parte da cauda do projeto à *Construcciones Aeronáuticas S.A.* (empresa espanhola).<sup>6</sup>

Nesse caminho, a situação não foi distinta nos Estados Unidos e diversas empresas faliram ou saíram do mercado, tais como a *North American*, a *Convair*, a *Lockheed*,<sup>7</sup> entre outras firmas tradicionais. Em 1997, em uma tentativa de sobreviver no mercado para competir com a *Airbus*, a *Boeing* comprou a *McDonnell Douglas*, fortalecendo a sua posição no mercado europeu de aviação continental.

No Canadá, o grupo *Bombardier*,<sup>8</sup> inicialmente focado na produção de veículos para neve (desde 1937) e posteriormente na fabricação de material ferroviário (de 1971 em diante), comprou em 1986 a *Canadair*, fabricante de aviões civis e militares. Em 1989, arrematou a *Short Brothers*, fabricante irlandês, e, no ano

5. O consumo maior de aeronaves de maior porte, quando comparado simplesmente com as de menor porte, não determina o custo de operação da companhia. A análise aqui é um pouco mais complexa, mas esse ponto não exclui o fato de que a crise e o aumento do preço do combustível tenham interferido negativamente na compra de aeronaves menos econômicas.

6. Vide Airbus (2015).

7. A *Lockheed* saiu do mercado de aviação civil, mas continuou sendo umas das maiores empresas do setor aeroespacial e de defesa do mundo.

8. Sobre a evolução histórica do grupo canadense, analise Bombardier (2015).

seguinte, adquiriu a legendária *Learjet* americana. A divisão sediada no Canadá da *de Havilland* (já na época uma subsidiária da *Boeing*) foi incorporada ao grupo em 1992. Assim, a *Bombardier* expandiu-se nos mercados europeu e americano, mantendo-se como principal concorrente da Embraer na aviação regional no mercado de aeronaves de menor porte.

### O AMBIENTE MACROECONÔMICO INTERNO: A CONSTRUÇÃO INSTITUCIONAL

No que se refere ao ambiente macroeconômico interno, o sucesso brasileiro em uma atividade econômica em que poucos países dominam o ciclo tecnológico completo foi baseado em um tripé: *i*) investimento em conhecimento; *ii*) inovação em gestão; e *iii*) construção institucional no tempo. Após 1930, o processo de industrialização no Brasil consolidar-se-ia, inclusive no setor aeronáutico.<sup>9</sup> A indústria nacional em geral estava voltada a suprir as necessidades do setor agrícola. Porém, o rompimento político com as elites cafeeiras abriu oportunidades para o desenvolvimentismo ligado à indústria. Esse período foi caracterizado pela Era Vargas, que vai da revolução de 1930 até o final do Estado Novo, em 1945. Foi também neste momento que se estruturou o início da política para a aviação nacional. Em 1931, criaram-se o Correio Aéreo Nacional e o Departamento de Aeronáutica Civil (DAC). Em 1934, seria o Correio Aéreo Naval e, por fim, em 1941, a Força Aérea Brasileira (FAB) e o Ministério da Aeronáutica.

Simultaneamente, surgiram os primeiros empreendimentos na constituição de uma indústria nacional. No setor privado, destacaram-se as iniciativas da Empresa Aeronáutica Ypiranga (1931), Companhia Nacional de Navegação Aérea (1935) e a Companhia Aeronáutica Paulista (1942). No setor público, ficou evidenciada a preocupação com o desenvolvimento industrial,<sup>10</sup> o que proporcionou a instalação da Fábrica de Lagoa Santa, em 1936, (projeto defendido pelo então presidente da República Getúlio Vargas), da Fábrica do Galeão, em 1938, bem como da Fábrica Nacional de Motores, em 1946, sendo esta voltada inicialmente à produção exclusiva de motores de aviões e, posteriormente, à produção de caminhões.

Com o término da Segunda Grande Guerra e do Estado Novo, em 1945, vários fatores convergiram para que a indústria nascente se defrontasse com uma grave crise. De um lado, a orientação política do novo governo de Eurico Gaspar Dutra apresentou contornos mais liberais, interferindo na continuidade dos projetos estatais iniciados anteriormente. De outro, a demanda militar por aeronaves era suprida pelas aeronaves americanas desde 1941, ocasião em que os Estados Unidos lançaram o “*Lend and Lease Act*”, que fornecia às nações aliadas materiais

9. Para um apanhado histórico da indústria aeronáutica nascente no Brasil, confira Silva (2005), Rodengen (2009) e Embraer (2015b). Algumas das informações que serão aqui tratadas foram provenientes dessas referências.

10. Como havia baixa capacidade de produzir aeronaves no mercado doméstico, o governo brasileiro buscou parceiros estrangeiros interessados em investir no território nacional com acordos de transferência tecnológica.

de guerra, incluindo aviões militares a preços bastante competitivos. Com uma menor demanda governamental e uma maior oferta estrangeira de aeronaves, a produção no mercado doméstico foi sucumbida.

Apesar dos esforços realizados para fomentar a indústria, o Brasil dependia altamente da importação de bens manufaturados, sobretudo dos setores mais sofisticados. Para absorver o conhecimento tecnológico extremamente dinâmico que surgia no ambiente externo, seria preciso definir um projeto estratégico, o qual começou a ser delineado dentro do Ministério da Aeronáutica. Em 1943, o governo brasileiro enviou aos Estados Unidos uma missão, chefiada pelo tenente-coronel Casemiro Montenegro Filho, para negociar fornecimento de materiais militares ao Brasil. Nessa passagem, Montenegro Filho visitou a base aérea de *Wright Field*, em Ohio, um centro de desenvolvimento tecnológico da força aérea norte-americana (USAF), bem como o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em Boston. No departamento de engenharia aeronáutica, o contato com o professor Richard Harbert Smith seria importante para lançar o projeto de criação de uma instituição brasileira de ensino nos padrões do MIT.

Em 1945, Richard Smith veio ao Brasil e aceitou o convite de Montenegro Filho para planejar e instalar um centro de ensino e pesquisa em São José dos Campos, cidade onde seria construído o *campus* universitário. Desenvolveu-se, então, o Plano Smith-Montenegro, que pavimentaria o projeto estratégico, estabelecendo a construção de um centro técnico constituído por dois institutos científicos coordenados, mas tecnicamente autônomos: um para o ensino técnico superior e o outro voltado à pesquisa e ao desenvolvimento industrial. A reorganização da indústria de produção de aeronaves dar-se-ia nesta base institucional. Segundo Mazzoleni e Nelson (2007), este desenho de instituições ilustra aspectos importantes da relação entre educação, pesquisa e desenvolvimento de capacidades tecnológicas. Em 1946, iniciou-se a criação do Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA), órgão técnico destinado a “pensar o setor”. Em 1950, criou-se o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), escola de engenharia para capacitar recursos humanos. Em 1953, instituiu-se o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), que desenvolveria programas experimentais, tais como o Convertiplano,<sup>11</sup> o helicóptero Beija-flor e o avião Bandeirante. Como avaliado por Suzigan e Albuquerque (2011), o sistema nacional de inovação é consolidado em um processo de longo prazo, e o exemplo da indústria de aeronaves contribui para uma explicação das raízes históricas na especialização científica brasileira nesse segmento.

---

11. Projeto revolucionário de avião que decolava na vertical e voava na horizontal, ou seja, assumiria uma configuração de helicóptero na decolagem, mas se comportaria como um avião no seu deslocamento. O híbrido helicóptero-avião havia sido projetado pelo engenheiro e professor alemão Heinrich Focke, contratado pelo ITA por sua competência e experiência na área de construção aeronáutica, sendo cofundador da Focke-Wulf Flugzeugbau, que fabricou o FW190, um dos melhores aviões de combate na Segunda Guerra Mundial, e da Focke-Achgelis, fabricante do primeiro helicóptero completamente controlável (Rodengen, 2009).

Mesmo com o retorno de Getúlio Vargas à presidência no início da década de 1950, situação em que o Estado voltaria a subsidiar o setor aeronáutico, a crise do pós-guerra ainda persistiria. Enquanto isso, com capital misto de investidores brasileiros e holandeses, além de um acordo assinado com o governo brasileiro, a *Fokker* beneficiou-se das instalações da Fábrica do Galeão para iniciar a produção no Brasil, comprometendo-se a entregar diversos aviões e, ao mesmo tempo, transferir conhecimento. O trabalho interrompeu-se com o fim do governo Vargas, em 1954, e com as dificuldades de negociar compras governamentais, sem contar a crise mais ampla que se apresentava no contexto internacional, o que minimizava os investimentos da matriz holandesa na filial brasileira.

No mesmo ano de 1954, tem-se a fundação da Sociedade Construtora Aeronáutica Neiva, que foi, de acordo com Silva (2005), a empresa mais bem-sucedida que antecedeu a criação da Embraer, sendo comprada pela estatal anos mais tarde. Em 1955, a Neiva obteve a licença de fabricação do Paulistinha CAP-4,<sup>12</sup> produzido até 1948 pela Companhia Aeronáutica Paulista. Com diversas modificações no projeto original, o Paulistinha P-56 foi a única aeronave completamente projetada e produzida em série no Brasil até finais da década de 1960. Vale destacar também que, com a colaboração do ITA e do CTA na disseminação de conhecimento e tecnologia para o setor industrial, iniciativas privadas criadas por engenheiros formados no ITA surgiram, como foram os casos da *Avibras* em 1961 (especializada posteriormente na produção de armamento militar) e da *Aerotec* em 1962.

## A GÊNESE DA EMBRAER

Conforme Silva (2005), a falha na consolidação da indústria doméstica, desde 1930, que antecedeu a criação da Embraer, foi resumida por um único denominador comum: todas as iniciativas foram bem-sucedidas na construção das primeiras aeronaves, mas fracassaram em capturar segmentos de mercado. A Embraer foi fundada em 1969, consequência direta da construção institucional fomentada pelo Plano Smith-Montenegro. O projeto experimental IPD-6504, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, seria o protótipo do primeiro avião da Embraer, o Bandeirante.<sup>13</sup> Assim, a Embraer foi construída com um objetivo claro:

---

12. O Paulistinha era um avião monomotor de asa alta, considerado um dos melhores aviões de treinamento de pilotos à época.

13. A despeito do desafio de projetar uma aeronave, a Embraer contratou o experiente engenheiro aeronáutico Max Holste. Antes mesmo de trabalhar pela Embraer, Holste já havia fundado uma empresa que produziu e desenvolveu diferentes aeronaves civis e militares na França. Convidado por Ozires Silva, então diretor do IPD, o engenheiro francês trabalharia com mais dois outros renomados projetistas: José Carlos de Barros Neiva, fundador da Sociedade Construtora Aeronáutica Neiva e nascido em São Paulo, e Joseph Kovacs, húngaro naturalizado brasileiro, que trabalhava no Brasil desde finais da década de 1940. Essa equipe seria liderada por Holste e desenvolveria o Bandeirante. Após o voo do primeiro protótipo, a participação de Max Holste no projeto chegaria ao final. Os atritos entre os integrantes do quadro e a crença de que o grupo não seria capaz de produzir o avião em série o levaram a abandonar o projeto, que seria continuado pelos engenheiros brasileiros. De qualquer forma, ficou claro que o intercâmbio com engenheiros estrangeiros, reconhecidos em projetar aeronaves, foi central para compartilhar e transferir conhecimento aos engenheiros brasileiros e formados pelo ITA.

não somente produzir em série um avião de tecnologia nacional, mas também conquistar significativa parcela de mercado e, de igual maneira, auferir competitividade internacional, o que não aconteceu com as experiências passadas.



CONSTRUÇÃO DA FÁBRICA – Placa instalada com informativo da fabricação do “Bandeirante” no local que abrigaria as futuras instalações da Sede da Embraer, em São José dos Campos, no interior do estado de São Paulo.

Fonte: Centro Histórico Embraer.

Ao final da primeira década de existência da Embraer, o Bandeirante entra no mercado norte-americano, que carecia de um meio de transporte essencialmente regional, caracterizado por demanda significativa em pares de cidades de pequeno porte. O cenário brasileiro era marcado por deficiência mais concreta de meios e vias de transporte terrestre, o que também contribuiu para as vendas deste avião no mercado doméstico. Após a entrada da empresa nos Estados Unidos, as vendas subiram para os clientes americanos. Conforme Sarathy (1985), embora o Bandeirante fosse não pressurizado, menos econômico em termos de combustível, mais lento e, conseqüentemente, com um menor alcance de voo, comparativamente aos seus competidores diretos – *Beech* e *Fairchild*, a Embraer assegurou um terço do mercado americano na categoria de aviões de até vinte assentos. Essa conquista ocorreu muito pela estratégia bem-sucedida de financiamento junto a bancos nacionais, de um lado, com a oferta de juros da ordem de 9%, no momento em que as taxas de mercado variavam de 15% a 18%. Além das condições favoráveis de crédito, de outro lado, o custo de manutenção do Bandeirante era menor e o serviço de pós-venda bem ajustado às necessidades locais.

Mais tarde, na década de 1980, com a reputação do Bandeirante estabelecida nos Estados Unidos e com a desregulamentação do setor de linhas áreas naquele país, o Brasília, o segundo produto de grande sucesso da Embraer, garantiu parcela significativa do mercado norte-americano na categoria de aviões de 20 a 40

assentos (Sarathy, *op. cit.*). Nesse período, havia mais aeronaves operando lá do que na economia brasileira. A Embraer aproveitou o momento em que a dinâmica do mercado era a de ofertar produtos cada vez maiores e com uma escala superior, o que, indiretamente, elevava os custos de oportunidade do aparecimento de novas tecnologias. Ao focar na aviação regional, a Embraer especializou-se em um nicho de mercado e potencializou sua inserção internacional. Destaca-se que o grosso da demanda internacional de aeronaves da aviação regional concentrava-se nos Estados Unidos. Ampliar a participação nesse comércio era com certeza um requisito para o crescimento, além de se tornar firma incumbente no ambiente global.



PRIMEIRO VOO INAUGURAL DO BANDEIRANTE – O protótipo do Bandeirante, pintado nas cores da Força Aérea Brasileira (FAB), foi apresentado às autoridades, realizando o seu primeiro voo de teste em 22 de outubro de 1968, embora a sua apresentação pública de demonstração ocorresse somente cinco dias após.

Fonte: Centro Histórico Embraer.

O Bandeirante era um turboélice versátil (com capacidade de 8 a 21 passageiros) e de baixo custo de operação, sendo bem adaptado às condições de infraestrutura de médios centros urbanos, o que lhe proporcionava preferência frente aos seus concorrentes diretos. Em 1970, o segundo avião desenvolvido pela Embraer foi o EMB 200 Ipanema, monomotor de asa baixa ideal para o uso agrícola. Na sequência, a Embraer projetou a primeira família de turboélices pressurizados, que incluía o EMB 120 Araguaia, o EMB 121 Xingu e o EMB 123 Tapajós. Porém, os programas dos aviões Araguaia e Tapajós foram abandonados, já que o preço do petróleo estava elevado e esses aviões eram competidores diante do Bandeirante. Apenas a produção do Xingu, que tinha capacidade para seis passageiros, manteve-se. No início, além de produzir o EMB 110 Bandeirante, a Embraer buscou em paralelo licenciar projetos e estabelecer acordos internacionais, com o objetivo de ganhar maturidade industrial. Para um resumo da evolução produtiva da Embraer no tempo, veja o quadro 9.1.

Em 1971, sob licenciamento da *Aermacchi* (firma italiana), a Embraer foi responsável por fabricar o EMB 326 Xavante, aeronave subsônica de ataque e treinamento avançado comprada pela FAB. Em 1975, a Embraer estabeleceu parceria com *Piper* (companhia americana) para a montagem e a comercialização de aviões leves. Como a capacidade instalada da Embraer estava no limite, optou-se por subcontratar a Sociedade Construtora Aeronáutica Neiva, que, além de fabricar os modelos licenciados (EMB 710 Carioca, EMB 711 Corisco, EMB 720 Minuano, EMB 721 Sertanejo, EMB 810 Seneca e o EMB 820 Navajo), passaria a produzir peças para o Ipanema.

No mesmo ano, após aquisição pelo governo brasileiro de 49 caças supersônicos F-5 Tiger II da *Northrop* (empresa americana), a Embraer firmou acordo de licenciamento para produzir partes e componentes do caça F-5. Essa parceria foi responsável por transferir o domínio de certas tecnologias, tais como soldagem metal-metal, usinagem química de ligas de alumínio-magnésio e fabricação de peças de colmeia em alumínio.

Entretanto, no final da década de 1970, conforme relatado por Franko-Jones (1987), sob alegação de abusos contra os direitos humanos, o governo americano anunciou um boicote de vendas de materiais de defesa ao Brasil. Nessa época, vivia-se a intervenção militar, instaurada desde 1964. Além disso, a Sociedade Construtora Aeronáutica Neiva enfrentava problemas financeiros, motivo que estimulou a compra de seus ativos pela Embraer. Com a restrição de compras externas, os militares brasileiros foram obrigados a desenvolver uma solução interna para substituir parte da frota de aviões de treinamento. A Embraer trabalhou de forma eficiente para desenvolver o projeto do avião de treinamento EMB 312 Tucano, que foi equipado com aviônica<sup>14</sup> moderna, assentos ejetáveis e desenhado para carregar armamentos. Em 1980, o Tucano alçou o seu primeiro voo.

14. É o termo utilizado para descrever os sistemas elétricos e eletrônicos das aeronaves, tais como a navegação, comunicação e controle de bordo. Esses itens fazem parte de uma combinação complexa de instrumentos integrados e interconectados, que geram informações em tempo real para manter altos padrões de segurança e de reabilitação em ambientes adversos.



QUADRO 9.1  
Resumo das principais aeronaves produzidas pela Embraer de 1969 a 2015

Aeronave	Designação	Mercado	Primeiro voo – final de produção	Descrição
Ipanema	EMB 200/201	Agrícola	1970-presente	Avião agrícola mais popular e vendido desde a criação da Embraer.
Bandeirante	EMB 110/111	Comercial e defesa	1972-1991	Reprojeto do Bandeirante, que se mostrou um avião versátil, econômico e de boa aceitação no mercado. O final da produção se deu em 1991.
Xavante	EMB 326	Defesa	1971-1981	Manufaturado sob licença italiana.
Linha Piper (Carioca; Corisco; Tupi; Minuano; Sertanejo; Seneca)	EMB 710/711/712/720/721/810	Aviação leve	1975-2000	Manufaturado sob licença da Piper.
Xingu	EMB 121	Executivo e Defesa	1976-1987	Turboélice pressurizado que voava em altitudes elevadas, o que permitia uma maior economia de combustível, ponto importante na década de 1970.
Tucano	EMB 312	Defesa	1980-1998	Avião militar de treinamento especialmente produzido para a FAB.
Brasília	EMB 120	Comercial	1983-2007	Bimotor, turboélice, pressurizado, projetado para o segmento da aviação regional de 30 assentos.
AMX	A-1	Defesa	1985-presente	Caça militar de combate desenhado pela <i>joint venture</i> entre a Embraer, a <i>Aermacchi</i> e a <i>Aeritalia</i> , que foi importante para a transferência de tecnologia.
Vector	CBA 123	Comercial	1990 (protótipo)	Aeronave construída em parceria entre Brasil e Argentina com revolucionário <i>design</i> . Mostrou-se um projeto não lucrativo, mas importante para a concepção da futura geração de aviões da Embraer.
Super Tucano	EMB 312H	Defesa	1993-presente	Redesenho e modelagem do avião militar de treinamento. Nesse projeto, pelas licitações de que participou, a Embraer mostrou-se um forte concorrente no mercado de defesa internacional.
ERJ 145	ERJ 145/140/135	Comercial e Defesa	1995-presente	Variante a jato do Brasília com a tecnologia do CBA 123, com versões 145, 140 e 135. Por meio de uma série de parcerias inovadoras, envolvendo compartilhamento de risco, este projeto recolocou a Embraer no mercado da aviação regional.
E-Jets	EMB 170/190	Comercial	2002-presente	Família de aeronaves denominada E-Jets, que englobava as versões 170, 175, 190 e 195. O projeto foi realizado com parcerias de compartilhamento de risco e cerca de 90% das peças eram comuns aos diversos modelos, possibilitando redução significativa de custos de operação e de treinamento.
Legacy	Legacy 600/650	Executivo	2001-presente	Aeronave de médio porte e alcance intercontinental, construída com base na plataforma do ERJ 135.
Phenom	Phenom 100/300	Executivo	2007-presente	Aeronave executiva de médio alcance.
Lineage	Lineage 1000	Executivo	2007-presente	Aeronave executiva de porte elevado, sendo uma variante do EMB 190.
KC 390	KC 390	Defesa	2015 (em desenvolvimento)	Aeronave de transporte militar tático e reabastecimento em voo, com tecnologia <i>fly-by-wire</i> em sua aviãoica, tendo capacidade de carregamento de 23 toneladas, inclusive veículos pesados. Projeto desenvolvido desde 2009.

Fonte: Embraer (2015a).



O AVIÃO AGRÍCOLA MAIS POPULAR DO BRASIL – O primeiro avião agrícola EMB 200 Ipanema, matrícula PP-ZIP, foi desenvolvido pelo IPD, pertencente ao então CTA. A aeronave seria aperfeiçoada pela Embraer para entrar em linha de produção. Em 31 de julho de 1970, realizou-se o seu primeiro voo de avaliação. Em 10 de outubro de 2002, apresentou-se o protótipo movido a álcool combustível, ideal para o mercado agrícola e com um menor gasto de manutenção, sendo certificado em 2004 pelo CTA. A escolha do álcool ocorreu pelo fato do Brasil ser um grande produtor de cana-de-açúcar, sendo que a utilização do combustível pela indústria automotiva desde finais da década de 1970 dinamizava os ganhos de aprendizado. Outro fator que contribuía era a especificação do custo do álcool, três vezes menor do que o da gasolina de aviação. Até o ano de 2005, foram mais de mil unidades vendidas, sendo a única aeronave produzida desde a criação da Embraer. De acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010), há uma preocupação mundial cada vez maior em relação às mudanças climáticas. Em 2006, o consumo de combustível aeronáutico respondeu por cerca de 11% da demanda energética mundial, contribuindo com 2% das emissões globais de gases efeito estufa. O setor aéreo de carga e de passageiros constituiu-se, portanto, no maior emissor de gases por grupo de transporte. A projeção de crescimento do segmento tende a expandir a demanda por combustíveis, o que eleva os níveis de atenção e estimula a inovação em fonte energética alternativa. Em 2014, a Embraer e a *Boeing* assinaram memorando de entendimento para implantar centro de P&D em biocombustíveis sustentáveis, com o objetivo de desenvolver tecnologias para o setor de aviação.

Fonte: Centro Histórico Embraer.

Em 1981, o Brasil firmou acordo com o governo italiano para desenvolver o caça de ataque e reconhecimento tático AMX, que seria construído como parte da *joint venture* entre a Embraer, a *Aermacchi* e a *Aeritalia*. Esse foi um modelo, segundo Franko-Jones (1987), em que o Estado assumiu papel-chave no apoio às atividades empresariais, por intermédio de parcerias público privadas, as quais capacitaram a Embraer na manufatura de alta tecnologia. Nesse projeto, a engenharia nacional teria amplo acesso a uma gama de técnicas e conhecimentos, como projeto auxiliado por computador, métodos de fabricação e integração *fly-by-wire*,<sup>15</sup> que seriam essenciais no desenvolvimento de futuras aeronaves da Embraer na década de 1990 em diante.

Três aviões fechariam o ciclo produtivo da Embraer como uma empresa estatal. O primeiro era o EMB 120 Brasília<sup>16</sup> (bimotor turboélice, pressurizado e com baixo nível de ruídos internos). O segundo seria o CBA 123 desenvolvido via parceria do governo brasileiro com o argentino. Por fim, o terceiro – ERJ 145 – seria uma versão a jato do Brasília, ampliado para acomodar 45 passageiros, mas com a tecnologia desenvolvida no CBA 123. O Brasília obteve sucesso de vendas no mercado, mas o CBA 123, por zelar pela qualidade dos insumos tecnológicos e pelo moderno *design*, mostrou-se um produto extremamente caro e, conseqüentemente, um fracasso financeiro. Deve-se mencionar que o projeto do CBA 123 envolveu a adoção de soluções, sistemas e equipamentos extremamente avançados para a época, e que não eram percebidos como valor pelo mercado. Alia-se a isso o não cumprimento de grande parte das contrapartidas argentinas do acordo de cooperação. Entretanto, o aprendizado auferido com o CBA 123 foi importante para a concepção das futuras gerações de aeronaves da Embraer, notadamente a família de aviões da *Embraer Regional Jet* (ERJ).

Na segunda metade da década de 1980, como observado por Frischtak (1994), apesar do esforço tecnológico realizado pela Embraer, não foi possível garantir rentabilidade naquele momento. Primeiro, porque a oferta de crédito se contraiu no mundo. Segundo, porque o aumento dos custos com desenvolvimento de aeronaves e a intensificação da concorrência no mercado da aviação regional forçaram uma reestruturação do segmento. Com isso, apesar de diversas parcerias e *joint ventures* feitas anteriormente, a indústria passaria a ter atores menos independentes, com empresas que competiriam via colaboração, por meio de compartilhamento de riscos e por mobilização de recursos comuns. O orçamento da Embraer foi drasticamente cortado em um ambiente macroeconômico desfavorável a recuperação

15. Tecnologia de controle das superfícies móveis (*aileron*, profundor e leme) de um avião por sistemas computacionais, os quais permitem reduzir o peso das aeronaves, diminuir a carga de trabalho para a tripulação, aumentar a velocidade de reação e melhorar a *performance* das manobras com ganhos de estabilidade.

16. Como mencionado por Silva (2005), o mercado entendia que esta aeronave seria o substituto do antigo e respeitado DC-3, o qual revolucionou a indústria da aviação na década de 1940. Segundo Frischtak (1994) e Rodengen (2009), o Brasília foi vendido a 29 empresas em 14 países e atingiu 24% da parcela de mercado na categoria de 21 a 40 passageiros, sendo produzido até o ano de 2001 e disponível sob encomenda até 2007.

dos investimentos, tanto públicos quanto privados. Esse cenário era especialmente desfavorável à Embraer, já que também a sua cultura e sua estrutura de gestão estatal mostraram-se incompatíveis com a flexibilidade e a rapidez de processos e decisões que a alta concorrência do mercado exigia. De 1985 a 1994, o país enfrentaria uma sucessão de problemas econômicos, tais como dívida externa e inflação elevada, o que aumentava as incertezas.

### ABERTURA DE MERCADO, PRIVATIZAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO

Para piorar, em 1990, o governo de Fernando Collor de Mello (primeiro presidente eleito pelo voto popular após o regime militar) faria revisão das políticas industriais protecionistas, reorientando-as no sentido de maior abertura de mercado e menor intervenção pública. Nesse sentido, decidiu-se acabar com o fundo de financiamento das exportações (Finex), que garantia capital de giro subsidiado para a produção de bens que levavam mais de 18 meses de fabricação. O ambiente de incertezas da Embraer era resultado da forte dependência das compras governamentais e dos contratos de defesa. Além disso, o fim da Guerra Fria proporcionou uma redução dos gastos militares no mundo e, em seguida, a Primeira Guerra do Golfo (1991) agravou a situação, com o aumento do preço do petróleo, o que atingiu de forma indireta o mercado de aviação civil. As dificuldades internas e externas contribuíram para acelerar o processo de privatização da Embraer.



**GESTÃO PRIVADA** – A privatização da Embraer em 1994 trouxe profunda transformação cultural, somando a tradição em inovar com a gestão empresarial dos negócios. Na fotografia e ao centro, Ozires Silva mostrou-se como principal interlocutor desse processo.

Fonte: Centro Histórico Embraer.

Pouco antes da privatização em 1994, a empresa reestruturou-se, focando o seu planejamento no desenvolvimento do programa ERJ 145, que estava parado por causa das dificuldades financeiras. Conforme Pinheiro e Giambiagi (1994), na prática, o principal objetivo do programa de privatização foi o de destacar o compromisso com reformas orientadas para o mercado. Em certo sentido, a privatização criou sua própria lógica, além de seus objetivos específicos. Em 1990, a Embraer tinha mais de 9 mil empregados, cerca de 47% a mais de funcionários, se comparado ao ano de privatização. A receita era de 417 milhões de dólares, com um patrimônio líquido negativo de 281 milhões de dólares. A participação acionária do governo estava em 93%. A saída para a crise foi criar parcerias inovadoras que envolvessem compartilhamento de risco. Desde a privatização, ao longo de pouco mais de duas décadas, a Embraer conseguiu organizar uma rede mundial de fornecedores e, paralelamente, conquistou credibilidade e reputação internacional. Para a produção do ERJ 145, devido ao reconhecimento do potencial do programa, a Embraer atraiu o investimento de diversas empresas de diferentes países com o fornecimento de estruturas e de equipamentos. Assim, foi possível captar recursos suficientes para a continuação do projeto.



REPOSICIONAMENTO DA EMBRAER NO MERCADO DE AVIAÇÃO REGIONAL – Em 1995, o presidente Fernando Henrique Cardoso batiza, após a privatização da companhia, o primeiro protótipo do ERJ 145, diante de centenas de empregados da Embraer e de especialistas do segmento.

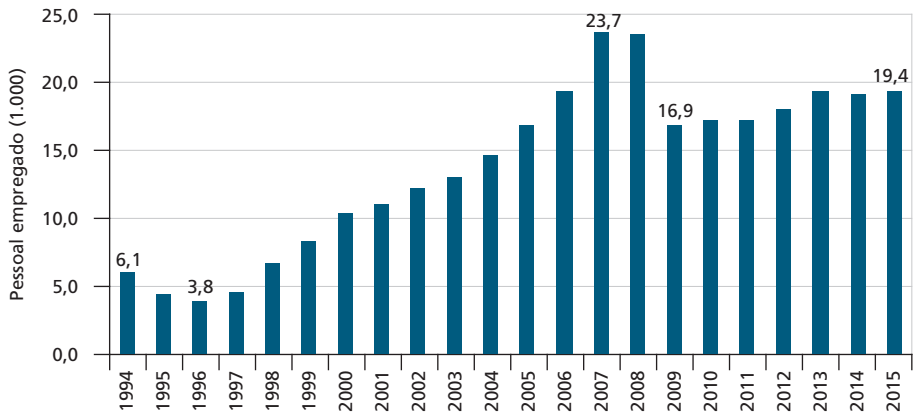
Fonte: Centro Histórico Embraer.

A Embraer foi privatizada em 1994, o que ocasionou forte transformação organizacional e cultural (Goldstein, 2002). Buscou-se adotar uma série de medidas, desde a redução de custos operacionais (como a diminuição de pessoal e o aumento da produtividade) até a diversificação da produção com soluções customizadas (tal

como a ampliação do portfólio que buscasse alternativas para atender demandas específicas de mercado, como, por exemplo, as economias de escopo geradas pelo uso da plataforma do ERJ 145 na fabricação dos modelos ERJ 135 e 140). Após a privatização, os primeiros anos seriam complicados em termos econômicos, ainda mais porque o mundo passaria por três crises cambiais e financeiras: a mexicana (1995), a asiática (1997) e a russa (1998).

Porém, como o ERJ 145 e as versões derivadas tinham boa aceitação e baixo custo de aquisição e manutenção, as vendas foram recuperadas e a Embraer voltou a obter lucros a partir de 1997, o que refletiu, por sua vez, na contratação de empregados (ver figura 9.1). O baixo custo de operação das aeronaves tinha papel fundamental, seja na esteira da desregulamentação do mercado norte-americano, seja no escopo das cláusulas trabalhistas entre os sindicatos dos pilotos de avião e das companhias de aviação naquele mercado. O emprego cresceu de 1996 até a crise financeira internacional de 2008, tendo uma queda já em 2010 e uma ligeira subida até 2015. Ao mesmo tempo, a rivalidade entre a Embraer e a Bombardier acirrar-se-ia no mercado da aviação regional.<sup>17</sup>

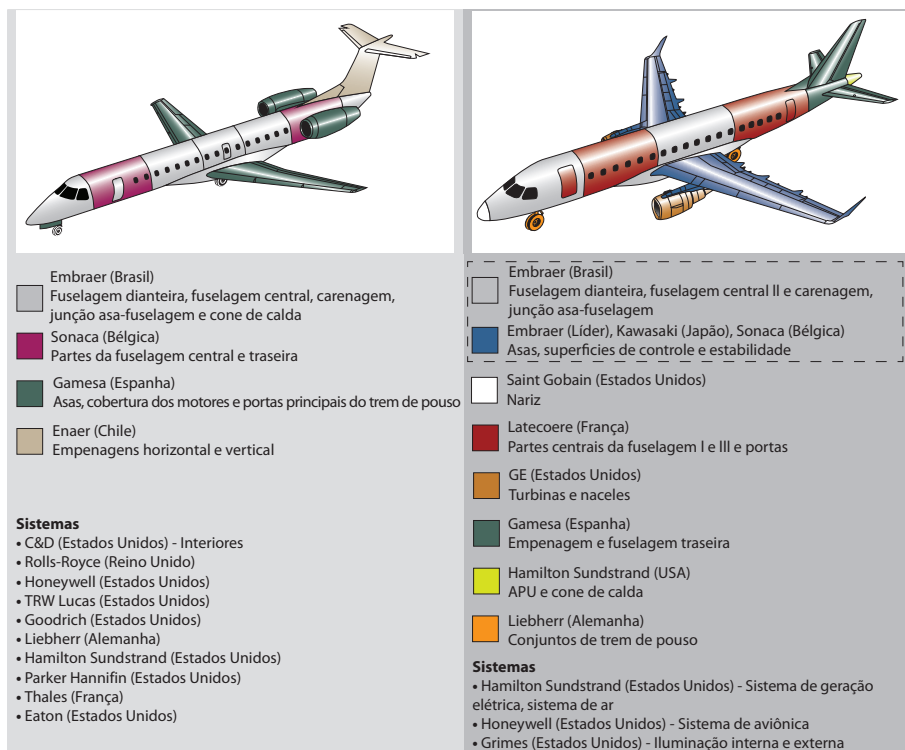
FIGURA 9.1  
Pessoal empregado na Embraer de 1994 a 2015  
(Em mil)



Fonte: Embraer (2015a) – vários relatórios anuais.

17. Em 1996, após a Embraer vencer a concorrência para fornecer 200 jatos à empresa americana *Continental Express*, a Bombardier encaminharia uma queixa à OMC com a alegação de que a empresa brasileira subsidiava suas exportações pelo Programa de Financiamento às Exportações (Proex). Como consequência, o governo brasileiro argumentou que a Bombardier era subsidiada por uma variedade de agências governamentais canadenses. Nesse caso, a OMC encontrou irregularidade em ambos os casos e solicitou ratificação dos respectivos programas de fomento. No ano de 2001, autoridades brasileiras apresentaram nova queixa à OMC, denunciando o financiamento das vendas pela Bombardier via instituições governamentais do Canadá. Nas duas oportunidades, nenhuma medida retaliatória foi imposta pelo Brasil e/ou pelo Canadá. Por causa destas questões, segundo Fonseca (2012), o BNDES viu-se obrigado a reverter sua forma de apoio à Embraer e a modificar os mecanismos de financiamento. Para uma avaliação detalhada da disputa entre o Brasil e o Canadá, veja Gabriel (2001).

FIGURA 9.2  
**Compartilhamento de risco da Embraer nos programas ERJ 145 e EMB 170/190**



Fonte: Adaptado de Goldstein (2002).

Com a recuperação, no ano de 1999, a companhia decidiu investir na próxima geração de jatos. A nova linha de aviões seria planejada para atender a demanda da aviação regional de rotas curtas e com elevado tráfego e movimentação de passageiros.<sup>18</sup> O aprendizado na gestão compartilhada de risco contribuiu para alavancar parceiros e recursos para o programa da aeronave EMB 170/190, que tinha como estratégia a redução de custos por meio do desenvolvimento de uma plataforma comum, na qual a maior parte das peças se ajustaria conforme a customização dos compradores. O que se buscava com o conceito da família 170/190 era o ajuste das necessidades de demanda sem alterações da estrutura técnica e de custos, com cada aeronave se apresentando como mais adequada aos requisitos específicos de cada operador. Pela figura 9.2, nota-se a importância das parcerias no processo produtivo. Além disso, ao comparar as experiências do

18. Existem diversos estudos que buscaram avaliar o adensamento da cadeia produtiva de aeronaves no Brasil, tendo a Embraer como a empresa líder. Para uma avaliação detalhada do setor, recomendam-se as leituras de Bernardes e Pinho (2002), Gomes (2012), CGEE (2014a) e ABDI (2014).

ERJ 145 e do EMB 170/190, o compartilhamento de risco aumentou entre um programa e o outro de 1995 a 2002, demonstrando a habilidade gerencial de se inserir em uma rede estratégica de conhecimento (Figueiredo, Silveira e Sbragia, 2008; Ferreira, 2010; Ferreira, Salermo e Lourenção, 2011; Ribeiro, 2012).



CONQUISTANDO O MERCADO INTERNACIONAL – Em 1999, a Embraer anunciou o lançamento de uma família de aeronaves (EMB 170, 175, 190 e 195) durante o *Paris Air Show*. No detalhe, é mostrado o primeiro voo do Embraer 190, que aconteceu em março de 2004.

Fonte: Centro Histórico Embraer.

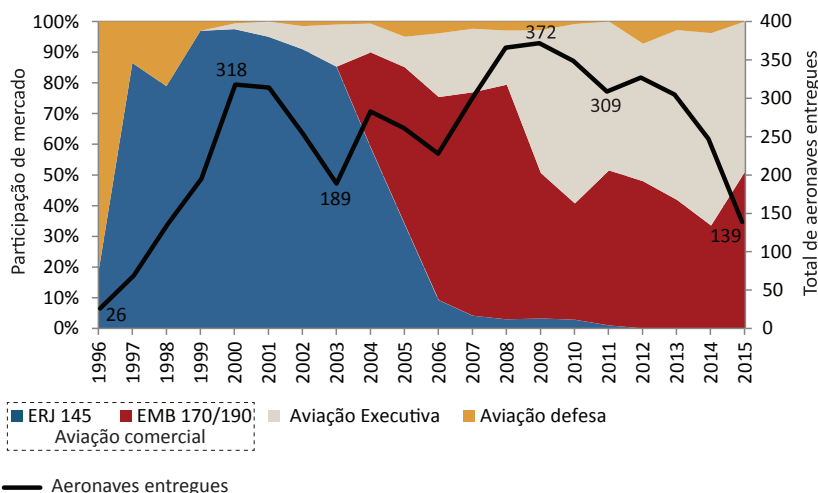
Comparada à década de 1990, a Embraer mostrava-se mais sólida e os seus investimentos estavam em curso, inclusive com sua presença no mercado da aviação executiva (seja no lançamento do Legacy, em 2001, ou mesmo dos jatos Phenom e Lineage, a partir de 2007). Pela figura 9.3, nota-se o crescimento da entrega de aeronaves a partir de 1996, com quedas, em 2001, relacionadas aos atentados terroristas nos Estados Unidos e, em 2008, à crise financeira internacional. Percebe-se que, até 2000, o segmento da aviação comercial era o principal mercado da Embraer, com certa margem no mercado de defesa, mas essa situação se alterou a partir do lançamento dos jatos executivos, em 2001. No ano de 2015, metade das entregas totais de aeronaves estava direcionada ao segmento da aviação executiva.

No final de 2002, a Embraer anunciou a *joint venture* com a empresa *China Aviation Corporation II* (AVIC II), no intuito de produzir aeronaves ERJ 145 e direcionar as vendas ao mercado chinês. No ano seguinte, a Embraer apresentava a primeira aeronave produzida pela *Harbin Embraer Aircraft Industry* (HEAI), fruto dessa sociedade e sediada na China. Em 2012, a parceria expandiu-se para a produção de aeronaves executivas, com a fabricação do Legacy e do Phenom.



Cabe observar que o programa de cooperação permitiu que a indústria de aviação chinesa aumentasse a sua capacidade de fabricação, respondendo às demandas do transporte aéreo local. Com maior capacidade produtiva e com transferência de conhecimento (o que não se esperava), as empresas chinesas passaram a competir diretamente com a Embraer. Aliado a esse fato, em 2016 e após 13 anos de cooperação, a queda nas vendas e o desaquecimento da economia asiática contribuíram para que a Embraer encerrasse a sua produção em território chinês.

**FIGURA 9.3**  
**Participação percentual de mercado das aviações comercial, executiva e de defesa e o total de aeronaves entregues pela Embraer de 1996 a 2015**



Fonte: Embraer (2015a) – vários relatórios anuais.

Em 2007, a Embraer divulgou o projeto de fabricação de um avião cargueiro militar KC 390, sendo formalizado no ano de 2009. Cerca de R\$ 800 milhões foram aprovados inicialmente pelo Congresso Nacional, de forma que os recursos seriam liberados pela FAB com a aprovação do governo executivo. Ao mesmo tempo, a FAB elaborou uma proposta inicial de contrato de compra de trinta unidades, o que girava em torno de R\$ 1,4 bilhão. O avião cargueiro seria produzido para substituir a frota de aviões Hércules C-130. Na época, a estimativa feita pela Embraer acerca do mercado potencial do segmento de transporte militar era de uma demanda mundial por 728 aviões cargueiros até 2025, um valor de mais de US\$ 50 bilhões de dólares. O projeto também contou com R\$ 4,5 bilhões do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e, após cinco anos de desenvolvimento, foram finalizados todos os modelos técnicos e simulações de voo.



MERCADO DE DEFESA – Em fevereiro de 2015, tem-se o primeiro voo do KC 390, avião militar de transporte tático que demandou conhecimento das mais avançadas tecnologias para a construção de aeronaves. O desenvolvimento tecnológico absorvido nesse empreendimento será capaz de reposicionar a Embraer no mercado de aeronaves pesadas no mundo.

Fonte: Centro Histórico Embraer.

O programa envolveu diferentes parceiros (Brasil, Argentina, Portugal e República Tcheca) e empresas líderes, o que garantiu intenções de compra da ordem de sessenta aeronaves e fornecimento de tecnologias integradas, sistemas eletrônicos e aviônica moderna. Em 2015, realizou-se o primeiro voo do cargueiro militar KC 390, voltado à aviação de defesa, mas que ampliou o domínio de tecnologias para a inserção da Embraer no mercado de aeronaves com maior capacidade de passageiros na aviação comercial. Se por um lado a parceria chinesa foi desastrosa em termos competitivos para a conquista do mercado asiático;

por outro, a capacidade de centralizar recursos e gerenciar projetos da envergadura do KC 390 abre a possibilidade de inserção em nichos até então explorados pelos grandes fabricantes mundiais (tais como a *Boeing* e a *Airbus*). De qualquer forma, o amadurecimento e domínio de tecnologias aplicadas ao KC 390 podem ter amplo espectro de aplicações tanto na aviação executiva, quanto na comercial, não sendo necessariamente direcionada para aeronaves de maior porte dentro da aviação comercial.

### DIMENSIONAMENTO TECNOLÓGICO E LIDERANÇA INTERNACIONAL

O dimensionamento tecnológico das aeronaves pode ser definido por padrões de especificação do produto final, os quais se dividem em questões técnicas de oferta e em características de demanda (Saviotti e Metcalfe, 1984). Conforme Frenken e Leydesdorff (2000), o *design* das aeronaves considera as interfaces entre as questões de oferta e de demanda. Em relação às características técnicas, relacionadas à oferta, tem-se a potência do motor (medida em quilowatt), a envergadura da asa (em metros) e o comprimento da fuselagem (também em metros). Quanto às especificidades de demanda, selecionam-se o peso de decolagem (quilogramas), a velocidade média de cruzeiro (quilômetros por hora) e o alcance de voo (quilômetros). Essas interfaces são representadas por custos de oportunidades entre características técnicas e especificidades de demanda. O desenvolvimento da escala de uma aeronave, como já mencionado por Sahal (1985), leva em consideração esses *trade-offs*, que estão associados a melhorar alguma questão técnica de oferta e prejudicar certa característica de demanda, ou vice e versa.

Portanto, o desenvolvimento de uma aeronave precisa diagnosticar as inter-relações na concepção do produto. A decisão técnica da escolha do tipo de motor (turboélice ou jato) considera a variável de demanda de consumo de combustível, que é normalmente mais elevada no avião a jato do que no turboélice. A solução de projeto de asas enflechadas busca justamente amenizar os efeitos de “arrasto de onda” ocasionados pela alta velocidade de voo (regimes de voo a partir do alto subsônico), permitindo redução da tração requerida pelo motor e também redução no consumo de combustível. A alternativa de atender aeroportos com pistas mais curtas influencia no tipo de aeronave a ser utilizada. Aeronaves com menor comprimento, que possuem asas retas, conseguem maior sustentação de voo a velocidades mais baixas e, portanto, aviões turboélices adaptam-se melhor em ambientes com infraestrutura menor, o caso dos centros urbanos de médio porte. Quanto maior for a altitude alcançada por uma aeronave, a pressurização do sistema é um pré-requisito, sendo, inclusive, item de certificação. Voos em altitudes mais elevadas demandam uma menor quantidade de combustível para os mesmos padrões técnicos de uma mesma aeronave. O alcance de voo depende do mercado a ser atendido (regional ou

continental), o que influencia os padrões técnicos da aeronave. Em rotas aéreas mais extensas, o custo de operar com aviões maiores pode ser compensado com a obtenção de um custo por assento e por quilômetro voado menor, já que estes são aviões que voam mais alto e consomem menos combustível relativamente. Enfim, fica claro que, dependendo do tipo de demanda do mercado, o projeto de desenvolvimento limita-se diante de um conjunto de tecnologias existentes.

De forma geral, o projeto de uma aeronave é composto por três etapas, que são cumpridas mais ou menos da mesma forma pela maioria dos grandes fabricantes: *i*) conceitual (análise de requisitos, avaliação de múltiplos “projetos candidatos”, análises de alto nível, estudos paramétricos e congelamento geral da configuração); *ii*) preliminar (refinamentos e desenvolvimento de banco de dados aerodinâmicos); e *iii*) de detalhamento e descrição (fabricação de componentes, construção dos protótipos, testes de sistemas, ensaio em voo e no solo). O desenvolvimento do projeto costuma durar de 5 a 7 anos. Normalmente, surgem potenciais clientes nessa fase, podendo transformar-se em clientes de lançamento, ou “*launch customers*”, os quais podem influenciar na concepção do equipamento por parte do fabricante. Contudo, o ciclo de vida do produto depende da sua aplicação. No caso de uma aeronave de transporte civil, o período pode variar de 30 a 40 anos. É, portanto, um período bastante longo e que envolve relativa incerteza e alto risco produtivo.

De acordo com a figura 9.4, a trajetória tecnológica seguida pela Embraer da década de 1970 à de 2000 passa por compreender as interfaces existentes, de modo a maximizar o potencial de mercado das aeronaves. Resende (2004) avaliou a mudança evolutiva das técnicas de projeto empregadas pela Embraer, que foram essenciais para modelar a aerodinâmica e o formato das asas, do Bandeirante aos jatos mais modernos. No campo experimental, técnicas avançadas de testes (como a utilização do túnel de vento) foram progressivamente empregadas para combinar a complexidade cada vez mais intensa dos métodos computacionais ao desempenho dos aviões pelas alterações no *design*.

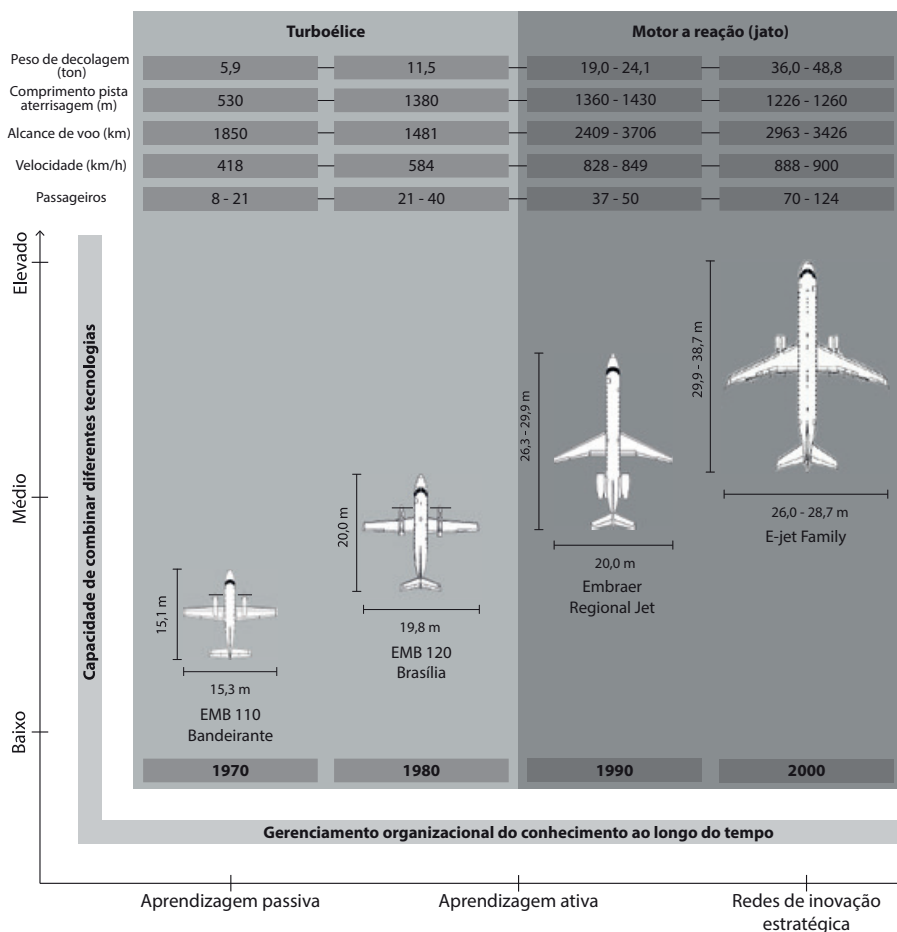
Com o passar do tempo, os aviões seguiram uma trajetória de aumento de escala. A Embraer soube aproveitar-se do nicho de mercado, como foi o caso dos turboélices, justamente em um período no qual os concorrentes diretos<sup>19</sup> eram ineficientes ou investiam em aviões a jato, enquanto o mercado demandava aeronaves mais econômicas. Ademais, a habilidade gerencial de se inserir em redes de inovação estratégica aumentou significativamente com a produção com compartilhamento de risco, o que também elevou a capacidade de combinar diferentes tipos de tecnologias. No caso de aeronaves civis, embora os jatos com asas enflechadas tenham tornado-se a solução tecnológica dominante, o mercado existia para aviões turboélices com

---

19. Como já comentado anteriormente, os concorrentes aqui – *Boeing* e *Airbus* – não eram diretos. Entretanto, havia concorrentes que fabricavam aeronaves turboélices, vide *Dornier* (empresa alemã) nos anos 1990.

asas retas nas operações de linhas aéreas de curto alcance e com menor exigência de infraestrutura. Assim, o desenvolvimento tecnológico dentro de um paradigma deve chegar a um fim em algum ponto no tempo; no entanto, dependendo da conjuntura econômica, um determinado paradigma pode ser mais ajustado do que outro, que se propõe mais moderno. Essa expectativa justifica a ideia de que paradigmas tecnológicos exibem ciclos de vida associados ao contexto histórico (Dosi, 1982; 1984; 1988).

FIGURA 9.4  
**Progressão tecnológica da produção de aeronaves da Embraer da década de 1970 até a de 2000**



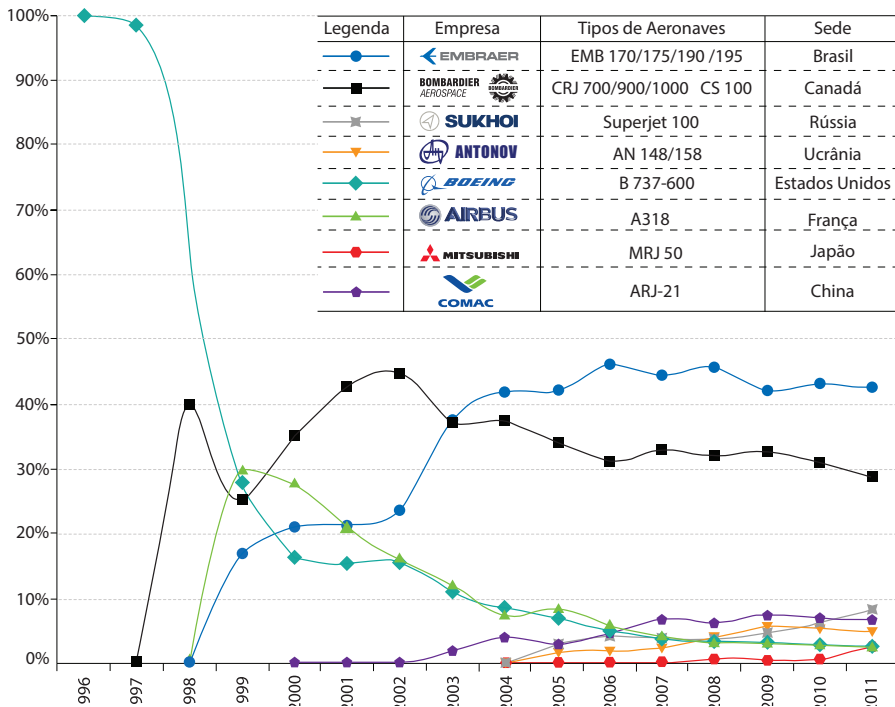
Elaboração dos autores.

Ao analisar a evolução da Embraer desde sua fundação, em 1969, a década de 1970 serviu como período de adaptação para se inserir no mercado e, aos poucos,

incorporar aprendizado no processo produtivo, mesmo que de forma passiva, via fabricação por licença. A adoção de acordos de fabricação sob licença, nos casos da *Piper* e do *Xavante*, permitiu a aquisição de conhecimentos que transcendem a atividade de “projeto”, abordando métodos de produção em série, técnicas de manufatura, controle de conformidade, gestão da qualidade etc. Tudo isso também foi fundamental para o avanço da empresa como fabricante de aeronaves; porém, está longe da compreensão de um agente ativo na construção de um novo conhecimento. Na década de 1980, contudo, a produção das aeronaves se deu em um contexto de aprendizado ativo, juntamente com as certificações e as parcerias militares e governamentais. Na transição da década de 1980 para a de 1990, observou-se um período extremamente conturbado, que trouxe incertezas quanto ao futuro da companhia. Após a privatização, que era um pré-requisito desde a sua criação, tem-se a consolidação de uma moderna cultura gerencial favorável à expansão dos negócios. A sobrevivência se viabilizou no contexto da inovação gerencial, ao se estabelecerem redes estratégicas de difusão e compartilhamento de conhecimento.

FIGURA 9.5

**Parcela de mercado no segmento de aeronaves de 70 a 120 assentos**  
(Em %)



Nesse sentido, pela figura 9.5, a parcela de mercado da Embraer comparada aos seus principais concorrentes [*Bombardier* e novos entrantes, *Comac* (chinesa), *Sukhoi* (russa), *Antonov* (ucraniana) e *Mitsubishi* (japonesa)] manteve-se acima de 40% do mercado de aviação comercial. Com gestão privada, a Embraer tornou-se o terceiro maior fabricante de jatos comerciais, sendo líder no mercado de aeronaves com até 120 lugares. O objetivo traçado pelos engenheiros militares de fomentar a indústria nacional e de reduzir a dependência externa com as compras governamentais foi atingido. O sucesso do empreendimento necessitou independência em relação ao orçamento público e, nesse sentido, a privatização foi uma meta traçada desde o seu início.

Como visto ao longo de toda a exposição, a composição da produção alterou-se na última década, com aumento da produção de jatos executivos e com maior participação das compras governamentais, que estão relacionadas às demandas militares do mercado doméstico. Embora haja aporte financeiro público neste último projeto, é fato que a Embraer se tornou extremamente competitiva no cenário internacional, independentemente desses recursos, embora sejam importantes na modelagem dos acordos internacionais entre os governos dos países parceiros. Essa mudança na distribuição produtiva ocorreu sem que diminuísse o crescimento contínuo da produtividade, que marcou o sucesso da Embraer ao longo dos anos.

### DESENVOLVIMENTOS RECENTES NA ESTRATÉGIA DA EMBRAER

A mudança estrutural tem persistido nos anos recentes. A produção vem crescendo em duas áreas. De um lado, há um compromisso contínuo com a produção comercial, marcada pela próxima fabricação de segunda geração de aeronaves de maior porte, os casos do EMB 190 e do 195. Além da maior eficiência no consumo de combustível, essas aeronaves passam a competir pela primeira vez com o *Boeing 737* e o *Airbus 320*. Ansiosa por entrar no mercado, a Embraer classifica-se como terceiro maior produtor, logo atrás dos gigantes da indústria internacional. Foram realizadas 267 vendas para os Estados Unidos e para a Europa, bem como para a China, com mais de 373 opções de compras. Esse futuro promissor permite à empresa iniciar a recuperação após a crise, quando a queda produtiva se traduziu em menor rentabilidade.

Além disso, de outro lado, tem-se o crescimento das vendas de jatos executivos de menor escala, que foi capaz de capturar parcela do consumo doméstico, bem como conquistar novos mercados. Essa estratégia traduziu-se em uma tentativa bem-sucedida de diversificação do portfólio de produtos. Novamente, como aconteceu com a linha de produção dos jatos comerciais, o compromisso com a mudança de tamanho tem sido característica delineadora. O *Legacy 1000*, um novo produto, será ofertado a uma variedade de modelos, mais uma vez com a busca de maior eficiência quando comparado aos seus concorrentes diretos.

Em ambas as áreas (aeronaves de maior e menor porte), o BNDES tem desempenhado papel importante no financiamento das vendas, permitindo assim a competição com as empresas americanas, europeias e canadenses. O apoio à comercialização das aeronaves em condições de financiamento compatíveis com as oferecidas pelas empresas concorrentes foi decisivo para a Embraer competir no cenário internacional e assegurar parcela significativa de mercado.

Desde a privatização, conforme Fonseca (2012), o aporte financeiro ocorreu de diversas formas: *i*) financiamento de 30%, em 1995, do desenvolvimento do ERJ 145 (Bragança, 2007); *ii*) compra no valor de R\$ 149 milhões de debêntures conjugadas com bônus de subscrição (em parte convertidas em ações na abertura de capital na bolsa de valores, condição prévia para o investimento); *iii*) apoio à P&D de novos produtos e processos de produção; *iv*) apoio comercial com linhas de financiamento à exportação; e *v*) apoio às vendas no mercado interno para jatos comerciais e da aviação executiva.

De 1999 a 2006, Fonseca (2012) mostra que, em termos da receita operacional líquida, o BNDES financiou 50% das aeronaves vendidas. Em 2007, esse percentual aproximou-se de zero, mas voltou a crescer, atingindo 34%, em 2010. Grande parte da crescente carteira do BNDES nos últimos anos tem na retaguarda as movimentações no comércio internacional proporcionadas pelo dinamismo da Embraer. Na ausência de políticas de financiamento, a superação da concorrência internacional teria sido mais complicada.

Mesmo assim, a relação com a área de defesa tem mostrado-se próspera. As receitas aumentaram rapidamente nesse segmento. Em 2010, uma divisão da Embraer foi criada para lidar com as necessidades militares, e três flancos foram abertos. O primeiro é o desenvolvimento do KC 390, no intuito de recuperar as exportações e as vendas internas de aeronaves militares, embora a implementação da produção tenha sido mais lenta do que o previsto. Com empregabilidade tática militar, essa aeronave poderá combater incêndios florestais, uma demanda nacional. Além do uso doméstico planejado de 32 aviões pela FAB, existem compromissos explícitos para exportação, especialmente para os países envolvidos ativamente do processo produtivo. Recentemente, a Embraer e a *Boeing* (empresa parceira no fornecimento de tecnologias e diversos equipamentos) decidiram avançar em uma estratégia conjunta de *marketing* e manutenção capaz de atender a um público maior.

O segundo é a parceria estabelecida entre a Embraer e a *Saab* (empresa sueca de defesa e segurança aeroespacial) na produção de jatos militares avançados. Os suecos ganharam a concorrência em relação aos Estados Unidos e à França. Como parte do acordo, ficou acertado o compromisso de financiamento por 25 anos a uma taxa favorável de 2,19% ao ano. A entrega de 36 aviões Gripen



ocorrerá durante o período de 2018 a 2024, quando os novos modelos da variedade E/F estarão disponíveis. O Brasil pretende alugar uma versão mais antiga para a formação de pilotos, antes mesmo que as versões E/F estejam disponibilizadas. A participação brasileira na fabricação real será significativa. Haverá grande dependência de importações da Suécia, mas se espera que um papel crescente na articulação do projeto seja concedido à Embraer, como aconteceu anteriormente na experiência do projeto AMX na década de 1980, ou mesmo na concepção das redes de compartilhamento de risco na produção dos jatos comerciais nos anos 1990. Isso, sem dúvida, ampliará o retorno interno e, na mesma direção, conduzirá a uma expansão da produtividade.

O terceiro flanco é a participação brasileira juntamente com o governo francês, a partir da Guiana Francesa, no lançamento de satélite, que terá como base o míssil Ariadne 5. Este projeto, previsto para 2016, foi adiado. Originalmente, com a intenção de se realizar em 2013, a recessão econômica que se seguiu restringiu os gastos públicos. O compromisso, como parte da estratégia competitiva da Embraer, foi motivado por uma associação mais estreita com a França, e com o objetivo de obter acesso a novas tecnologias.

Desde a privatização, a Embraer tem sido uma empresa rentável. Além disso, foi pioneira em assegurar a sua competitividade, consistente com a introdução de avanços tecnológicos em todo o mundo. É a quinta maior empresa exportadora do Brasil, e também um grande importador de uma variedade de países. Em relação ao saldo comercial, houve equilíbrio favorável, no valor de quase US\$ 3 bilhões de dólares no ano de 2015.

Sindicatos querem impor o velho modelo de substituição de importações sobre a companhia, insistindo que seus recursos são provenientes de fontes nacionais. Esse comportamento diminuiria a capacidade da empresa em dinamizar sua respectiva vantagem comparativa e, assim, atingir o avanço regular na redução de custos. Tal como acontece nos casos de sucesso da Petrobras e da Embrapa, há contínua participação do governo, a ponto de se ter “poder de veto”, no primeiro caso, e participação direta do Ministério da Agricultura no segundo. Não obstante, tais exemplos basearam-se na construção institucional por um foco na pesquisa, no avanço da produtividade e na ênfase da competitividade global. Esse é um modelo que demonstrou ser capaz e efetivo.



## **DIGRESSÕES QUE EXTRAPOLAM A SAGA DA AGRICULTURA TROPICAL NO BRASIL**

O livro procurou demonstrar que políticas de inovação bem definidas, que aproveitem o conhecimento já disponível e busquem adaptá-lo a realidades específicas, têm sim o poder de promover mudanças estruturais. Por meio do exemplo da agricultura no Brasil, buscou-se ilustrar o papel de liderança exercido pela Embrapa nas transformações institucionais e tecnológicas. Dotado de dinâmica própria, o setor agropecuário brasileiro está longe de ser um setor passivo ao progresso tecnológico, a reboque de avanços advindos da indústria ou dependente de decisões governamentais.

A mudança tecnológica que ocorreu nas cadeias produtivas do agronegócio propiciou a diminuição de seu custo e o aumento de sua eficiência, benefícios esses que, como demonstrado, foram transferidos à sociedade. Ao se pensar no desenvolvimento econômico, não cabe, portanto, contrapor o progresso da agricultura ao da indústria. Ao contrário, esses dois setores são cada vez mais integrados. Em vez de taxar a agricultura em detrimento da indústria, o que pode em última instância determinar um equilíbrio subótimo, que prejudica o crescimento multissetorial, deve-se potencializar o setor agrícola dinâmico, o qual é capaz de multiplicar os efeitos de transbordamentos. Além do caso da Embrapa, estudamos duas outras experiências em políticas de inovação, os casos da indústria de petróleo (Petrobras) e da manufatura de aeronaves (Embraer).

Este capítulo, embora conclusivo, não pretende exaurir o debate de inovação. Apresenta-se, inicialmente, uma breve reflexão sobre os principais desafios da macroeconomia brasileira, em seus aspectos conjunturais e estruturais. Com base no quadro político recente, ainda sujeito aos desdobramentos da operação *Lava Jato*, destaca-se a política econômica, na qual o equilíbrio fiscal e a reforma do sistema de Previdência Social são vistos como pontos fundamentais para conferir estabilidade e previsibilidade ao sistema econômico. Em seguida, procede-se a uma revisão da dinâmica das políticas de inovação e das mudanças tecnológicas, situando sua importância nos casos aqui estudados. Por fim, examinam-se convergências e particularidades das histórias dessas três empresas, questionando eventual possibilidade de servirem como modelos para o desenvolvimento da economia brasileira.

## DESAFIOS DA MACROECONOMIA BRASILEIRA

O Brasil terminou os Jogos Olímpicos de 2016 sem alcançar a meta estipulada pelo Comitê Olímpico Brasileiro (COB) de figurar entre os dez países melhores classificados. Porém, o resultado atingido foi o melhor da história brasileira, com a conquista de dezenove medalhas, sendo sete de ouro, seis de prata e seis de bronze.<sup>1</sup> Esse quadro garantiu ao Brasil o 13º lugar. Na verdade, o grande destaque coube à seleção brasileira de futebol masculino, que mal se recuperou do desastre da Copa do Mundo de 2014 e garantiu a conquista em cima dos alemães, obtendo o primeiro ouro na modalidade. Antes do início das atividades olímpicas, os maiores receios estiveram relacionados ao possível surto de Zika e à violência generalizada, problemas que não aconteceram. Os visitantes estrangeiros saíram com uma visão positiva do Brasil, e os brasileiros puderam orgulhar-se do seu papel como anfitriões. A confiança doméstica aumentou, o que paralelamente contribuiu para elevar o otimismo frente à recuperação econômica e política do país.

Parte dessa melhoria veio com o curso final do *impeachment* da presidente Dilma Rousseff no Senado Federal. Apesar dos esforços, os argumentos a favor de uma nova eleição obtiveram pouco apoio público, até mesmo por parte do núcleo governista, que esteve mais preocupado com o andamento das investigações da *Lava Jato*. As evidências de enriquecimento de líderes políticos e o envolvimento direto do PT no esquema foram suficientes para reduzir qualquer reação política de mudança.

Com o impedimento presidencial do governo Dilma, Michel Temer tornou-se formalmente presidente do Brasil até o final de 2018. Além do ambiente político conturbado, a situação continuou instável. A confissão da Odebrecht envolveu um número muito grande de políticos como beneficiários do esquema. Não menos importante, três membros do gabinete inicial de Temer renunciaram nos primeiros meses. Ironicamente, um desses membros foi o senador Romero Jucá, que votou a favor do *impeachment* de Dilma.

Desde o início, o novo governo definiu as suas principais áreas de interesse. O foco foi exclusivamente econômico, o que não surpreendeu. O indicativo dessa posição foi a definição do lugar central da economia, que coube ao ministro da Fazenda, Henrique de Campos Meirelles. O núcleo ministerial da economia apresentou o real tamanho dos déficits fiscais previstos, bem como de que maneira a política econômica e fiscal responderia aos desafios. Os déficits primários permaneceram e,

---

1. Maior aporte de recursos financeiros no esporte não implicou, no caso brasileiro, maior resultado esportivo, como de fato aconteceu em países que sediaram as olimpíadas. Em termos de proporção de medalhas obtidas pelos países-sede em relação ao total, em um comparativo de 1984 a 2016, o Brasil obteve uma evolução modesta. De acordo com Guimarães (2016), levando-se em consideração o cálculo do investimento por medalha, os objetivos propostos pelo Comitê Olímpico Brasileiro (COB) e pelo Ministério dos Esportes, bem como pelo banimento de grande parte da delegação russa por *doping* (país que figuraria bem classificado no quadro de medalhas), o desempenho brasileiro não foi eficiente e nem mesmo efetivo.

em conjunto com as altas taxas de juros reais, implicaram uma elevação da taxa da dívida na renda para os próximos anos. O Banco Central esteve incapaz de responder à redução das taxas de juros, apesar dos índices elevados e crescentes de desemprego, devido ao domínio do problema fiscal.

Dado o período de tempo necessário para aprovar a legislação, ainda mais para emendas constitucionais, o governo lidou inicialmente com o endividamento do Estado. A resposta do Congresso foi relativamente rápida, permitindo que os estados federativos pudessem alongar as suas dívidas com a União. O receio em protelar esse ajuste era o medo da justiça conceder liminares aos estados em saldar suas dívidas por meio de juros simples, o que reduziria o montante devido à União. Assim, o governo defendeu que o pagamento fosse feito por juros compostos, ou pelo uso da taxa básica de juros capitalizada. As unidades federativas pegaram empréstimos no exterior entre 2012 e 2014, quando os fundos estavam mais atrativos. Com a chegada do processo de liquidação dessas dívidas e com os gastos públicos mais elevados (salários dos servidores e despesas correntes), além do baixo investimento prometido, as dívidas excederam a capacidade de solvência dos estados, ainda mais com o Rio de Janeiro, que lidava com os dispêndios fixos dos Jogos Olímpicos.

O foco imediato sobre o enfraquecimento fiscal do Estado era politicamente sensível à pressão governamental do Congresso. Isso foi evidente na disposição que permitiu os estados em alterar a alocação relativa dos gastos, mesmo aceitando um limite nominal. Segundo o governo Temer, não haveria razões políticas para exigir do Congresso a aceitação de tais medidas em um ano de eleições municipais. Então, as questões políticas buscavam reverter o declínio econômico, embora estas estivessem em um ambiente pouco controlado pelas ações técnicas. Para alguns analistas, tanto o problema da economia brasileira quanto a potencial solução dependeriam essencialmente de um acerto político, em vez de econômico.

A necessidade de limitar os déficits fiscais e de frear a expansão da dívida do Estado seria fundamental. O desajuste fiscal foi o produto dos últimos anos, quando as despesas consistentemente superaram as receitas. O *boom* das *commodities* encobriu este resultado, ainda mais com uma economia em expansão por meio dos termos de troca favoráveis e do maior consumo privado e público. Por meio da queda dos preços das exportações, a partir do início de 2011, o Brasil, assim como outros exportadores de *commodities*, enfrentou uma escolha. O governo Dilma havia proclamado uma nova matriz econômica, com conseqüências contrárias à economia e ao próprio futuro político.

Em resposta, foi criado o projeto de emenda constitucional destinado a limitar o crescimento do gasto público à inflação do ano anterior. O objetivo principal dessa medida seria o de estabilizar e reduzir a dívida pública em relação ao PIB, tendo como benefício o ganho de confiança na economia e o aumento do

consumo e do emprego. Com a transformação das expectativas em um ambiente macroeconômico mais positivo e com o crescimento do PIB finalmente projetado para ocorrer nos próximos anos, a taxa da dívida bruta em relação ao PIB, que tem visto forte progressão, poderá enfim estabilizar a um percentual de 80% ou até mais. Essa proporção seria quase o dobro do nível quando Dilma tomou posse em 2014. Essa legislação, juntamente com a aplicação da Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), tornou-se central na agenda de Meirelles para aumentar a taxa de crescimento.

Existem duas dificuldades. A primeira é a tendência a se desviar dos limites anteriormente anunciados para satisfazer os líderes do Congresso e governadores de estado. Muitos recursos adicionais serão gastos em aumentos salariais concedidos ao judiciário do Estado, na redução que possa equalizar a dívida ao longo de um período prolongado, bem como nos outros subsídios que limitam a contenção. Isso se traduz em déficits primários ao longo de um período mais longo do que o inicialmente indicado, e uma necessidade imediata de aumentar impostos federais por cerca de R\$ 50 bilhões.

Em segundo lugar, um limite mais restrito sobre o crescimento nominal do governo significa que não haverá espaço posterior para satisfazer uma variedade de gastos sociais imposta pela Constituição e pela legislação. Cálculos em relação ao orçamento sugerem flexibilidade limitada, talvez tão pouco quanto 5% do total. O método histórico de lidar com isso foi, portanto, a criação de mais impostos. O Brasil sofreu com o aumento sem precedentes dos gastos públicos em relação ao PIB nas últimas décadas. Em 2016, esse percentual alcançou valor de 37%, excluindo as empresas estatais como a Petrobras, a Eletrobras e outras companhias públicas. Essa expansão dos gastos vem financiando o aumento de pessoal, sem, no entanto, estimular o investimento privado. As parcerias público-privadas seriam uma solução proposta para atrair compromisso privado, mas raramente conseguiram satisfazer as necessidades previstas.

As reduções das taxas de juros reais, como em 2012 e 2013, não funcionaram para ampliar o investimento privado, que foi represado como consequência do congelamento de preços do setor público e dos déficits orçamentários escondidos da consciência popular. A taxa de câmbio manteve-se sobrevalorizada, enquanto as importações foram financiadas por capitais estrangeiros, situação que levou a uma redução acentuada do setor manufatureiro e industrial. Então, o que acontecerá?

Meirelles optou pela revisão no sistema de seguridade social, procurando reduzir o grande déficit público envolvido. Sem uma ampla reforma da previdência, o gasto público teria pouco grau de liberdade, e o ajuste econômico ficaria prejudicado. Por essa razão, o Ministério da Fazenda fundiu-se com o Ministério da Previdência Social, em uma modesta reestruturação realizada pelo governo Temer. De qualquer forma,

o crescimento do desemprego para níveis de dois dígitos tem reduzido as contribuições previdenciárias, justamente quando o número de indivíduos elegíveis à aposentadoria aumenta como resultado das alterações demográficas do passado. A consequência é um déficit crescente, que cria uma necessidade constante de recursos apenas quando o sistema fiscal estiver sob pressão.

O Brasil alterou fundamentalmente o sistema de seguridade social três vezes antes do último quarto de século. Em 1999, a administração de Fernando Henrique Cardoso regulamentou as regras de modo a permitir a opção de maiores benefícios para o adiamento da aposentadoria. Em 2003, a gestão Lula ampliou o sistema para incluir empregados do setor público, mas essa mudança não foi regulamentada até 2013. Finalmente, em 2015, regras mais benéficas foram aprovadas pelo Congresso sob a condução do governo Dilma. Tais regras foram parcialmente vetadas, no intuito de restringir a sua aplicação imediata.

O país enfrenta um déficit crescente na mesma sintonia que amplia a proporção de aposentados em relação à classe trabalhadora. Mudar as regras para lidar com essa realidade inevitável é certamente necessário, como tem sido verdade para os países mais desenvolvidos, cuja população já está em declínio. Mesmo se fosse possível realizar essas mudanças, os efeitos diretos de curto prazo dos cortes seriam mínimos. O custo de oportunidade é a escolha em continuar mais para a conquista política do que para as consequências econômicas imediatas.

No curto prazo, distinguem-se dois grupos. Um que é mais cético quanto à capacidade de Temer em alcançar esses objetivos. Como resultado, para permitir o retorno a um superávit primário precoce com a adoção de uma política orientada para a exportação, os déficits orçamentários previstos devem cair lentamente, ao passo que as taxas de câmbio continuem apreciadas. O segundo compreende que o investimento estrangeiro deverá financiar as importações necessárias, com certo grau de desemprego que assegure o controle inflacionário e que permita, conseqüentemente, uma redução das taxas de juros reais.

A tabela 10.1 fornece uma avaliação de algumas das principais variáveis macroeconômicas projetadas nos cenários principais. Visualiza-se um crescimento econômico real mais lento, de déficit bruto crescente que se estabiliza posteriormente e de menos investimento com inflação mais elevada. Essas análises foram observadas no exterior, tanto nos relatórios do FMI e do Banco Mundial, bem como de bancos estrangeiros. A alternativa que se vislumbra traz um ambiente internacional mais positivo para 2017 e, principalmente, um clima mais favorável ao Brasil. Até mesmo o Ministério da Fazenda revisou para cima sua estimativa de crescimento para o próximo ano de 1,3% para 1,6%, sugerindo que não haverá aumento de impostos para satisfazer o déficit em conta primária. Porém, ainda é

muito cedo para qualquer avaliação assertiva. O fato é que reformas estruturantes serão necessárias para recolocar o país na rota do desenvolvimento.

TABELA 10.1

**Projeção das variáveis macroeconômicas da economia brasileira de 2013 a 2018**

Variáveis macroeconômicas	Santander						CitiBank					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Crescimento do PIB (%)	3,0	0,1	-3,8	-3,7	2,0	3,0	3,0	0,1	-3,8	-3,1	0,6	2,0
Inflação (%) [IPCA]	5,9	6,4	10,7	7,0	5,2	4,5	5,9	6,4	10,7	7,3	5,2	4,5
R\$/US\$	2,3	2,7	3,9	3,7	4,0	4,1	2,3	2,7	3,9	3,2	3,5	3,6
Selic (% ao ano)	10,0	11,8	14,3	12,8	10,0	8,5	10,0	11,8	14,3	13,8	11,3	10,0
Taxa média de desemprego	7,2	6,8	8,3	11,5	12,5	11,2	7,2	6,8	8,3	10,9	10,6	10,2
Conta-corrente (% PIB)	-3,0	-4,3	-3,3	-1,9	-2,0	-2,0	-3,0	-4,3	-3,3	-0,6	-1,0	-1,3
Resultado primário (% PIB)	1,8	-0,6	-1,9	-2,5	-2,3	-1,4	1,8	-0,6	-1,9	-2,9	-2,1	-0,9
Dívida pública bruta (% PIB)	51,7	57,2	66,2	74,4	79,5	81,7	51,7	57,2	66,5	75,1	80,4	82,7

Fonte: Santander, Projeções: 2016-2018; CitiBank, Brazil Economics View.

Essa obsessão com a macroeconomia de curto prazo deixa de fora alguns determinantes mais fundamentais da retomada ao crescimento econômico sustentado de longo prazo. Um desses determinantes é sem dúvida o baixo investimento doméstico, que caiu para algo como 16% nos últimos anos. O investimento direto estrangeiro pode ajudar, mas apenas de forma limitada. A redução no crescimento do consumo público da mesma forma contribui, contudo isso não é o suficiente. O consumo interno também terá de crescer mais lentamente no futuro do que no passado. Caso contrário, não será continuado o comportamento pró-cíclico e a economia voltará novamente a apresentar problemas.

Entretanto, o Brasil requer mais do que afluência de investimento para atingir o crescimento econômico. Isso se resume na evolução da produtividade normal que emana do progresso tecnológico e na maior participação das exportações no comércio internacional. Nos últimos anos, tanto a produtividade quanto a competitividade externa apresentaram-se negativas, ao passo que o crescimento sustentado dependerá de um melhor desempenho nesses quesitos.

É possível olhar para esta questão com foco sobre os agregados, como muitas análises e estudos o fazem. Nós escolhemos outro caminho. Nosso livro enfatiza como o desenvolvimento agrícola ao longo das últimas décadas tem ocorrido, e procura como mensurar e qualificar os principais determinantes do sucesso setorial. Além disso, consideramos brevemente os casos da Petrobras e da Embraer, que foram exemplos de realização semelhante. Em todos os três casos, os resultados positivos emanaram da evolução tecnológica e beneficiaram-se de uma política de investimento em capital humano, bem como de estratégias de abertura e inserção no mercado internacional.



### DINÂMICA DAS POLÍTICAS DE INOVAÇÃO

O enfoque teórico tentou analisar as interações entre as atividades de pesquisa e de inovação dos agentes produtivos e a evolução das estruturas de mercado, em casos bem-sucedidos da agricultura e da indústria nacional. A dinâmica dos exemplos brasileiros da agricultura e da indústria foi guiada por três mecanismos, sendo os dois primeiros de busca tecnológica (inovação e imitação) e o terceiro de seleção das tecnologias e dos processos. Esses mecanismos estão ligados à criação, transmissão e seleção da diversidade, conforme descrito a seguir.

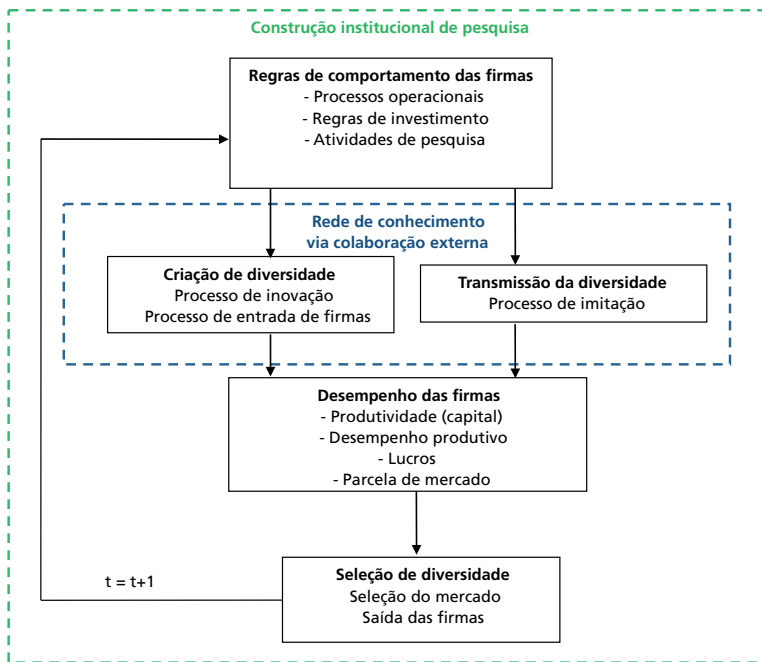
- 1) Criação de diversidade: este ponto está relacionado à variabilidade microeconômica dos agentes em um estado inicial (o qual pode ser alterado conforme o ambiente institucional construído) e ao processo de inovação propriamente dito;
- 2) Transmissão da diversidade: a difusão de novos conhecimentos está atrelada ao sistema nacional de inovações, que estimula o intercâmbio e a troca de informações, bem como interfere na habilidade dos agentes de imitar de forma bem-sucedida as inovações; e
- 3) Seleção da diversidade: as interações competitivas intensificam a geração de novos conhecimentos que podem aumentar a produtividade, ao mesmo tempo em que favorecem a organização da pesquisa colaborativa, fazendo com que as melhores técnicas e práticas sejam selecionadas pelo mercado, no qual os agentes mais dinâmicos sobrevivem e interagem em redes complexas.

Este esquema pode ser observado em estágios de suporte (ver figura 10.1):  
*i*) o ambiente institucional, que constitui a base da busca e da seleção tecnológica;  
*ii*) a dinâmica da atividade microeconômica, que define o fluxo das relações pelas regras de comportamento no intuito de criar e transmitir a diversidade;  
e *iii*) a partir da seleção de mercado, os agentes mais eficazes conseguem coordenar as redes colaborativas de pesquisa externa na competição tecnológica, definindo áreas-problema e programação dos investimentos.

A diversidade resulta de um processo de mudança tecnológica, que vai da imitação à inovação, passando pela seleção dos processos. A **imitação** envolve a transmissão da melhor tecnologia para todas as firmas. A **inovação** introduz a diversidade tecnológica. A **seleção** pura conduz à sobrevivência da firma mais dinâmica, caracterizada pela melhor tecnologia. Na agricultura, a imitação foi necessária para assimilar conhecimento gerado nas redes internacionais de pesquisa, enquanto a inovação teve papel de ampliar localmente o conhecimento. O mecanismo ajustado de competição abriu caminho para a seleção das tecnologias mais produtivas ao contexto específico.

FIGURA 10.1

## Base institucional da dinâmica dos mecanismos de busca e de seleção tecnológica



Elaboração dos autores.

As interações entre essas três forças conduzem, no longo prazo, a diversidade tecnológica persistente, que depende estritamente de um conjunto de agentes que extrapola a unidade de produção. Por esse motivo, a competição ocorre via colaboração de pesquisa na fronteira tecnológica internacional. Esse comportamento não foi distinto no caso da agricultura tropical brasileira, como também nos casos industriais da produção de petróleo em águas profundas e de aeronaves no mercado internacional.

Portanto, o estímulo da pesquisa colaborativa internacional depende da capacidade interna do país em absorver conhecimento. O investimento tem a função não apenas de gerar inovações, mas também de ampliar a capacidade de absorção de novos conhecimentos, os quais são gerados fora do domínio nacional. A Embrapa foi capaz de assimilar o conhecimento gerado pela revolução verde e aplicar no contexto local. A Petrobras constituiu uma extensa rede de pesquisa com fornecedores internacionais. A Embraer acumulou conhecimento, em um primeiro momento, devido à sua habilidade em copiar tecnologias já existentes, seja por contratos de licenciamento, seja por demandas governamentais; e, posteriormente, prosseguiu pela agilidade em coordenar parcerias estratégicas de risco. A capacidade

de absorção é uma fração do conhecimento de domínio público que o agente produtivo é capaz de assimilar e explorar. Quanto mais desenvolvido o setor ou região, maior a capacidade de empreender conhecimento interdisciplinar, o que estende o intercâmbio de parcerias e de estratégias de difusão em rede de pesquisa.

A tecnologia está relacionada ao regime tecnológico, que define os padrões inovativos em diferentes setores. As **oportunidades** tecnológicas estabelecem o potencial inovativo e crescem com os investimentos em pesquisa. O grau de proteção das inovações contra as imitações especifica a **apropriabilidade**, como, por exemplo, direitos de propriedade, segredos industriais e patentes. Quando não há transformação radical, o conhecimento é **cumulativo**, ou seja, as inovações evoluem em trajetórias de forma incremental. Em relação à **transmissão**, o conhecimento tecnológico pode ser específico ou tácito. O primeiro é facilmente transmitido, enquanto o segundo é característico do agente inovador.

No caso da agricultura, o regime tecnológico caracteriza-se por um padrão de inovação em processos, que demandam contínuo aprendizado nas propriedades agrícolas. São inovações radicais incorporadas nos processos, mas que não excluem inovações incrementais decorrentes do aprendizado. As transformações paradigmáticas são introduzidas por organizações que nunca inovaram, ao passo que o conhecimento incremental é inserido por agentes que constantemente inovam. O padrão inovativo comporta-se como sendo não concentrado, o que é um resultado da maior competição via entrada e saída de firmas. Na maioria dos casos, questão particular do setor agrícola, existe cooperação entre os vizinhos para testar e difundir a tecnologia. O maior fluxo competitivo proporciona uma maior instabilidade hierárquica dos produtores inovadores, mas que não gera maior utilização de mecanismos de apropriação tecnológica, já que os produtores competem por redução de custos e aumento simultâneo de produtividade.

QUADRO 10.1

**Regimes tecnológicos comparados entre a agricultura e a indústria (produção de petróleo e de aeronaves)**

Parâmetros	Regimes tecnológicos
Grau de complexidade do conhecimento	Agricultura < Indústria
Depreciação do conhecimento	Agricultura > Indústria
Efeito de transbordamento do conhecimento	Agricultura > Indústria
Grau de inovação	Agricultura < Indústria
Grau de imitação	Agricultura > Indústria
Nível de pesquisa pública	Elevado em ambos (Agricultura e Indústria)

Elaboração dos autores.

No caso da indústria do petróleo e de aeronaves, o regime é caracterizado por um padrão de acumulação criadora em que as inovações são introduzidas por firmas que já inovaram anteriormente. Ao contrário do exemplo anterior, tem como característica a concentração industrial, o que cria uma maior estabilidade hierárquica entre as firmas inovadoras e um menor uso de patentes, já que há elevado conteúdo tácito do conhecimento envolvido. Esse padrão, conseqüentemente, possui elevadas barreiras à entrada, característica de mercados oligopolizados. O quadro 10.1 faz um comparativo dos regimes tecnológicos estudados da agricultura e da indústria para diferentes parâmetros inovativos.

QUADRO 10.2

**Políticas de inovação tecnológica**

	Tipos e objetivos	Escopo	Aplicações
<b>Políticas tecnológicas</b>	<b>Políticas de fomento à pesquisa</b> (Visa aumentar os investimentos em P&D das firmas)	Ajuda financeira	Melhorar a eficiência de inovação, reduzindo o custo de inovar. Como exemplo, há os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, que, do ponto de vista técnico, são alternativas econômicas e ambientais viáveis. Todavia, são sistemas complexos, que exigem interação de várias áreas do conhecimento. O pagamento de serviços ambientais com recursos públicos e privados é um importante estímulo aos investimentos para a adoção desses sistemas.
		Patentes	Apropriação e difusão dependem do processo de inovação e seu caráter cumulativo. As indústrias de sementes, de petróleo e de aeronaves recorrem bastante aos direitos de propriedades. O acordo TRIPS e a Lei de Proteção de Cultivares são exemplos de regras que definem essas questões.
	<b>Políticas de inovação</b> (Visa aumentar a capacidade de inovação das firmas)	Pesquisa pública	Setores baseados em ciência básica. Mencionam-se os vários centros de pesquisa da Embrapa, o Cenes da Petrobras e o ITA, instituições que ampliam o conhecimento em campos mais gerais da ciência de forma a promover as inovações em áreas problemáticas. Conjuntamente, as universidades e institutos estaduais de pesquisa desempenham importante papel.
		Transferência tecnológica	Depende do P&D interno e da capacidade de absorção das firmas. As parcerias de risco da Embrapa foram decisivas na estratégia inovativa da companhia a partir da década de 1990.
		Fomento à cooperação em P&D	Articulação em redes de pesquisa colaborativa.
	<b>Políticas competitivas</b> (Visa estimular o desenvolvimento tecnológico pelas firmas)	Concorrência	Sustentar a inércia de competição pela busca inovativa sem deixar que o mercado se torne monopolista. O programa de exportação voltado a atender a Embrapa é um exemplo de política que amplia a competitividade internacional. Contudo, é preciso perceber que a intervenção demasiada pode interferir negativamente, desestimulando as inovações. A manutenção dos preços baixos da gasolina foi uma medida que prejudicou o setor sucroenergético brasileiro.
		Seleção tecnológica	Escolha de trajetórias tecnológicas e padrões cumulativos – regulação em diferentes níveis, que podem ser sinalizadas internamente ou por demanda internacional. É o caso das certificações e adoção de padrões tecnológicos em setores específicos.

Elaboração dos autores.

Por fim, o quadro 10.2 apresenta uma taxonomia de políticas de inovação tecnológica, que foram utilizadas em diferentes momentos do tempo nos exemplos estudados. As políticas tecnológicas são subdivididas em três eixos: *i*) políticas de fomento à pesquisa; *ii*) políticas de inovação; e *iii*) políticas competitivas. O primeiro visa ampliar o investimento em P&D interno das unidades produtivas. O segundo direciona-se a ampliar a capacidade de inovação e absorção dos agentes. O terceiro procura fomentar o desenvolvimento tecnológico por meio da competição de mercado. Vale observar que a intervenção ocorre por via da regulação, em detrimento da produção.

### CASOS SETORIAIS DE AVANÇO DA PRODUTIVIDADE SUSTENTADA

A agricultura foi o pilar central de toda a discussão. O capítulo 2 forneceu o embasamento teórico do avanço impressionante da produtividade agrícola desde os anos 1950. Para alguns leitores, o conteúdo pode ser um desafio; para outros, o texto traz uma abordagem muito didática. A intenção é fornecer um apanhado completo das contribuições acumuladas de estudiosos que procuraram compreender melhor as fontes de variação da produtividade na agricultura, e também na indústria.

O capítulo 3 concentrou a análise na evolução histórica da inovação dentro do setor agrícola desde a década de 1970. A diversidade regional é o cerne deste processo, à medida que novas áreas de terra foram incorporadas à produção e alteraram a composição do produto. As regiões Norte e Nordeste perderam para a reestruturação que aconteceu no Sul e na colonização do Centro-Oeste. No cerne da questão, a baixa capacidade de absorção tecnológica, associada a uma desvantagem no sistema educacional e institucional promotor de inovações, foi o que prejudicou as regiões mais atrasadas, incapazes de acompanhar o rápido desenvolvimento ocorrido no Sul e, recentemente, na marcha brasileira para o oeste.

O capítulo 4 abordou o foco da continuidade do avanço tecnológico na agricultura. Embora o sistema de pesquisa tenha iniciado anteriormente, a Embrapa introduziu um novo fator institucional no setor agrícola. A capacidade de pesquisa interna desenvolveu técnicas apropriadas para o Brasil e estimulou a criação de universidades dedicadas à agricultura. Dois fatores devem ser observados. Um deles foi a abertura à informação internacional sobre a revolução verde, e sua propagação. O outro foi a presença da Embrapa dentro do próprio Ministério da Agricultura, fornecendo base necessária para a continuidade da disseminação dos resultados da pesquisa. O combate ao iminente problema de desabastecimento tornou-se uma política de Estado com foco nos resultados de longo prazo por meio de uma forte inovação institucional.

O capítulo 5 discutiu a evolução da economia em geral como contexto relevante para o sucesso crescente do setor agrícola. A variabilidade cíclica do crescimento e

da inflação influenciou a demanda por alimentos, bem como a produção agrícola. Assim, intervenções políticas destinadas a sustentar a produção agrícola evitaram a escassez e impediram a inflação. Estas raramente interferiram na contração do avanço da produtividade desse setor. Com uma maior participação da agricultura nas exportações e com a diminuição da importância do processo substitutivo de importações que beneficiava a indústria nacional, tem-se a emergência de um setor agrícola modernizado e eficiente.

O capítulo 6 avaliou o desempenho do comércio no mercado internacional. O *boom* das *commodities* na primeira década do século 21 refletiu a importância do aumento da demanda, abrindo espaço para o crescimento das exportações. A comparação da década de 1990 com o que veio posteriormente pontuou os problemas que emergiram com o crescimento das exportações agrícolas e da renda. A produtividade cresceu menos rapidamente, em parte em razão das limitações mais graves de atrasos em investimentos de infraestrutura, e menos por consequência dos ganhos impressionantes acumulados desde o surgimento das exportações de soja anteriores ao ano 2000.

O capítulo 7 retomou o tema da heterogeneidade da agricultura brasileira, focando principalmente nos desafios da produção de menor escala. Parte do setor conseguiu avanço impressionante, mas a agricultura de menor porte, particularmente no Norte e no Nordeste, não o fez. A causa dessa ineficiência continuada ocorreu pela limitada assistência técnica, que se agravou por atrasos de antecedência educacional. Parte dessa desigualdade no setor rural é compensada pela concentração regional das políticas assistencialistas, tais como o programa Bolsa Família e a aposentadoria rural. Ao longo do tempo, no entanto, custos mais elevados, inevitavelmente, resultarão em uma força de trabalho agrícola declinante e em uma migração excedente para as cidades. O acesso aos mercados pelos pequenos produtores dar-se-á via tecnologia e conhecimento, e não por reforma agrária ou por políticas que criam viés de autoseleção.

Os capítulos 8 e 9 compararam os ganhos alcançados pela agricultura com os de dois outros setores – Petrobras e Embraer, onde o Estado tem desempenhado um papel ativo. Ambos foram totalmente criados e operados pelo poder público. Porém, cada um separadamente conseguiu afrouxar esses laços com o setor público no decorrer do tempo, em benefício mútuo. Assim, tanto a produção de petróleo em águas profundas quanto a de aeronaves conseguiu projeção a ponto de melhorar as técnicas produtivas, de desenvolver novas tecnologias aplicadas por processos colaborativos internacionais e de se destacar nos mercados externos. Os problemas recentes da Petrobras, vivenciados na última década, que iniciaram com a especulação em torno do aumento do preço do petróleo e com a corrupção crescente, não diminuíram o elemento positivo dos ganhos

históricos de produtividade. Ganhos produtivos serão retomados somente após a reestruturação do setor e da companhia estatal. A Embraer continua sendo a terceira maior empresa no segmento de produção de aeronaves no mundo. Ademais, a empresa se compromete, de um lado, com a produção de aviões de maior porte e, de outro, com a diversificação do portfólio com aviões menores em resposta à expansão da demanda doméstica.

A mensagem que fica chama a atenção sobre a importância da mudança tecnológica, que deve ser acompanhada de investimentos em educação. Os resultados produtivos estão diretamente associados pelo aumento das exportações, bem como pelo acesso mais barato de importações requeridas. Não há espaço para a intervenção estatal direta na produção agrícola e industrial, mas o governo pode desempenhar ações propositivas. Não se deve tirar a conclusão oposta, contando com as circunstâncias especiais dos últimos anos.

### **O QUE PODE SER APRENDIDO COM AS POLÍTICAS DE INOVAÇÃO IMPLEMENTADAS NA AGRICULTURA E NA INDÚSTRIA NACIONAL?**

Um planejamento econômico baseado em objetivos claros, coerentes com as prioridades do Estado, e não dos governos, lastreou as trajetórias da Embrapa na agricultura, e da Petrobras e da Embraer, no setor industrial. Os investimentos em tecnologia fizeram-se acompanhar da construção de aparatos institucionais que permitiram o surgimento e o crescimento dessas três empresas, atuantes em setores até então incipientes no Brasil. A redução da dependência externa talvez possa ser apontada como uma síntese do que norteou o progresso de tais atividades econômicas.

A análise desenvolvida corrobora a percepção de que o Estado deve regular e fomentar as atividades econômicas estratégicas, porém não deve exercer influência direta nas decisões microeconômicas. A Petrobras, quando gerida de forma independente e nos moldes de mercado, deixou de ser ator coadjuvante para construir a fronteira tecnológica na exploração de petróleo em águas profundas. A Embraer nasceu para ser privatizada, e sua forte inserção no comércio internacional traduziu-se em uma capacidade gerencial de estabelecer parceiros internacionais. A Embrapa propôs-se à geração de pesquisa em contraposição à venda de tecnologia, já que caberia ao mercado e aos agentes produtivos a difusão do conhecimento.

No intuito de fazer um resumo comparativo, é interessante ressaltar os pontos em comum à Embrapa, à Petrobras e à Embraer, casos de sucessos fortemente amparados em diretrizes de política pública. O que motivou o setor público a envidar esforços para constituir e dar robustez a essas empresas? Hipóteses foram arduamente discutidas ao longo dos vários capítulos. A questão da “segurança nacional” foi unânime em todas as iniciativas, motivando o Estado a canalizar recursos públicos para realizar os investimentos necessários.

No caso da Embrapa, na segunda metade da década de 1960, o crescimento da população, a rápida urbanização e a expansão da renda suscitaram o risco de desabastecimento do mercado interno. Criou-se, assim, um forte debate em torno da segurança alimentar, que chamou a atenção das autoridades públicas. Em relação à Petrobras, buscava-se a autonomia energética do país, com menor dependência das importações de petróleo, tanto à época de sua criação, em 1953, ainda na Era Vargas, quanto ao longo do período militar (1964-1985), momento em que se ampliavam as explorações *offshore*. Quanto ao exemplo da Embraer, a integração do território, via aviação regional, e o fortalecimento da defesa nacional por meio da aviação militar foram a base para promover a intervenção estatal no setor de produção de aeronaves.

É importante salientar a dimensão estratégica que tais iniciativas representavam para o Brasil, cada qual no âmbito de seu contexto histórico. A ideologia nacionalista, na era Vargas e no período militar, associada à instabilidade do cenário internacional, com destaque para a Guerra Fria, constituiu o pano de fundo sobre o qual essas iniciativas foram criadas. Diante da particularidade histórica, a experiência prévia em cada um dos setores serviu de modelo embrionário que, de alguma forma, ajudou a delimitar a trajetória do aprendizado inicial, que seria útil para a arrancada e para a consolidação das três empresas no futuro (vide a abordagem teórica tratada e desenvolvida).

Na primeira metade do século 20, a “transformação baseada em pesquisa”, iniciada em São Paulo pelo IAC, notadamente na cafeicultura, e no Rio Grande do Sul, por meio das pesquisas no cultivo do arroz, consolidou os primeiros passos para a geração do conhecimento aplicado no país. O estabelecimento de um sistema de pesquisa em escolas e universidades especializadas na questão agrícola, como feito na ESALQ, na Escola Superior de Agricultura de Lavras e na UFV, foi extremamente importante. Não menos significativa foi a organização institucional da assistência técnica aos produtores, na década de 1960, por meio das associações estaduais e, posteriormente, na década de 1970, dos órgãos federais de extensão rural. Os conhecimentos gerados pela pesquisa puderam ser testados e multiplicados pelas atividades de extensão, por meio da conscientização e da educação dos produtores rurais.

No período que antecedeu a criação da Petrobras, houve explorações pioneiras que, em um primeiro momento, basearam-se em iniciativas privadas e que, depois, foram estimuladas por agências governamentais. Essas experiências geraram conhecimento novo e organizaram movimentos em torno da exploração mineral. Em termos institucionais, tem-se a criação do DNPM, em 1934, do CPN, em 1938, bem como as descobertas que antecederam a criação da empresa, como a do poço de Lobato, em 1939. Na década de 1940, o movimento “o



petróleo é nosso”, promovido pelo CEDPEN, em prol da soberania da produção nacional, foi decisivo para estimular o debate entre explorar os recursos naturais via livre mercado (empresas nacionais e estrangeiras) e/ou alocar o investimento na construção de uma companhia estatal de exploração. Tais iniciativas permitiram a evolução do conhecimento científico e, também, a discussão do arranjo institucional de pesquisa e exploração.

Em relação à Embraer, já na década de 1930 e início da década de 1940, o Estado começa a organizar um aparato institucional e regulatório do setor, que incluiu a criação de diversas instituições públicas, tais como o Correio Aéreo Nacional, o DAC, a FAB e o próprio Ministério da Aeronáutica. Além disso, várias iniciativas privadas, como a Companhia Ypiranga (1931), a Companhia Nacional de Navegação Aérea (1942) e a Companhia Aeronáutica Paulista (1942), e públicas, tais como a Fábrica de Lagoa Santa (1936), a Fábrica do Galeão (1938), bem como a Fábrica Nacional de Motores (1946), tornaram-se experiências importantes no desenho do setor produtivo. Quanto ao Ministério da Aeronáutica, o Plano Smith-Montenegro definiu o projeto estratégico de longo prazo que envolveria a construção do CTA, em 1946, do ITA, em 1950, e, conseqüentemente, do IPD, em 1953. Essas três instituições seriam responsáveis por capacitar mão de obra e por gerar conhecimento em ciência e tecnologia.

Em suma, iniciativas esparsas, no âmbito privado e na esfera pública, antecederam a criação das três empresas em tela e contribuíram para a construção do arranjo institucional que as apoiou. Vistas em retrospecto, tais iniciativas certamente representavam sinais de que havia demandas que careciam da mobilização de inteligência e recursos financeiros. Sua viabilização, entretanto, só foi possível por meio de diretrizes planejadas e claramente sinalizadas de política pública.

Além do caráter estratégico e da semelhança em aspectos que antecederam a criação de cada uma das empresas, é possível identificar, ao longo das trajetórias, pontos que foram fundamentais para se lograr êxito. À parte o suporte político e financeiro governamental (questão comum nos três casos), destacam-se os investimentos em capacitação do corpo técnico, o intercâmbio com instituições estrangeiras e, por fim, o objetivo concreto de aplicar os conhecimentos que estavam sendo pesquisados e desenvolvidos.

Em relação à capacitação de recursos humanos, recorde-se, na Embrapa, o audacioso projeto de treinamento no âmbito de pós-graduação (mestrado e doutorado) para cerca de 2 mil pesquisadores, já na primeira década de sua existência. Na Petrobras, ao redirecionar os investimentos da exploração em terra para a costa marítima, o Cenpes desenvolveu *know-how* na exploração *offshore*. Na Embraer, como mencionado, em anos que antecederam a fundação da empresa, a construção

de um centro técnico (CTA), constituído por dois institutos técnicos coordenados (ITA e IPD), mas tecnicamente autônomos, cumpriu função de gerar quadros técnicos e conhecimentos aplicados, essenciais na evolução produtiva empresarial.

Quanto ao intercâmbio, cumpre novamente destacar o papel de instituições estrangeiras, professores e executivos no processo de fundação e formação das empresas, como nos casos da pesquisadora alemã Johanna Döbereiner, na Embrapa, e dos executivos – o alemão Heinrich Fock, o húngaro Joseph Kovacs e o francês Max Holste – na Embraer. Além da participação importante de empresas estrangeiras, sobretudo nos casos da Embraer e da Petrobras, por meio de *joint ventures* e parcerias de desenvolvimento tecnológico. Na agricultura, a Embrapa realizou trabalhos cooperativos com o CGIAR, atividades que foram importantes para definir os rumos da pesquisa nos anos iniciais e do treinamento de cientistas. A participação dos japoneses pelo Jircas e de outros centros internacionais de pesquisa também contribuiu para o compartilhamento de conhecimento efetivo ao desenvolvimento de novas tecnologias adaptadas ao clima tropical.

Já na década de 1990, diante das restrições financeiras, o intercâmbio deu lugar a participações de natureza distinta, inclusive diretas, que culminaram, por exemplo, na privatização da Embraer e na expansão da gestão por compartilhamento de risco. No caso da Petrobras, parcerias estimuladas pelos programas de capacitação consolidaram a liderança em tecnologia de ponta na exploração de águas profundas, não somente na costa brasileira, como também no Golfo do México e em outras regiões do mundo.

Finalmente, cumpre reiterar a orientação para a aplicabilidade da ciência que estava sendo gerada no âmbito das três empresas. Diante de demandas concretas, como segurança alimentar, autossuficiência energética e defesa territorial, pesquisadores e executivos mobilizaram-se para inovar em tecnologias e processos que viessem a atender as especificidades locais (solos do cerrado, tropicalização dos cultivos, extração de petróleo em águas profundas, aviões de menor porte etc.).

Na conjuntura recente, os objetivos das políticas públicas são mais difusos, até mesmo pelo contexto histórico, moldado pela questão democrática com menor centralização das decisões, pela maior “globalização” dos mercados e interdependência dos setores econômicos em diversos países, ou mesmo pela própria crise fiscal, que limita investimentos estatais de vulto.

Toda a discussão em torno desses exemplos conduz a uma reflexão. Diante de realidades política e econômica distintas do passado, qual seria o papel do Estado e das políticas públicas? De acordo com o aprendizado no estudo minucioso desses casos, qualquer desenvolvimento deve ser planejado, no intuito de criar ambiente institucional inovador, que se organize em torno da capacidade de pesquisa, da acumulação

de capital e da difusão das tecnologias. Uma vez estruturada a base institucional, o Estado deve intervir ao mínimo na gestão dos negócios.

Na esfera política, há visões radicalmente distintas, senão antagônicas, de diferentes grupos acerca da atuação e das prioridades do Estado. No âmbito da economia, a crise fiscal ora em curso evidencia a capacidade restrita do Estado em promover investimentos de vulto em áreas fundamentais. No plano internacional, as principais potências estão muito voltadas a resolver problemas de seu entorno imediato, estando o Brasil fora do radar de suas preocupações, ao contrário do que ocorria na época da polarização ideológica.

Configura-se, portanto, um cenário no qual estabelecer e perseguir a consecução de prioridades de médio e longo prazo, no plano do Estado brasileiro, parece mais complexo que na segunda metade do século 20. É certo, porém, que a política pública pode e deve atuar no sentido de mitigar “imperfeições de mercado” sem que se criem “imperfeições de governo”. Incluem-se, nesse rol, os gargalos em infraestrutura, o baixo investimento em ciência e tecnologia, a qualidade insuficiente e insatisfatória da educação, a heterogeneidade no meio rural, entre tantas necessidades que aqui se discutiram.

Em muitas situações, a intervenção pública cria viés de autoseleção e seleção adversa, não atingindo os objetivos traçados. A política de conteúdo nacional não contribui para o avanço das redes estratégicas de inovação. O controle de preço pelo Estado interfere na lucratividade, podendo desestimular os negócios. Os recursos e lucros reinvestidos, quando não aplicados corretamente, reduzem a competitividade das empresas. De forma conclusiva, pode-se mencionar que ambientes institucionais que ligam a produção às redes de conhecimento são centrais na dinâmica de inovação, desde que os sinais de mercado não sejam distorcidos pelo setor público. Os erros e acertos das experiências analisadas devem ser considerados ao se planejar as políticas de inovação tecnológica no Brasil, que podem ser replicadas via relação *mercado-pesquisa*, mas que necessitam de um arcabouço institucional (educação e extensão) que promova a integração *tecnologia-produtor*. A revolução agrícola e industrial, orquestrada em torno da Embrapa, da Petrobras e da Embraer, ilustra bem como diretrizes de políticas públicas, sem interrupções no longo prazo, transformam avanços possíveis em progresso realizado.



## REFERÊNCIAS

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Plataformas demonstradoras tecnológicas aeronáuticas: experiências com programas internacionais, modelagem funcional aplicável ao Brasil e importância da sua aplicação para o país.** Brasília: ABDI, 2014.

ABRAMOVAY, R.; PIKETTY, M. G. Política de crédito do programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar (Pronaf): resultados e limites da experiência brasileira dos anos 90. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 1, p. 53-66, 2005.

ABREU, M. P. (Org.). **A ordem do progresso: cem anos de política econômica republicana 1889-1989.** Rio de Janeiro: Campus, 1990.

ABREU, M. P.; BEVILAQUIA, A.; PINHO, D. Sustitución de importaciones y crecimiento en Brasil (1890-1970). *In: CÁRDENAS, E.; OCAMPO, J. A.; THORP, R. (Orgs.). **Industrialización y Estado en la América Latina: la leyenda negra de la posguerra.** Estados Unidos: Fondo De Cultura Economica, p. 210-236, 2003.*

AHMAD, S. On the theory of induced invention. **The Economic Journal**, v. 76, n. 302, p. 344-357, 1966.

AIRBUS. **The success story of Airbus.** 2015. Disponível em: <<http://www.airbus.com/company/history/>>. Acesso em: dez. 2015.

ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Orgs.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas.** v.1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2008a.

ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Orgs.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas.** v.2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2008b.

ALCHIAN, A. A. Uncertainty, evolution, and economic theory. **Journal of political economy**, v. 58, n. 3, p. 211-221, 1950.

ALCHIAN, A. A.; DEMSETZ, H. Production, information costs, and economic organization. **The American Economic Review**, v. 62, n. 5, p. 777-795, dez. 1972.

ALVES, E. R. A. Brazil's program for development of agricultural researchers. **Brazilian Agriculture and Agricultural Research**, v. 9, n. 7, p.161-173, 1984.

ALVES, E. R. A. Embrapa: a successful case of institutional innovation. **Revista de Política Agrícola**, ed. especial: p. 64-72, 2010.

ALVES, E., SOUZA, G. S., BRANDÃO, A. S. P. Por que os preços da cesta básica caíram? **Revista de Política Agrícola**, v.19, n. 2, p. 14-20, 2010.

ALVES, E., SOUZA, G. S., OLIVEIRA, C. A. V. Desempenho de estabelecimentos do Pronaf. *In*: ALVES, E. (Org.). **Migração rural-urbana, agricultura familiar e novas tecnologias**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 151-175.

ALVES, E., SOUZA, G. S., ROCHA, D. P. Lucratividade na agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, 2012.

ALVES, E.; ROCHA, D. P. Ganhar tempo é possível? *In*: GASQUES, J. G., VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010, cap. 11, p. 275-290.

ALVES, E.; SILVA, R. C. Qual é o problema de transferência tecnológica do Brasil e da Embrapa. *In*: ALVES, E., SOUZA, G. S.; GOMES, E. G. (Orgs.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2013, cap. 9, p. 280-291.

ALVES, E.; SOUZA, G. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 7-21, 2015.

AMARO, A. A.; MAIA, M. L. Produção e comércio de laranja e de suco no Brasil. **Revista Informações Econômicas**, v. 27, n. 7, jul. 1997.

ANDRADE, C. **Seleção do sistema de irrigação**. Circular técnica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Anuário e dados estatísticos. 2015. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>> Acesso em: dez. 2015.

ARTHUR, W. B. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. **The Economic Journal**, v. 99, n. 394, p. 116-131, mar. 1989.

AVERBUG, A. Abertura e integração comercial brasileira na década de 90. *In*: GIAMBIAGI, F.; MOREIRA, M. M. (Orgs.). **A economia brasileira nos anos 90**. Rio de Janeiro: BNDES, 1999, cap. 2, p. 43-81.

BACCARIN, J. G. **Sistema de produção agropecuário brasileiro: características e evolução recente**. 2. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2011, 254p.

BARICELO, L. G.; BACHA, C. J. C. Oferta e demanda de máquinas agrícolas no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 4, 2013.

BARROS, G. S. C. Medindo o crescimento do agronegócio: bonança externa e preços relativos. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016, cap. 8. p. 219-249.

BARROS, J. R. M. O passado no presente: a visão do economista. *In*: BUAINAIN, A. M. *et al.* (Orgs.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014.

BARROS, J. R. M. **Impactos da adoção da tecnologia Intacta Monsanto**. São Paulo: [s.n.], 2013. Palestra.

BARROS, J. R. M.; GOLDENSTEIN, L. Avaliação do processo de reestruturação industrial brasileiro. **Revista de Economia Política**, v. 17, n. 2, p. 66, abr.-jun. 1997.

BAUMANN, R. Complementaridade produtiva na América do Sul. *In*: SOUZA, A. M.; MIRANDA, P. (Eds.). **Brasil em desenvolvimento 2015**: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2015.

BAUMANN, R. **Os desafios da exportação**. Desenvolvimento em debate: painéis do desenvolvimento brasileiro. Rio de Janeiro: BNDES-MAUAD, 2002. p.105-130.

BAUMANN, R.; RIVERO, J.; ZAVATTIERO, Y. As tarifas de importação no Plano Real. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 27, n. 3, 1997.

BELTRÃO, R. L. C.; SOMBRA, C. L.; LAGE, A. C. V. M.; NETTO, J. R. F.; HENRIQUES, C. C. D. Challenges and new technologies for the development of the Pre-salt cluster, Santos basin, Brazil. *In*: Offshore Technology Conference, 4-7 Maio. **Anais...** Houston, Texas: OTC, 2009.

BERNARDES, R.; PINHO, M. **Aglomeração e aprendizado na rede de fornecedores locais da Embraer**. Rio de Janeiro: Redesist-UFRJ, 2002.

BIELSCHOWSKY, R. **Pensamento econômico brasileiro**: o ciclo ideológico do desenvolvimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Panorama das importações de trigo no Brasil**. BNDES Setorial: 2011, v. 34, p. 389-420.

BOLLIGER, F. Brasil agropecuário: duas fotografias de um tempo que passou. *In*: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014.

BOMBARDIER. **Bombardier's history**: looking back at the evolution of mobility. Disponível em: <<http://www.bombardier.com/en/about-us/history.html>>. Acesso em: dezembro 2015.

BONACCORSI, A.; GIURI, P. When shakeout doesn't occur: the evolution of the turboprop engine industry. **Research Policy**, v. 29, n. 7, p. 847-870, 2000.

BONELLI, R. Produtividade e armadilha do lento crescimento. *In*: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea-ABDI, 2014, cap. 4. p. 111-142.

BRAGANÇA, J. C. O. **Um enfoque evolucionário da concorrência na indústria de aeronaves regionais**: o caso da Embraer. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. Niterói: UFF, 2007.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balança comercial do agronegócio**. Brasília: MAPA, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Citrus**. Brasília: MAPA, 2012a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2012/2013**. Brasília: Mapa, 2012b, 127p.

BRASIL. Secretaria de Assuntos Estratégicos. **Brasil 2022**. Brasília: Presidência da República – SAE, 2010.

BRESCHI, S., MALERBA, F., ORSENIGO, L. Technological regimes and schumpeterian patterns of innovation. **The Economic Journal**, v. 110, p. 388-410, abr. 2000.

BRIDGMAN, B.; GOMES, V.; TEIXEIRA, A. Threatening to increase productivity: evidence from Brazil's oil industry. **World development**, v. 39, n. 8, p.1372-1385, 2011.

BUAINAIN, A. M. (Org.). **Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil**: características, desafios e obstáculos. Campinas: Unicamp, 2007. 238p.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014.

BULLER, L. S.; BERGIER, I.; ORTEGA, E.; MORAES, A.; BAYMA-SILVA, G.; ZANETTI, M. R. Soil improvement and mitigation of greenhouse gas emissions for integrated crop – livestock systems: case study assessment in the Pantanal savanna highland, Brazil. **Agricultural Systems**, v. 137, p. 206-219, 2015.

CABRAL, J. I. **Sol da manhã**: memória da Embrapa. Brasília: Unesco, 2005. 344p.

CAMPELLO, T.; NERI, M. C. (Orgs.). **Programa Bolsa Família**: uma década de inclusão e cidadania. Brasília: Ipea, 2013.



CAMPOS, A. C.; PAULA, N. M. A evolução da agropecuária brasileira nos anos 90. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 29, n. 4, p.177-199, 2002.

CARVALHO, C. H. R. **Desafios da mobilidade urbana no Brasil**. Brasília: Ipea, 2016. (Texto para Discussão, n. 2198).

CARVALHO, F. M. A. Método “Constant Market-Share”. *In*: SANTOS, M.L; VIEIRA, W.C. **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa: UFV, cap.8, p. 225-241, 2004.

CARVALHO, J. L. N.; RAUCCI, G. S.; FRAZÃO, L. A.; CERRI, C. E. P.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C. Crop-pasture rotation: a strategy to reduce soil greenhouse gas emissions in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 183. p. 167-175, 2014.

CASTRO, L. B. Privatização, abertura e desindexação: a primeira metade dos anos 90 (1990-1994). *In*: GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A.; CASTRO, L. B.; HERMANN, J. **Economia brasileira contemporânea (1945-2004)**. Rio de Janeiro: Elsevier, cap. 6, p. 141-165, 2005.

CÉLERES. **Relatório biotecnologia**. Minas Gerais: Céleres, 2014.

CEPAL – COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. A hora da igualdade: brechas por selar, caminhos por abrir. *In*: **Trigésimo terceiro período de sessões da Cepal**. Brasília, 30 maio-1 jun, 2010.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio e PIB total** – Brasil. Piracicaba: Cepea, 2015.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Biocombustíveis aeronáuticos: progresso e desafios**. Brasília: CGEE, 2010. 51p.

\_\_\_\_\_. **Programa demonstrativo para inovação em cadeia produtiva selecionada: indústria aeronáutica brasileira**. Brasília: CGEE, 2014a. 120p.

\_\_\_\_\_. **Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil: o papel do país no cenário global**. Brasília: CGEE, 2014b, v. 1. 148p.

CHIAROMONTE, F., DOSI, G. The micro foundations of competitiveness and their macroeconomic implications. *In*: FREEMAN, C., FORAY, D. (Orgs.). **Technology and the wealth of nations: the dynamics of constructed advantages**. London: Pinter Publishers, 1992, p.107-134.

CHIAROMONTE, F., DOSI, G., ORSENIGO, L. Innovative learning and institutions in the process of development: on the microfoundation of growth regimes. *In*: THOMSON, R. (Org.). **Learning and technological change**. UK: Macmillan Press, 1993. p.117-149.

CIMOLI, M. **Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina**. Santiago do Chile: Cepal, 2005.

CIMOLI, M.; PRIMI, A.; PUGNO, M. Un modelo de bajo crecimiento: la informalidad. **Revista de la CEPAL**, v. 88, p. 89-107, 2006.

COASE, R. H. **The firm, the market, and the law**. Chicago: University of Chicago Press, 1990.

\_\_\_\_\_. The nature of the firm. **Economica**, v. 4, n. 16, p. 386-405, 1937.

COCHRANE, W. W. **Farm prices: myth and reality**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1958.

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

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas**, 2015.

CONTINI, E.; PENA JUNIOR, M. A. G.; SANTANA, C. A. M.; MARTHA JUNIOR, G. Exportações motor do agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 88-102, 2012.

CORDEN, W. M.; NEARY, J. P. Booming sector and de-industrialisation in a small open economy. **The economic journal**, v. 92, n. 368, p. 825-848, 1982.

CORREA, P.; SCHMIDT, C. Public research organizations and agricultural development in Brazil: how did Embrapa get it right? **World Bank-Economic Premise**, v. 145, p. 1-10, 2014.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 2, p.447-472, 2010.

COSTA, A. D.; SANTOS, E. R. S. Embrapa, história, desenvolvimento de tecnologia e a área de defesa. **Economia & Tecnologia**, v. 6, p.173-183, 2010.

DANTAS, E.; BELL, M. Latecomer firms and the emergence and development of knowledge networks: the case of Petrobras in Brazil. **Research Policy**, v. 38, n. 5, p. 829-844, 2009.

\_\_\_\_\_. The co-evolution of firm-centered knowledge networks and capabilities in late industrializing countries: the case of Petrobras in the offshore oil innovation system in Brazil. **World Development**, v. 39, n. 9, p.1570-1591, 2011.

DAVID, P. A. **A contribution to the theory of diffusion**. Stanford: Stanford Center for Research of Economic Growth, 1969. (Texto para Discussão, n. 71).

\_\_\_\_\_. Clio and the economics of querty. **The American Economic Review**, v. 75, n. 2, p. 332-337, maio 1985.

DAVIES, S. **The diffusion of process innovation**. Cambridge: Cambridge University Press, 1979.

DIAS, L.O; SILVA, M.S. Determinantes da demanda internacional por café brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 86-98, 2015.

DOSI, G. **Technical change and industrial transformation**. New York: St. Martin's Press, 1984. 338p.

\_\_\_\_\_. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, p. 147-162, 1982.

\_\_\_\_\_. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, v. 26, p. 1120-1171, set. 1988.

DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; MATOSO, M. J. **Influência da evolução do uso do sistema de plantio direto no crescimento da área plantada com sorgo no Cerrado**. Sete Lagoas: Embrapa, 2006.

EMBRAER. **Centro histórico Embraer**. 2015a. Disponível em: <<http://www.centrohistoricoembraer.com.br/>>. Acesso em: dez. 2015.

\_\_\_\_\_. **Relatórios anuais** (vários anos). 2015b. Disponível em: <<http://ri.embraer.com.br/>>. Acesso em: dez. 2015.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Unidades administrativas**. 2015a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/unidades-administrativas>>. Acesso em: dez. 2015.

\_\_\_\_\_. Departamento de Administração Financeira (DAF), 2015b.

\_\_\_\_\_. Departamento de Gestão de Pessoas (DGP), 2015c.

ESPOSTI, R. Public agricultural R&D design and technological spill-ins: a dynamic model. **Research Policy**, v. 31, p. 693-717, 2002.

EVENSON, R. E.; KISLEV, Y. Research and productivity in wheat and maize. **The Journal of Political Economy**, v. 81, n. 6, p.1309-1329, nov. 1973.

FAOSTAT – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food and agriculture data**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/>>. Acesso em: dez. 2015.

FAVERET FILHO, P.; PAULA, S. A agroindústria. *In*: BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **BNDES 50 Anos** – Histórias setoriais. Rio de Janeiro: BNDES, dez. 2002.

FEBRAPDP – FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO E IRRIGAÇÃO. **Área do sistema de plantio direto**. 2015. Disponível em: <<http://febrapdp.org.br/area-de-pd>>. Acesso em: dez. 2015.

FERNANDES FILHO, J. F.; BELIK, W. A política de tributação na exportação do complexo soja pelo Brasil: transformação e resultados. Encontro da Sociedade Brasileira de Economia, 48., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sober, 2010.

FERNANDES, A.; FERNANDES, M. S. Frutas. *In*: CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. (Org.). **Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil**: agroindústria de alimentos. Brasília: CGEE, v. 4, 2014.

FERNANDES, C. L. L.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Vantagens comparativas dos principais estados exportadores do Brasil. Encontro de Economistas de Língua Portuguesa, 4., 2001, Évora, Portugal. **Anais...** Évora: Universidade de Évora, p.1-26, 2001.

\_\_\_\_\_. Especialização e competitividade de Minas Gerais no mercado internacional: um estudo de indicadores de comércio exterior no período de 1992 a 1999. **Seminário sobre a Economia Mineira**, 9., 2000, Diamantina, Minas Gerais. **Anais...** Diamantina: Cedeplar, p.357-382, 2000.

FERREIRA, V. L. **A estratégia na relação com os fornecedores na indústria aeronáutica brasileira**: o caso da Embraer. Dissertação (Mestrado) –Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

FERREIRA, V. L.; SALERMO, M. S.; LOURENÇÃO, P. T. M. As estratégias na relação com fornecedores: o caso Embraer. **Gestão e Produção**, v.18, n. 2, p. 221-236, 2011.

FIGUEIREDO, E. V. C.; CONTINI, E. China: gigante também na agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 2, p. 5-29, 2013.

FIGUEIREDO, P.; SILVEIRA, G.; SBRAGIA, R. Risk sharing partnerships with suppliers: the case of Embraer. **Journal of Technology Management and Innovation**, v. 3, n. 1, p. 27-37, 2008.

FISHLOW, A. A tale of two presidents: the political economy of crisis management. *In*: STEPAN, A. C. (Org.). **Democratizing Brazil**: problems of transition and consolidation. Oxford University Press, p. 83-119, 1989.

\_\_\_\_\_. Some Reflections on Post-1964 Brazilian economic policy. *In*: STEPAN, A. **Authoritarian Brazil**, Yale University Press, 1973.

\_\_\_\_\_. **Starting over: Brazil since 1985**. Washington: Brookings Institution Press, 2013.

FLIGENSPAN, F. B., CUNHA, A. M.; LÉLIS, M. T. C.; LIMA, M. G. As exportações do Brasil nos anos 2000: evolução, market share e padrões de especialização a partir de distintas agregações setoriais. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 42, n. 4, p. 41-56, 2015.

FMI – FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **Índice de preços de commodities**. Disponível: <<http://www.imf.org/>>. Acesso em: maio 2016.

FONSECA, P. V. R. Embraer: um caso de sucesso com o apoio do BNDES. **Revista do BNDES**, n. 37, p. 39-66, 2012.

FORAY, D. Les modèles de compétition technologique. Une revue de la littérature. **Revue d'économie industrielle**, v. 48, n. 1, p. 16-34, 1989.

FOSTER, A. D.; ROSENZWEIG, M. R. Learning by doing and learning from others: human capital and technical change in agriculture. **The Journal of Political Economy**, v. 103, n. 6, p. 1176-1209, dez. 1995.

FRANKO-JONES, P. Public Private Partnership: Lessons from the Brazilian Armaments Industry. **Journal of Interamerican Studies and World Affairs**, v. 29, n. 4, p. 41-68, 1987.

FREITAS, R. E. Produtividade agrícola no Brasil. *In*: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Brasília: Ipea-ABDI, 2014, cap.12, p. 373-402.

FRENKEN, K.; LEYDESDORFF, L. Scaling trajectories in civil aircraft (1913-1997). **Research Policy**, v. 29, n. 3, p. 331-348, 2000.

FRIES, C. D.; CORONEL, D. A. A competitividade das exportações gaúchas de soja em grão (2001-2012). **Pesquisa e Debate**, v. 25, n. 1, p. 163-189, jan-jun., 2014.

FRISCHTAK, C. R. Learning and technical progress in the commuter aircraft industry: an analysis of Embraer's experience. **Research Policy**, v. 23, n. 5, p. 601-612, 1994.

FUKASE, E.; MARTIN, W. **Who will feed China in the 21st century?** Income growth and food demand and supply in China. Washington: World Bank, 2016. (Texto para Discussão, n. 6.926).

FURTADO, A. T. **Petróleo e política tecnológica**: o que aprender com as experiências brasileira e francesa. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campinas, Campinas, São Paulo, 1995.

FURTADO, A. T.; FREITAS, A. G. Nacionalismo e aprendizagem no programa de águas profundas da Petrobras. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n. 1, jan.-jun., p. 55-86, 2004.

FURTADO, A. T. The French system of innovation in the oil industry some lessons about the role of public policies and sectoral patterns of technological change in innovation networking. **Research policy**, v. 25, n. 8, p. 1243-1259, 1997.

GABRIEL, A. R. M. A disputa Embraer e Bombardier na Organização Mundial do Comércio. **Revista de Informação Legislativa**, n. 150, p. 231-258, 2001.

GALVÃO, A. A nova etapa do desenvolvimento agrário e o papel dos agentes privados na inovação agropecuária. *In*: BUAINAIN, A. M. *et al.* (Orgs.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; VALDES, C.; BACCHI, M. R. P. Total fator productivity in Brazilian agriculture. *In*: FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; BALL, V. E. (Orgs.). **Productivity growth in agriculture**: an international perspective. Oxfordshire: CAB International, 2012, cap. 7 p. 145-162.

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.). **A agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010.

GASQUES, J.G.; BACCHI, M. R. P.; RODRIGUES, L.; BASTOS, E. T.; VALDES, C. Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016, cap. 5, p. 143-164.

GASQUES, J.G.; REZENDE, G. C.; VERDE, C. M. V.; SALERMO, M. S.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; CARVALHO, J. C. S. **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil**. Brasília: Ipea, 2004, 43p. (Texto para Discussão, n. 1.009).

GEROSKI, P. A. Models of technology diffusion. **Research Policy**, v. 29, p. 603-625, 2000.

GIAMBIAGI, F. **Restrições ao crescimento da economia brasileira**: uma visão de longo prazo. Rio de Janeiro: BNDES/Geane, 2002. (Texto para Discussão, n. 94).

GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A.; CASTRO, L. B.; HERMANN, J. (Orgs.). **Economia brasileira contemporânea (1945-2004)**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

GOLDSTEIN, A. Embraer: from national champion to global player. **CEPAL Review**, v. 77, p. 97-115, 2002.

GOMES, S. B. V. **A indústria aeronáutica no Brasil**: evolução recente e perspectivas. Rio de Janeiro: BNDES, 2012.

GRILICHES, Z. Hybrid corn revisited: a reply. **Econometrica**. v. 48, n. 6, p.1463-1465, set. 1980.

GRILICHES, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. **Econometrica**, v. 25, n. 4, p. 501-522, out., 1957.

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. **Innovation and growth in the global economy**. Cambridge: MIT press, 1991.

GUIMARÃES, A. **Jogos olímpicos Rio 2016**: fomos bem ou não? Breve estudo de padrões nos resultados olímpicos e suas causas. Brasília: Senado, 2016. (Texto para Discussão, n. 204).

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Agricultural development**: an international perspective. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.

\_\_\_\_\_. Factor prices and technical change in agricultural development: The United States and Japan, 1880-1960. **Journal of Political Economy**, v. 78, n. 5, p. 1115-1141, 1970.

HERMANN, J. Auge e declínio do modelo de crescimento com endividamento: o II PND e a crise da dívida externa. In: GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A.; CASTRO, L. B.; HERMANN, J. **Economia brasileira contemporânea (1945-2004)**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. Cap.4, p.93-115.

HICKS, J. R. **The theory of wages**. London: Macmillan, 1963.

HIRA, A.; PINEAU, P. O. Turning privatization upside down: Petrobras as an example of successful state capitalism. **Canadian Journal of Latin American and Caribbean Studies**, v. 35, n. 69, p. 231-258, 2010.

HOFFMANN, R. A agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos no Brasil? **Segurança alimentar e nutricional**, v. 21, n. 1, p. 417-421, 2014.

\_\_\_\_\_. Distribuição da renda agrícola e sua contribuição para a desigualdade de renda no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 20, n. 2, p. 5-22, 2011.

\_\_\_\_\_. **Distribuição da renda**: medidas de desigualdade e pobreza. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998. 279p.

\_\_\_\_\_. Transferências de renda e desigualdade no Brasil (1995-2011). In: CAMPELLO, Tereza; NERI, Marcelo Côrtes. (Orgs.). **Programa Bolsa Família: uma década de inclusão e cidadania**. Brasília: Ipea, 2013. Cap.12, p.207-216.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015. Disponível em: <[http://siscom.ibama.gov.br/monitora\\_biomass/](http://siscom.ibama.gov.br/monitora_biomass/)>. Acesso em: fev. 2016.

INFANTE, R., MUSSI, C., ODDO, M. (Orgs.). **Por um desenvolvimento inclusivo: o caso do Brasil**. Santiago do Chile: Cepal, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário (vários anos). Rio de Janeiro, 2015a.

\_\_\_\_\_. **Produção Agrícola Municipal** – PAM (tabulações especiais – vários anos). Rio de Janeiro, 2015b.

IPEADATA – BASE DE DADOS ECONÔMICOS E FINANCEIROS DO INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. 2015. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: dez. 2015.

ITAÚ. **Brasil 2020** – desafios à frente (relatório econômico). São Paulo: Itaú, 2013.

IWAI, K. **Schumpeterian dynamics: I** – an evolutionary model of innovation and imitation. New Haven: Yale University, 1981a. 43p. (Texto para Discussão, n. 602).

\_\_\_\_\_. **Schumpeterian dynamics: II** – technological progress, firm growth and “economic selection”. New Haven: Yale University, 1981b. 41p. (Texto para Discussão, n. 603).

JANE’S. Encyclopedia of aviation. London: Jane’s publishing, 1978. In: FRENKEN, K.; LEYDESDORFF, L. Scaling trajectories in civil aircraft (1913-1997). **Research Policy**, v. 29, n. 3, p. 331-348, 2000.

JOHNSON, G. Population, food, and knowledge. **The American Economic Review**, Pittsburgh, v. 90, n. 1, p. 1-4, 2000.

KATZ, J. **Reformas estruturales, productividad y conducta tecnológica en América Latina**. Santiago do Chile: Cepal, 2000.

KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ZIMMER, A. H. ; SOARES, C. O.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro. In: BUNGENSTAB, D. J. (Org.). **Sistemas de integração a produção sustentável**. Brasília: Embrapa, 2014. cap. 1, p. 1-10.

KRUGMAN, P. A model of innovation, technology transfer, and the world distribution of income. **Journal of Political Economy**, v. 87, p. 253-266, 1979.

LALL, S. Developing countries as exporters of industrial technology. In: **Developing countries in the international economy**. Palgrave Macmillan UK, 1981, p. 228-256.



- LANGLOIS, R. N.; EVERETT, M. J. What is evolutionary economics? *In*: MAGNUSSON, L. **Evolutionary and neo-schumpeterian approaches to economics**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1994, cap. 2, p.11-47.
- LAZZARINI, S. G. **Capitalismo de laços**. São Paulo: Campus, 2010.
- LEAMER, E. E.; STERN, R. M. **Quantitative international economics**. Massachusetts: Allyn and Bacon, 1970.
- LEWIS, W. A. **Economic development with unlimited supplies of labour**. Manchester School, p. 139-191, 1954.
- LIMA, M. G.; LÉLIS, M. T. C.; CUNHA, A. M. Comércio internacional e competitividade do Brasil: um estudo comparativo utilizando a metodologia constant market-share para o período 2000-2011. **Economia e Sociedade**, v. 24, n. 2, p. 419-448, 2015.
- LUZ, A. O mito da produção agrícola de baixo valor agregado. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 2, 2014.
- MAIWALD, P. Outline of the state of the innovation theory. *In*: GRUPP, H. **Foundations of the economics of innovation: theory, measurement and practice**. United Kingdom: Edward Elgar, 1998, cap. 2, p. 48-96.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific. **Research Policy**, v. 25, p. 451-478, 1996.
- MANSFIELD, E. Technical change and the rate of imitation. **Econometrica**, v. 29, n. 4, p. 741-766, out. 1961.
- MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Brasília: Embrapa, 2002.
- MARANHÃO, R. L. A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Análise do comportamento das exportações agropecuárias brasileiras no mercado mundial de 1992 a 2013. Encontro da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 54., 2016, Maceió, Alagoas. **Anais...** Maceió: Sober, 2016.
- MARRA, R.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Papel da Embrapa no desenvolvimento do agronegócio. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 1, n. 1, 2013.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177, 2012.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E.; RAMOS, S. Estilo de desenvolvimento da agropecuária brasileira e desafios futuros. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 19, p. 93-106, 2010.

MARTINELLI, A.; GARRETT, R.; FERRAZ, S.; NAYLOR, R. Sugar and ethanol production as a rural development strategy in Brazil: evidence from the state of São Paulo. **Agricultural systems**, v. 104, n. 5, p. 419-428, 2011.

MARTINEZ, S. H.; EJICK, J. V.; CUNHA, M. P.; GUILHOTO, J. J. M.; WALTER, A.; FAAIJ, A. Analysis of socio-economic impacts of sustainable sugarcane-ethanol production by means of inter-regional input-output analysis: demonstrated for northeast Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 28, p. 290-316, 2013.

MATTEO, M. Heterogeneidade regional. **Radar 14**, Brasília: Ipea, 2011.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. R. Public research institutions and economic catch-up. **Research policy**, v. 36, n. 10, p. 1512-1528, 2007.

MELLO, F. H.; FONSECA, E. G. **Proálcool**: energia e transportes. São Paulo: Pioneira, 1981. 136p.

MELO, C. O.; MORO, L. Sazonalidade de preços do trigo no Paraná de 2000 a 2012. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 4, p. 4-14, 2013.

MENGEL, A. A. **Modernização da agricultura e pesquisa no Brasil**: a empresa brasileira de pesquisa agropecuária – Embrapa. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

METCALFE, J. S. **Evolutionary economics and creative destruction**. 3. ed. London: Routledge, 2002. 153p.

MIRANDA, R. A.; CAMPOS, S. K. Rentabilidade da produção da cultura do milho no Brasil. *In*: CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. (Org.). **Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil**: o desafio da rentabilidade na produção. Brasília: CGEE, v. 2, 2014.

MOLLICK, A. V.; FARIA, J. R.; ALBUQUERQUE, P. H.; LEÓN-LEDESMA, M. A. Can globalization stop the decline in commodities terms of trade? **Cambridge Journal of Economics**, n. 32, p. 683-701, 2008.

MORAIS, J. M. **Petróleo em águas profundas**: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore. Brasília: Ipea-Petrobras, 2013.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. **Trajetórias da inovação**: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século 20. Campinas: Unicamp, 2005, 230p.

MPF – MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. **Combate à corrupção**: caso Lava Jato. Brasília: MPF, 2016. Disponível em: <<http://lavajato.mpf.mp.br/entenda-o-caso>>. Acesso em: dez. 2016.

- NAVARRO, Z.; PEDROSO, M. T. M. **Agricultura familiar: é preciso mudar para avançar**. Brasília: Embrapa, 2011. (Texto para Discussão, n. 42).
- NELSON, R. R., WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Massachusetts: Harvard University Press, 1982.
- NELSON, R. R., WINTER, S. G. In search of useful theory of innovation. **Research Policy**, v. 6, p. 36-76, 1977.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. Factor price changes and factor substitution in an evolutionary model. **The Bell Journal of Economics**, v. 6, n. 2, p. 466-486, 1975.
- NERI, M. C. (Org.). **A nova classe média**. Rio de Janeiro: FGV-Ibre, 2008.
- NICHOLLS, W. H. Paiva e o dualismo tecnológico na agricultura: um comentário. **Pesquisa e Planejamento**, v. 3, n. 1, p. 15-50, mar., 1973.
- NOHLEN, D.; STURM, R. La heterogeneidad estructural como concepto básico de la teoría de desarrollo. **Revista de estudios políticos**, n. 28, p. 45-74, 1982.
- NORTH, D. C. **Transaction costs, institutions, and economic performance**. San Francisco, CA: ICS Press, 1992.
- OCAMPO, J. A.; PARRA, M.-A. Los términos de intercambio de los productos básicos en el siglo XX. **Revista de la Cepal**, n. 79, p. 7-37, 2003.
- OLIVEIRA A. L. R. A. A logística do agronegócio: para além do “apagão logístico”. *In*: BUAINAIN, A. M. *et al.* **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa, 2014.
- OLIVEIRA, J. M.; FIGUEIREDO, C. O. Caracterização dos investimentos em P&D da Petrobras. *In*: TURCHI, L. M.; DE NEGRI, F.; DE NEGRI, J. A. (Orgs.). **Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras**. Brasília: Ipea, 2013, cap. 5.
- OLSON, M. **The logic of collective action**. Massachusetts: Harvard, 1971.
- ORTIZ NETO, J. B.; COSTA, A. J. D. A Petrobras e a exploração de Petróleo Offshore no Brasil: um approach evolucionário. **Revista Brasileira de Economia**, v. 61, n. 1, p. 95-109, 2007.
- OSORIO, R. G.; SOUZA, P. H.; SOARES, S. S.; OLIVEIRA, L. F. B. D. **Perfil da pobreza no Brasil e sua evolução no período 2004-2009**. Brasília: Ipea, 2011. (Texto para Discussão, n.1.647).
- OTC – OFFSHORE TECHNOLOGY CONFERENCE. **OTC distinguished achievement awards for companies, organizations, and institutions**. Disponível em: <<http://www.otcnet.org/>>. Acesso em: 23 set. 2015.

PAIVA, R. M. Bases de uma política para a melhoria técnica da agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, v. 21, n. 2, p. 5-38, 1967.

\_\_\_\_\_. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura. **Pesquisa e Planejamento**, v. 1, n. 2, p. 171-234, dez. 1971.

\_\_\_\_\_. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura: respostas aos comentários dos professores Nicholls e Schuh. **Pesquisa e Planejamento**, v.3, n.1, p.95-116, mar. 1973.

\_\_\_\_\_. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura: uma reformulação. **Pesquisa e Planejamento**, v. 5, n. 1, p. 117-161, jun., 1975.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, p. 343-373, jan. 1984.

PEIXOTO, M. **A extensão privada e a privatização da extensão: uma análise da indústria de defensivos agrícolas**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Seropédica: UFRRJ, 2009.

PENROSE, E. **The theory of the growth of the firm**. New York: Oxford University Press, 1959.

PEREIRA, L. C. B. **Globalização e competição**: por que alguns países emergentes têm sucesso e outros não. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

PEREIRA, L. V. **O efeito China nas exportações brasileiras em terceiros mercados**: uma análise do constant market share. Brasília: Ipea, 2014. (Texto para Discussão, n. 2002).

PÉREZ, C. Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales. **Revista de la CEPAL**, n. 100, p. 123-146, 2010.

PESSOA, F. M.; CORONEL, D. A.; SALVATO, M. A.; BRAGA, M. J. Poder de mercado das exportações brasileiras de carne de frango. **Revista de Política Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 40-48, 2010.

PETROBRAS. **Infográficos**: tipos de plataforma. Rio de Janeiro: Petrobras, 2015. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/infograficos/tipos-de-plataformas/>>. Acesso em: fev. 2016.

PINHEIRO, A. C.; GIAMBIAGI, F. Brazilian privatization in the 1990s. **World Development**, v. 22, n. 5, p. 737-753, 1994.

PINTO, A. Natureza e implicações da heterogeneidade estrutural da América Latina. **El trimestre económico**, v. 37, n. 1, p. 145, 1970.

POSSAS, M. L., SALLES FILHO, S. L. M., SILVEIRA, J. M. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. **Research Policy**, v. 25, p. 933-945, fev., 1996.

PREBISCH, R. El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. **Desarrollo Económico**, v. 26, n. 103, p. 479-502, 1949.

PREBISCH, R. **Hacia una dinámica del desarrollo latino-americano**. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1963.

RESENDE, O. C. The evolution of the aerodynamic design tools and transport aircraft wings at Embraer. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v. 26, n. 4, p. 379-390, 2004.

REZENDE, G. C. **Ocupação agrícola e estrutura agrária no cerrado: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia**. Brasília: Ipea, 2002. (Texto para Discussão n. 913).

RIBEIRO, T. A. **Contratos relacionais na indústria aeronáutica brasileira: um estudo empírico do modelo de parcerias de risco da Embraer**. Dissertação (Mestrado) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2012.

RICHARDSON, D.J. Constant market-shares analysis of export growth. **Journal of International Economics**, v. 1, n. 2., p. 227-239, 1971.

RODENGEN, J. L. **The history of Embraer**. Fort Lauderdale: Write Stuff Enterprises, 2009, 255p.

ROSTOW, W. W. **The stages of economic growth: a non-communist manifesto**. Cambridge University Press, 1960.

RUTTAN, V. W. Assistance to expand agricultural production. **World development**, v.14, n.1, p.39-63, 1986.

\_\_\_\_\_. **Technology, growth, and development: an induced innovation perspective**. New York: Oxford University Press, 2001, 656p.

SAHAL, D. **Patterns of technological innovation**. New York: Addison-Wesley, 1981a. 377p.

SAHAL, D. Technological guideposts and innovation avenues. **Research Policy**, v. 14, p. 61-82, 1985.

\_\_\_\_\_. The farm tractor and the nature of technological innovation. **Research Policy**, v. 10, p. 368-402, 1981b.

SALLES FILHO, S. L. M. Política de ciência e tecnologia no I PND (1972/1974) e no I PBDCT (1973/1974). Memória. **Revista Brasileira de Inovação**, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas-SP, v. 1, n. 2, p. 297-419, jul./dez., 2002.

\_\_\_\_\_. **A dinâmica tecnológica da agricultura:** perspectivas da biotecnologia. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campinas, Campinas, São Paulo, 1993.

SARATHY, R. Prospects for new-generation turboprop aircraft. **Transportation Journal**, v. 24, n. 4, p. 75-86, 1985.

SAVIOTTI, P. P.; METCALFE, J. S. A theoretical approach to the construction of technological output indicators. **Research Policy**, v. 13, n. 3, p. 141-151, 1984.

SCHUH, G. E. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura: alguns comentários. **Pesquisa e Planejamento**, v. 3, n. 1, p. 51-94, mar. 1973.

SCHULTZ, T. W. **The economic organization of agriculture**. New York: McGraw-Hill Book Compan, 1953.

SEDIYAMA, A. F.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; CALEGARIO, C. L. L.; SIQUEIRA, P. H. L. Análise da estrutura, conduta e desempenho da indústria processadora de soja no Brasil no período de 2003 a 2010. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 1, p. 161-182, 2013.

SHIKIDA, P. F. A. Evolução e fases da agroindústria canavieira no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 4, p. 43-57, 2015.

SILVA, C. R. L.; SILVA, V. Liberalização comercial e competitividade da agricultura brasileira. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 289-306, jul.-dez, 2003.

SILVA, O. **A decolagem de um sonho**. 5. ed. São Paulo: Lemos editorial, 2005.

SILVEIRA, E. T. F. Carne suína e derivados. *In*: CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil:** agroindústria de alimentos. Brasília: CGEE, v. 4, 2014.

SILVERBERG, G., DOSI, G.; ORSENIGO, L. Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model. **The Economic Journal**, v. 98, p. 1032-1054, 1988.

SINGER, H. W. The distribution of gains between borrowing and investing countries. **American Economic Review Papers and Proceedings**, v. 40, p. 473-485, 1950.

SRINIVAS, S; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Farm versus firm:** learning and technical linkages of agriculture and industry. Brasília: Ipea, 2015. (Texto para Discussão, n. 207).

STONEMAN, P.; IRELAND, N. J. The role of supply factors in the diffusion of new process technology. **Economic Journal**, v. 93, p. 65-77, 1983.

SUNKEL, O.; INFANTE, R. **Hacia un desarrollo inclusivo:** el caso de Chile. Santiago do Chile: Cepal, 2009.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. **Revista de Economia Política**, v. 31, n. 1, p. 3-30, 2011.

TAKAKI, A.; CAMARGO, H.; MENDES, R.; SENNES, R. Propriedade intelectual e inovação: uma análise de dez instituições brasileiras. **Parcerias estratégicas**, v.13, n. 26, p. 179-224, 2010.

TAVARES, M. C. **Da substituição de importações ao capitalismo financeiro**: ensaios sobre economia brasileira. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.

TEECE, D. J. Economies of scope and the scope of the enterprise. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 1, p. 223-247, mar. 1980.

\_\_\_\_\_. Firm organization, industrial structure, and technological innovation. **Journal of Economic Behavior and Organization**. v.31, p.193-224, 1996.

TEECE, D. J., PISANO, G., SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, mar. 1997.

TILMAN, D., CASSMAN, K. G., MATSON, P. A., NAYLOR, R., POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671-677, 2002.

TSE – TRIBUNAL SUPERIOR ELEITORAL. **Estatísticas eleitorais**. Brasília: TSE, 2014. Disponível em: <<http://www.tse.jus.br/eleicoes/estatisticas/estatisticas-eleitorais-2014/>> Acesso em: dez. 2015.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Agricultural Projections**. Washington, DC: USDA, 2014. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/oce081>>. Acesso em: fev. 2016.

USDA – UNITES STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **USDA Agricultural Projections to 2012**. Washington, DC: USDA, 2012, 96.p

VASCONCELLOS, E. A.; CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M. **Transporte e mobilidade urbana**. Brasília: Cepal-Ipea, 2011. (Texto para Discussão, n. 34).

VERTESY, D.; SZIRMAI, A. Interrupted innovation: innovation system dynamics in latecomer aerospace industries. *In*: Globelics International Conference, 8., 1-3 nov., Kuala Lumpur, Malaysia. **Anais...** Kuala Lumpur: University of Malaya, 2010.

VIANNA, S. B. Duas tentativas de estabilização: 1951-1954. *In*: ABREU, M. P. (Org.). **A ordem do progresso**: cem anos de política econômica republicana 1889-1989. Rio de Janeiro: Campus, 1990, cap. 5, p. 123-150.

VIANNA, S. B.; VILLELA, A. O pós-guerra (1945-1955). *In*: GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A.; CASTRO, L. B.; HERMANN, J. **Economia brasileira contemporânea (1945-2004)**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, cap.1, p. 21-44.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Abordagem evolucionária da dinâmica do setor agrícola**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2004.

\_\_\_\_\_. **Difusão biotecnológica**: a adoção dos transgênicos na agricultura. Brasília: Ipea, 2014a. (Texto para Discussão, n. 1937).

\_\_\_\_\_. Heterogeneidad estructural de la agricultura familiar en el Brasil. **Revista Cepal**, v. 111, p. 103-121, 2013.

\_\_\_\_\_. **Inovação tecnológica e aprendizado agrícola**: uma abordagem schumpeteriana. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campinas, Campinas, São Paulo, 2009.

\_\_\_\_\_. Technological trajectories and learning in agricultural sector. *In*: **Globelics International Conference**, 10., Hangzhou, China, 9-11 nov., 2012.

\_\_\_\_\_. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. *In*: BUAINAIN, A. M. *et al.* (Org.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014, p. 395-421, 2014b.

\_\_\_\_\_. A fronteira agropecuária brasileira: redistribuição produtiva, efeito poupa-terra e desafios estruturais logísticos. *In*: VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G. (Orgs.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016, p. 89-107.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; CAMPOS, A. C.; FERREIRA, C. M. C. Abordagem alternativa do crescimento agrícola: um modelo de dinâmica evolucionária. **Revista brasileira de inovação**, v. 4, n. 2, p. 425-476, jul.-dez. 2005.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FORNAZIER, A. Productividad agropecuaria: reducción de la brecha productiva entre el Brasil y los Estados Unidos de América. **Revista Cepal**, v. 118, p. 215-233, 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SANTOS, G.R.; FORNAZIER, A. **Distribuição produtiva e tecnológica da agricultura brasileira e sua heterogeneidade estrutural**. Brasília: Cepal-Ipea, 2013. (Texto para Discussão n. 54).

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Competências organizacionais, trajetória tecnológica e aprendizado local na agricultura: o paradoxo de Prebisch. **Revista Economia e Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 599-629, 2016.



\_\_\_\_\_. Modelo evolucionário de aprendizado agrícola. **Revista brasileira de inovação**, v. 10, n. 2, p. 265-300, jul.-dez. 2011.

\_\_\_\_\_. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 50, n. 4, p. 717-738, out.-dez. 2012.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; VIEIRA, A. C. P. **A inovação na agricultura brasileira: uma reflexão a partir da análise dos certificados de proteção de cultivares**. Brasília: Ipea, 2013. (Texto para Discussão n. 1.866).

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J.G. (Orgs.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016.

VIEIRA JÚNIOR, P. A.; OSAKI, M.; ALVES, L. R. A. Rentabilidade da produção de soja em grão no Brasil. *In*: CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil: o desafio da rentabilidade na produção**. Brasília: CGEE, v. 2, 2014.

VIEIRA, J. R. **Reestruturação do Proálcool e continuidade da produção de álcool combustível no país**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 1999.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. **Revista UFG**, n. 13, 2012.

WINTER, S. G. Schumpeterian competition in alternative technological regimes. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 5, p. 287-320, jun. 1984.

WORLD BANK. **Food price watch**. World Bank, abr. 2011. 9p.

WORLD BANK. **World Bank Indicators**. 2016. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator>>. Acesso em: fev. 2016.



## ANEXOS

### ANEXO A

De acordo com a solução encontrada do modelo logístico, para um intervalo discreto  $\Delta t$ , o crescimento dos usuários da tecnologia é dado por:

$$y(t+1) - y(t) = N\{1 + e^{-[\beta(t+1)+k_5]}\}^{-1} - N[1 + e^{-(\beta t+k_5)}]^{-1}.$$

Reorganizando, tem-se que:

$$y(t+1) - y(t) = \frac{Ne^{-(\beta t+k_5)}(1-e^{-\beta})}{\{1+e^{-[\beta(t+1)+k_5]}\}[1+e^{-(\beta t+k_5)}]} \quad (\text{a.1})$$

Por seu turno, para o mesmo intervalo discreto  $\Delta t$ , pode-se verificar que:

$$y(t+1) - y(t) = \theta \frac{y(t)}{N} [N - y(t)].$$

Substituindo  $y(t) = N[1 + e^{-(\beta t+k_5)}]^{-1}$  na equação anterior e reorganizando, conclui-se que:

$$y(t+1) - y(t) = \frac{\theta N}{1+e^{-(\beta t+k_5)}} \left\{ 1 - [1 + e^{-(\beta t+k_5)}]^{-1} \right\}. \quad (\text{a.2})$$

Igualando (a.1) e (a.2), sendo  $\beta$  compreendido no intervalo aberto  $(-\infty, +\infty)$ , a relação entre  $\theta$  e  $\beta$  é dada por:

$$\theta = \frac{(e^\beta - 1)[e^{(\beta t+k_5)} + 1]}{(e^{[\beta(t+1)+k_5]} + 1)}. \quad (\text{a.3})$$

Tomando o limite de  $\theta$  quando  $\beta \rightarrow \pm\infty$ , tem-se que  $\theta$  está compreendido no intervalo  $(-1, +1)$ . Entretanto, considerando  $y(0)$  igual a um valor positivo no intervalo aberto  $(0, N)$ , a função logística é definida apenas na parte positiva e, nesse caso,  $\theta$  assume valores entre  $(0, 1)$ .

## ANEXO B

Separando a equação,<sup>1</sup> segue que:

$$y'(t) \frac{1}{y(t)[N-y(t)]} = \frac{\beta}{N}.$$

Integrando os dois lados da equação, encontra-se:

$$\int y'(t) \frac{1}{y(t)[N-y(t)]} dt = \int \frac{\beta}{N} dt, \quad (\text{b.1})$$

em que pode ser reescrita como:

$$\left( \int \frac{1}{y(N-y)} dy \right)_{y=y(t)} = \int \frac{\beta}{N} dt.$$

Para o lado esquerdo da igualdade da Equação b.1, utiliza-se o método das frações parciais. Para tanto, tem-se que:

$$\frac{1}{y(N-y)} = \frac{A}{y} + \frac{B}{N-y} = \frac{A(N-y)+By}{y(N-y)}.$$

Determinando as constantes A e B e igualando os numeradores, segue a igualdade dos polinômios:

$$0y + 1 = 1 = A(N - y) + By = (B - A)y + AN.$$

Logo,  $AN = 1$ , pois  $B - A = 0$ . Segue, então, que  $A = B = 1/N$ . Neste caso, a integral pode ser expressa por:

$$\begin{aligned} \int \frac{1}{y(N-y)} dy &= \frac{1}{N} \int \frac{1}{y} dy + \frac{1}{N} \int \frac{1}{N-y} dy \\ &= \frac{1}{N} \log|y| + k_1 + \frac{1}{N} \left( \int \frac{-1}{u} du \right)_{\substack{N-y=u \\ dy=-du}} \\ &= \frac{1}{N} \log|y| + k_1 - \frac{1}{N} \log|u| + k_2 \end{aligned}$$

1. Se  $F(y)$  é uma função derivável, então existe uma única solução para o seguinte problema de valor inicial (PVI): (PVI):  $y'(t) = F[y(t)]$ , com  $y(t_0) = y_0$ . Ou seja, se  $z(t)$  e  $w(t)$  são soluções da mesma equação diferencial ordinária, de modo que se  $z(t_0) = w(t_0)$ , conclui-se que as funções  $z(t)$  e  $w(t)$  são idênticas. Esse resultado, conhecido como teorema de existência e unicidade de PVI, implica que, se  $z(t)$  e  $w(t)$  são duas soluções distintas da mesma equação diferencial ordinária,  $z(t) \neq w(t)$ ,  $\forall t$ . Tal raciocínio pode ser aplicado à equação logística, uma vez que, neste caso,  $F(y)$  é uma função derivável em relação à  $Y$ . Finalmente, como as funções constantes  $z(t) = 0$  e  $w(t) = N$  são soluções da equação logística, qualquer solução  $y(t)$  da equação diferencial ordinária com  $y(0)$  diferente de 0 e  $N$  deve ser tal que  $y(t)$  é diferente de 0 e  $N \forall t$ . Nesse sentido, o procedimento de separação pode ser utilizado sem problema nesses casos. Lembrando que não há solução negativa, a solução geral da equação logística é então dada pelas soluções constantes  $z(t) = 0$  e  $w(t) = N$ , bem como pelas soluções obtidas pelo procedimento de separação, adotado neste trabalho.

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{N} \log|y| + k_1 - \frac{1}{N} \log|N - y| + k_2 \\
&= \frac{\log|y| - \log|N - y|}{N} + k_1 + k_2 \\
&= \frac{\log\left(\frac{|y|}{|N-y|}\right)}{N} + k_1 + k_2.
\end{aligned}$$

Substituindo  $y = y(t)$  e  $k_1 + k_2 = k_3$ , tem-se que:

$$\int y'(t) \frac{1}{y(t)[N-y(t)]} dt = \frac{1}{N} \log \left| \frac{y(t)}{N-y(t)} \right| + k_3.$$

Para o lado direito da equação b.1, o procedimento matemático é mais simples. Tem-se que:

$$\int \frac{\beta}{N} dt = \frac{\beta t}{N} + k_4.$$

Igualando, portanto, os dois lados, sabendo que  $y(t) > 0$ ,  $N - y(t) > 0$  e definindo que  $k_5 = (k_4 - k_3)N$ , conclui-se que:

$$\log \left( \frac{y(t)}{N - y(t)} \right) = \beta t + k_5$$

$$\frac{y(t)}{N - y(t)} = e^{\beta t + k_5}$$

$$y(t) = e^{\beta t + k_5} [N - y(t)]$$

$$y(t) = e^{\beta t + k_5} N - e^{\beta t + k_5} y(t)$$

$$y(t) + e^{\beta t + k_5} y(t) = e^{\beta t + k_5} N$$

$$y(t) = \frac{e^{\beta t + k_5} N}{1 + e^{\beta t + k_5}}.$$

## ANEXO C

O método *Constant Market Share* (CMS) tem sido utilizado para análises da determinação dos fatores que contribuíram para o desempenho das exportações de um país ou bloco econômico em relação ao resto do mundo ou mercados estrangeiros individuais em determinado período. De acordo com Richardson (1971), o CMS é construído para examinar o crescimento das exportações do país, que basicamente atribui o crescimento favorável ou desfavorável das exportações tanto à estrutura das exportações quanto à competitividade.

A intenção é que cada país ou bloco de países conserve sua parcela constante no comércio mundial. Se houver mudança nessa parcela, deve-se deixar implícito no modelo, sendo o seu desempenho atribuído à competitividade, associada aos preços relativos. Para Leamer e Stern (1970), os elementos que contribuem para que as exportações de um país não acompanhem a média mundial são: *i*) a concentração de exportações em mercadorias, cuja demanda cresça mais devagar que a média dos produtos; *ii*) as exportações destinadas a regiões estagnadas; e *iii*) a falta de interesse, estímulo ou condições do país em competir com seus ofertantes no mercado internacional.

Em sua forma simplificada e geral, o método do CMS<sup>2</sup> define que a parcela de mercado de um país é dada pela quantidade exportada dividida pelo total das exportações mundiais (variáveis expressas em valores monetários), sendo por sua vez função da competitividade relativa (identidade c.1):

$$s \equiv \frac{q}{Q} = f\left(\frac{c}{C}\right), \text{ sendo } f'(\cdot) > 0, \quad (\text{c.1})$$

em que denotam-se:  $S$  como a parcela de mercado do país em questão;  $q$  como a quantidade total exportada pelo país;  $Q$  como a quantidade total exportada pelo mundo;  $c$  como a competitividade do país; e  $C$  como a competitividade mundial.

Assim, derivando em relação ao tempo e entendendo que o crescimento da parcela de mercado depende do acréscimo da competitividade relativa do país, obtêm-se que:

$$\frac{dq}{dt} \equiv S \frac{dQ}{dt} + Q \frac{dS}{dt} = S \frac{dQ}{dt} + Q f' \left( \frac{d(c/C)}{dt} \right). \quad (\text{c.2})$$

2. Para um resumo detalhado do método CMS e um exemplo numérico, confira em Carvalho (2004).

De acordo com a identidade c.2, a variação total da quantidade exportada do país ( $\dot{Q}$ ) é descrita pelo efeito crescimento das exportações mundiais ( $S\dot{Q}$ ) e pelo efeito competitividade ( $Q\dot{S}$ ). O primeiro efeito representa a variação das exportações desde que mantida constante a parcela do mercado, enquanto o segundo efeito determina o crescimento adicional das exportações (para cima ou para baixo) atribuído às mudanças na competitividade relativa.

Conforme Richardson (1971), a observação de que a estrutura das exportações de um país afeta o crescimento das exportações totais, mesmo na ausência de mudanças na competitividade relativa, conduz a um modelo mais complexo de CMS. Um país deve se especializar, por exemplo, na produção de bens cuja demanda encontra-se em expansão, ou exportar para mercados geográficos mais dinâmicos. Nessa perspectiva, para uma dada *commodity* (ou mercadoria comercializada)  $i$  destinada a um mercado específico  $j$ , tem-se que:

$$S_{ij} \equiv \frac{q_{ij}}{Q_{ij}} = f_{ij} \left( \frac{c_{ij}}{C_{ij}} \right), \text{ sendo } f'_{ij}(\cdot) > 0. \quad (\text{c.3})$$

De forma análoga ao caso geral e entendendo que o efeito relacionado ao crescimento das exportações mundiais ( $\sum_i \sum_j S_{ij} \dot{Q}_{ij}$ ) pode ser decomposto entre três efeitos distintos que levam em consideração a mercadoria e o destino, mostra-se que o crescimento total das exportações passa a ser expresso por:

$$\dot{q} \equiv \underbrace{S\dot{Q}}_{(i)} + \underbrace{[\sum_i S_i \dot{Q}_i - S\dot{Q}]}_{(ii)} + \underbrace{[\sum_i \sum_j S_{ij} \dot{Q}_{ij} - \sum_i S_i \dot{Q}_i]}_{(iii)} + \underbrace{\sum_i \sum_j Q_{ij} \dot{S}_{ij}}_{(iv)}. \quad (\text{c.4})$$

No lado direito da identidade acima, verificam-se quatro efeitos: *i*) crescimento do comércio mundial; *ii*) composição da pauta; *iii*) destino das exportações; e *iv*) efeito residual representativo da competitividade. Tem-se a decomposição baseada no crescimento das exportações mundiais, favorável ou desfavorável, associada à estrutura das mercadorias ou mercados e às mudanças na competitividade relativa.

Para representar matematicamente o caso discreto, faz-se necessário considerar o período inicial (denotado por 0) e o final (por 1). Nesse sentido, considerando a diferenciação por mercadoria  $i$  e por destino  $j$ , é possível reescrever a seguinte identidade:

$$\Delta q_{ij} \equiv \left( \frac{q_{ij}^1 - q_{ij}^0}{q_{ij}^0} \right) q_{ij}^0 + \left[ q_{ij}^1 - q_{ij}^0 - \left( \frac{q_{ij}^1 - q_{ij}^0}{q_{ij}^0} \right) q_{ij}^0 \right], \quad (\text{c.5})$$

sendo  $\left( \frac{q_{ij}^1 - q_{ij}^0}{q_{ij}^0} \right) = g_{ij}$ .

Essa expressão pode ser agrupada da seguinte maneira, apresentando os quatro efeitos mencionados anteriormente:

$$\Delta q \equiv gq^0 + \sum_i (g_i - g)q_i^0 + \sum_i \sum_j (g_{ij} - g_i)q_{ij}^0 + \sum_i \sum_j (q_{ij}^1 - q_{ij}^0 - g_{ij}q_{ij}^0), \quad (c.6)$$

(i)                      (ii)                      (iii)                      (iv)

sendo  $g$  o incremento das exportações mundiais no período 0 para 1.

A identidade c.6 expressa que a variação das exportações do país ou região em questão, do período inicial para o final, decompondo a taxa de crescimento das exportações do país nos quatro efeitos. Os dois primeiros (*i* e *ii*) estão relacionados aos fatores externos, e os dois últimos (*iii* e *iv*) refletem a influência de fatores internos. Tais efeitos são descritos a seguir:

- i) o efeito crescimento do comércio mundial observa se as exportações do país estudado crescem à mesma taxa de crescimento do comércio mundial;
- ii) o efeito composição da pauta capta as mudanças na estrutura da pauta com concentração em mercadorias com crescimento de demanda mais ou menos acelerado. O efeito composição da pauta indica que, se as exportações mundiais do produto  $i$  aumentar mais que a média mundial para todas as mercadorias exportadas,  $(g_i - g)$  é positivo. O resultado será forte se  $q_i^0$  for relativamente grande, ou seja, o efeito composição da pauta será positivo se as exportações do país estiverem concentradas no produto de maior expansão ou quando a taxa de crescimento for superior à média mundial;
- iii) o efeito destino das exportações compreende as mudanças decorrentes das exportações de mercadorias para mercados de crescimento mais ou menos dinâmicos. Esse efeito será positivo se o país tiver concentrado suas exportações em mercados que experimentaram maior dinamismo no período analisado e negativo se concentrado em regiões mais estagnadas; e
- iv) o efeito residual, o qual seria uma *proxy* da competitividade. A medida deste efeito residual está, na prática, relacionada às mudanças nos preços relativos, ou seja, os importadores tendem a substituir o consumo dos bens cujos preços se elevaram pelo consumo daqueles com preços menores em termos relativos. Assim, quando um país deixa de manter sua parcela de mercado no comércio mundial, o termo competitividade é negativo e indica preços aumentando para o país em questão, em proporção maior que os preços de seus competidores.

As principais limitações encontradas no uso desse método relacionam-se ao efeito competitividade, que é quantificado sem envolver a identificação dos

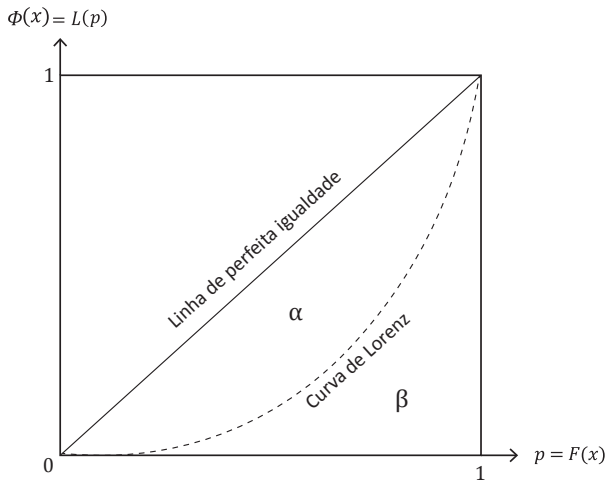


fatores explicativos desse indicador. Segundo Richardson (1971), o efeito residual reflete o efeito de fatores diversos que afetam a capacidade de venda de um país para mercados estrangeiros, como melhoria de qualidade, acordos comerciais e financeiros, mudanças na política de comércio, padrões de demanda, costumes e preferências.

## ANEXO D

Como se calcula a desigualdade de produção entre os estabelecimentos agropecuários, convencionou-se chamar o Gini de Índice de Desigualdade Produtiva (IDP). Além disso, o cálculo do IDP foi para uma amostra discreta de dados.

FIGURA D.1  
Curva de Lorenz para uma distribuição contínua



Elaboração dos autores.

Como mostra a figura d.1, os valores da proporção acumulada dos estabelecimentos agropecuários ( $p$ ) e da proporção acumulada da renda bruta ( $\Phi$ ) definem pontos em um sistema de eixos cartesianos ortogonais. Se os pares de porcentagens forem idênticos, tem-se a curva de perfeita igualdade, a qual coincide com a diagonal de 45 graus a partir da origem. Entretanto, ao observar a disposição da porcentagem acumulada dos estabelecimentos com o percentual acumulado da renda bruta, encontra-se a curva de desigualdade de renda produtiva, que também é conhecida por curva de Lorenz.

O cálculo da relação entre a área sobre a curva e a diagonal principal ( $\alpha$ ) e a área do triângulo abaixo da diagonal ( $\alpha + \beta$ ) mede a intensidade do grau de desigualdade de renda, com valores que variam de 0 (perfeita igualdade) a 1 (perfeita desigualdade). Para uma distribuição contínua e não negativa  $f(x)$ , sendo  $x$  a distribuição de renda bruta entre os estabelecimentos, verifica-se que a curva de Lorenz é sempre crescente e convexa em relação ao eixo das abscissas. Por definição, o IDP é:

$$IDP = \frac{\alpha}{\alpha+\beta} = \frac{\alpha}{0,5} = 2\alpha. \quad (d.1)$$

Sendo ( $\alpha = 0,5 - \beta$ ), então:

$$\alpha = 0,5 - \int_0^1 L(p)dp \quad e \quad IDP = 1 - 2 \int_0^1 L(p)dp. \quad (d.2)$$

Para uma distribuição discreta de dados, é necessário fazer algumas observações. Considere que  $x_i$  é a renda bruta do  $i$ -ésimo estabelecimento em uma população de  $n$  estabelecimentos agropecuários. A proporção acumulada dos estabelecimentos agropecuários até o  $i$ -ésimo estabelecimento é:

$$p = \frac{i}{n}. \quad (d.3)$$

A correspondente proporção acumulada da renda bruta é:

$$\Phi = \frac{1}{n\mu} \sum_{j=1}^i x_j. \quad (d.4)$$

A área  $\beta$  será dada pelo somatório dos  $n$  trapézios com base maior igual a  $\Phi_i$ , base menor  $\Phi_{i-1}$  e altura  $p_i - p_{i-1} = 1/n$ . De acordo com essas especificações, segue-se que:

$$\beta = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (\Phi_i + \Phi_{i-1}) \quad (d.5)$$

De acordo com a equação d.5, tem-se que:

$$IDP = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Phi_i + \Phi_{i-1}) \quad (d.6)$$

Todavia, quando a distribuição é definida pelo conjunto dos valores  $x_i$  (com  $i = 1, \dots, n$ ) e das respectivas probabilidades  $\pi_i$ , sem que seja necessário  $\pi_i = 1/n$  para todo  $i$ , calcula-se o IDP pela equação abaixo:

$$IDP = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Phi_i + \Phi_{i-1})\pi_i. \quad (d.7)$$



## NOTAS BIOGRÁFICAS

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

É pesquisador do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), professor do programa de pós-graduação em agronegócio da Universidade de Brasília (Propaga-UnB) e doutor em teoria econômica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), tendo realizado pesquisa de doutoramento na Universidade de Bordeaux, no Groupe de Recherche en Économie Théorique et Appliquée (GREThA). Em 2014, foi pesquisador visitante da Universidade de Columbia, trabalhando no Technological Change Lab (TCLab) e no Institute of Latin American Studies (ILAS). Além disso, obteve mestrado em economia aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), especialização em administração pública pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e bacharelado em economia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). No meio acadêmico, leciona disciplinas de economia, organização das empresas e agronegócio. Na esfera federal, desenvolve e avalia políticas públicas de inovações tecnológicas na agricultura. Em 2013, foi agraciado com o Prêmio Ruy Miller Paiva da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (Sober).

Albert Fishlow

É professor emérito da Universidade de Columbia e da Universidade de Berkeley na Califórnia. Tem servido como diretor do Institute of Latin American Studies (ILAS) e do Center for Brazilian Studies na Universidade de Columbia. Publicou pesquisas com a temática de história econômica, aprofundando-se nas estratégias latino-americanas e brasileiras de desenvolvimento, bem como as relações econômicas entre países industrializados e em desenvolvimento. Foi senior fellow de Paul Volcker para assuntos de economia internacional no conselho de relações exteriores. Serviu como vice-secretário assistente de Estado para assuntos interamericanos de 1970 a 1976. Em 1999, foi condecorado com a Ordem Nacional do Cruzeiro do Sul pelo governo do Brasil. Anteriormente, foi professor de economia da Universidade da Califórnia em Berkeley e decano da área de estudos internacionais. Foi também professor visitante na Yale School of Management, bem como professor de economia e diretor do centro de estudos internacionais da Universidade de Yale. Obteve seu PhD pela Universidade de Harvard e bacharelado pela Universidade da Pensilvânia.





## **Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

### **EDITORIAL**

#### **Coordenação**

Ipea

#### **Revisão e editoração**

Editorar Multimídia

#### **Capa**

Editorar Multimídia

*The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.*

#### **Livraria Ipea**

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES

Térreo – 70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)









*“Este livro representa uma importante contribuição dos economistas José Eustáquio e Albert Fishlow para o entendimento dos desafios enfrentados pelo setor agrícola brasileiro ao longo das últimas décadas, mostrando que os investimentos em pesquisa e desenvolvimento são fatores primordiais para a modernização tecnológica e elevação da produtividade do setor.”*

**Cândido Luiz de Lima Fernandes** – Professor da UFMG e Presidente do Ipead-MG

*“O livro dos professores José Eustáquio e Albert Fishlow confirma que o Brasil tem ilhas de excelência em tecnologia e produtividade. O desafio do desenvolvimento não é apenas macroeconômico, mas microeconômico. Importa reproduzir em larga escala essas experiências exitosas e, igualmente, evitar que esses esforços sejam comprometidos pela corrupção sistêmica, que interfere na estabilidade de nossa economia e de nossas instituições.”*

**Sérgio Fernando Moro** – Juiz Federal

*“Eis uma fascinante, densa e aguda interpretação sobre o Brasil do último meio século. Combina inúmeras virtudes, inclusive a colaboração entre o grande economista norte-americano, Albert Fishlow, que se tornou um dos maiores estudiosos do nosso país, e o economista do Ipea, José Eustáquio, que já comanda invejável produção científica. A análise associa o urbano e o rural, a indústria estatal e a privada, assim como a recente e espetacular revolução agrícola, discutindo a trajetória brasileira em torno da decisiva expressão que ilumina as chances de promover a prosperidade das nações: a dinâmica das inovações.”*

**Zander Navarro** – Pesquisador da Embrapa

*“Tal como os autores argumentam, não devemos subestimar a agricultura em prol da indústria. Não tenho dúvidas em afirmar que este livro está entre os mais importantes já editados sobre a economia brasileira. Investir nas vantagens comparativas do agronegócio é um caminho importante para o desenvolvimento econômico, social e tecnológico de nossa sociedade.”*

**Adolfo Sachsida** – Pesquisador do Ipea

#### MISSÃO DO IPEA

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ISBN 978-85-7811-294-3



9 788578 112943 >