



Universidade de Brasília Faculdade de Economia,  
Administração e Contabilidade – FACE  
Departamento de Economia

# Inovação Agropecuária: A Embrapa e o Sistema Setorial de Inovação

Alfredo Eric Romminger

Brasília

Abril 2017



Universidade de Brasília Faculdade de Economia,  
Administração e Contabilidade – FACE  
Departamento de Economia

Alfredo Eric Romminger

# Inovação Agropecuária: A Embrapa e o Sistema Setorial de Inovação

Tese apresentada ao Departamento de  
Economia da Universidade de Brasília como  
requisito à obtenção de título de Doutor em  
Economia.

Orientador: Prof. Dra. Andrea Felipe Cabello

Brasília

Abril 2017



## **Inovação Agropecuária: a Embrapa e o Sistema Setorial de Inovação**

**Brasília, abril de 2017.**

---

Orientadora: Prof. Dra. Andrea Felipe Cabello – FACE/UnB

---

Prof. Dra. Adriana Moreira Amado – FACE/UnB

---

Prof. Dra. Daniela Freddo – FACE/UnB

---

Prof. Dr. Marcelo Driemeyer Wilbert – Contabilidade/FACE/UnB

---

Dr. Luciano Martins Costa Póvoa – Senado Federal

---

Suplente: Prof. Dr. Roberto de Goes Ellery Junior – FACE/UnB

## **RESUMO**

O estudo de inovação mostra que existem falhas de mercado dificultando que a quantidade de pesquisa e desenvolvimento atinja seu ótimo social. A agricultura possui características especiais, como uma estrutura de mercado pulverizada, que quando combinada com os problemas existentes para se promover a inovação cria uma situação única em termos de teoria de inovação. Esta tese se propõe a analisar o funcionamento da inovação em agricultura focada no Brasil. Para tanto, utiliza da ferramenta de sistema setoriais de inovação e avalia a evolução da pesquisa agropecuária brasileira, focando-se na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), consolidando os principais indicadores e estatísticas referentes a inovação para o setor agropecuário e discutindo as consequências de tal arranjo para a geração da inovação e o futuro do sistema.

Palavras-chave: Inovação, Agricultura, Embrapa, Sistema Setoriais de Inovação.

## **ABSTRACT**

The study of innovation shows that there are market failures making it difficult for the amount of research and development to reach its social optimum. Agriculture has special characteristics, such as a pulverized market structure, which when combined with existing problems to promote innovation creates a unique situation in terms of innovation theory. This thesis proposes to analyze the operation of innovation in agriculture focused in Brazil. To do so, it uses the tool of sectorial system of innovation and evaluates the evolution of Brazilian agricultural research, focusing on the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), consolidating the main indicators and statistics regarding innovation for the agricultural sector and discussing as consequences from such an arrangement to the generation of innovation and the future of the system.

Keywords: Innovation, Agriculture, Embrapa, Sectoral System of Innovation.

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 1 – Agricultura e Inovação: mercado e pesquisa.....</b>	<b>12</b>
1.1. <i>O Processo de Inovação .....</i>	13
1.2. <i>Falhas de Mercado no Ambiente de Inovação Agrícola .....</i>	15
1.3. <i>A Inovação em Agricultura em Perspectiva Histórica .....</i>	17
1.4. <i>Inovação em Agricultura: Institutos de Pesquisa, Universidades e o Setor Produtivo .....</i>	19
1.5. <i>Características da Pesquisa Agropecuária .....</i>	25
1.6. <i>Estrutura de Mercado.....</i>	29
1.7. <i>A Propriedade Intelectual no ambiente de Inovação Agropecuária .....</i>	32
1.8. <i>Comentários Finais.....</i>	35
<b>CAPÍTULO 2 – Histórico da pesquisa agropecuária no Brasil .....</b>	<b>36</b>
2.1. <i>Origens da Pesquisa Agropecuária Brasileira.....</i>	38
2.2. <i>Breve histórico da Política de Inovação Brasileira .....</i>	41
2.3. <i>A evolução recente do marco regulatório da inovação no Brasil:.....</i>	46
2.4. <i>Comentários finais .....</i>	52
<b>CAPÍTULO 3 – Sistema de Inovação Setorial da Agricultura Brasileira.....</b>	<b>53</b>
3.1. <i>Sistemas de Inovação.....</i>	53
3.2. <i>Abordagens de Sistemas de Inovação.....</i>	57
3.3. <i>Sistema setorial de inovação da agricultura brasileira .....</i>	62
3.4. <i>Comentários Finais.....</i>	83
<b>CAPÍTULO 4 – Resultados da Embrapa como agente de pesquisa .....</b>	<b>85</b>
4.1. <i>Mensurando inovação: inputs e outputs .....</i>	85
4.2. <i>A Avaliação do Retorno da Pesquisa Agropecuária.....</i>	90

<b>4.3.</b>	<b><i>O esforço de inovação da Embrapa</i></b> .....	<b>91</b>
<b>4.4.</b>	<b><i>Evolução da produção agropecuária</i></b> .....	<b>105</b>
<b>4.5.</b>	<b><i>Comentários Finais</i></b> .....	<b>113</b>
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>114</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>121</b>

## LISTA DE GRÁFICOS, QUADROS, TABELAS E FIGURAS

Tabela 1.1: P&D por Setor, países selecionados - 2006 – em percentual .....	20
Tabela 1.2: Comparação entre Institutos de Pesquisa Agropecuária de Estados Unidos, Canadá, Brasil e Uruguai (BIN et al, 2013) .....	24
Tabela 1.3: Foco de P&D de países selecionados da América Latina .....	25
Tabela 2.1: Principais instituições dedicadas ao melhoramento genético no Brasil, por ano de criação (VIEIRA FILHO e VIEIRA, 2013) .....	39
Quadro 2.1: Principais iniciativas relativas à política de inovação do período de 1999 a 2002 .....	43
Quadro 2.2: Comparação das redações do artigo 20 da Lei de Inovação .....	51
Quadro 3.1: OEPAS por Estado .....	65
Gráfico 3.1: Gasto Público em Pesquisa Agropecuária – 1991-2013 .....	68
Tabela 3.1: Despesas do governo federal em funções selecionadas, Brasil, 2004-2016 (R\$ milhões, valores reais) .....	69
Tabela 3.2: Gastos públicos federais, função Agricultura e Embrapa, Brasil 2010-2016 (R\$ milhões) .....	70
Tabela 3.3 – Segmentação dos gastos da Embrapa, Brasil – 2010-2016 (R\$ milhões, valores reais) .....	70
Tabela 3.4: Financiamento do P&D no Brasil por fonte .....	71
Tabela 3.5: Distribuição da estimativa de investimentos públicos em P&D por objetivo – em percentual .....	71
Tabela 3.6: Unidades da Embrapa .....	78
Figura 3.1: Rede de pesquisa brasileira em Agricultura .....	82
Figura 3.2: Egonetwork da Embrapa na rede de pesquisa agropecuária .....	83
Tabela 4.1. Categoria de variável de inovação, conceito e proxy para medição .....	86
Tabela 4.2: Vantagens e Desvantagens das Principais Proxies para Mensuração da Inovação .....	87
Gráfico 4.1: Total de Pesquisadores no Setor Agropecuário entre Setores – 1983-2013.....	92
Tabela 4.3. Número de projetos por unidade da Embrapa e por OEPAS por produto ...	95
Tabela 4.4 Matriz de Correlações dos Projetos de Pesquisa das culturas pesquisadas entre as unidades da Embrapa e OEPAS .....	99
Gráfico 4.2: Patentes em Agropecuária no Brasil – 1991 a 2016 .....	101
Gráfico 4.3: Patentes Depositadas pela e Concedidas a Embrapa – 1981 a 2016 .....	102



Tabela 4.5: Variedades de cultivares registradas no Brasil (2007 - 2013) .....	103
Gráfico 4.4: Número de Variedades Protegidas pelo Brasil – 1999 a 2015 .....	104
Gráfico 4.5: Artigos Publicados em Revistas Indexadas – 1992 a 201 .....	105
Gráfico 4.6: Evolução da Produção de Soja – 1960 a 2015 .....	107
Gráfico 4.7: Evolução da Produção de Milho – 1960 – 2015 .....	109
Gráfico 4.8: Evolução da Produção de Cana-de-Açúcar – 1960 a 2015 .....	110
Gráfico 4.9: Evolução da Produção de Café – 1960 a 2015 .....	111
Gráfico 4.10: Evolução da Produção de Laranja – 1960 a 2015 .....	112

## INTRODUÇÃO

A inovação é parte da dinâmica de crescimento. Isso se reflete em teorias antigas como a visão de Marx de concorrência (ROSENBERG, 2006), o modelo neoclássico de crescimento de Solow (1956) e modelos posteriores, a visão cíclica de Schumpeter de destruição criativa (1942) e em ideias recentes como o conceito de complexidade de Hausman et al (2014). Entretanto, fomentar a inovação na economia não é algo fácil. Exige capacidades (FAGERBERG et al, 2010) e instituições adequadas por exemplo.

A economia brasileira é um caso típico em que os desafios se mostram presentes. Considerado um sistema de inovação intermediário (DALHMAN e FRISCHTAK, 1993), apresenta setores claramente avançados como aviação civil, mas ainda tem lacunas importantes que a restringem de maneira severa.

A inovação ainda é um grande desafio para o Brasil. De Negri e Lemos (2009, p. 3) observam que “O Brasil apresenta pouca sintonia com a matriz mundial, pois concentra esforços em áreas mais distantes da fronteira onde não há um maior esforço das nações líderes”. Setores como a extração de petróleo geralmente são citados na literatura como inovadores, enquanto o restante é considerado mais fraco (OCDE, 2015).

Dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ajudam a compreender o perfil da atividade inovativa da indústria no Brasil no período entre 2012 e 2014. As 132.529 empresas participantes investem, em média, 0,8% de seus faturamentos em atividades de inovação.

Das empresas que inovaram no período, 36,0% desenvolveram produtos e/ou processos; 33,7% dedicaram-se apenas às inovações organizacionais e 2,9% tiveram projetos incompletos e/ou abandonados. Esses resultados evidenciam a baixa atividade inovativa no país, mesmo considerados os setores industriais de ponta.

No que se refere à estratégia adotada pelas empresas, 78,1% foram elas mesmas responsáveis pelo desenvolvimento de seus produtos. Apenas 8,5% participaram de cooperação com outras empresas ou instituições para a pesquisa. Dessas, a maior parte cooperou com fornecedores e clientes, indicando um

direcionamento para o mercado nessas parcerias. Na maior parte das vezes, essa parceria é realizada com empresas também brasileiras.

Entre os fatores que inibem a implementação de projetos de pesquisa e desenvolvimento, os mais destacados pelos participantes da PINTEC foram: riscos econômicos excessivos, elevado custo da inovação, escassez de fontes de financiamento, rigidez organizacional e falta de pessoal qualificado.

As dificuldades de captação de mão-de-obra qualificada são explicitadas na PINTEC. Nas empresas que desenvolveram produtos no triênio 2012-2014, apenas 16,0% dos pesquisadores de dedicação exclusiva eram pós-graduados. A maioria dos pesquisadores, 70,2%, eram graduados.

Os dados da PINTEC são interessantes para delinear este perfil da inovação no Brasil, no entanto não abordam o funcionamento da inovação dentro do setor agropecuário. A agricultura é uma das áreas de destaque da economia brasileira, mas são poucos os estudos que consolidam a análise do processo de inovação no setor. A agricultura apresenta características únicas que dificultam o desenvolvimento de novas tecnologias e requerem uma participação maior do Estado, seja como regulador, seja como agente inovador.

No caso brasileiro, o Estado atua como agente inovador por meio da ação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A Embrapa, criada em 1973, teve vários papéis na evolução da pesquisa e desenvolvimento tecnológico brasileira. Foi essencial para transformar o Brasil em um país expoente no agronegócio mundial, mas também em um país capaz de abastecer sua própria população.

Historicamente, a empresa e o setor sempre teve papel de destaque na política de inovação brasileira e no sistema de inovação como um todo. Nas palavras de Dahlman e Frischtak (1993, p. 445): “Embrapa's activities have been backed by strong and consistent Government commitment to agriculture research since the early 1970s, in contrast to the more fragmented and far less effective approach to industrial research”.

Essa priorização da agricultura na política de inovação favoreceu uma estrutura centralizada com a Embrapa liderando os esforços de pesquisa no setor. Esse sistema foi importante na década de 1970 e 1980 quando a produtividade da agricultura brasileira ainda apresentava retornos mais baixos e precisava ser alavancada.

Hoje, no entanto, o cenário é diferente. O desafio do aumento da produtividade já foi alcançado, logo as inovações se dão por diversificação de produtos e melhorias de qualidade e há pelo menos dois tipos de produtores: o agronegócio e o produtor tradicional, com demandas bastante diferentes.

Além disso, as crises fiscais pela qual o Estado Brasileiro vem passando dificultam a previsibilidade da capacidade de financiamento a longo prazo de institutos de pesquisa públicos. Muitos centros estaduais já sofreram com isso e o fato do sistema ser centralizado em um instituto público implica que a pesquisa agropecuária está a mercê de volatilidades fiscais, sem uma alternativa clara provida pelos demais agentes do sistema. Esses agentes, apesar de existentes, não tem infraestrutura, recursos humanos, nem interação entre si comparáveis à Embrapa. Assim a discussão sobre como se dará o financiamento da pesquisa realizada pela Embrapa e como ela atenderá a demanda dos diversos usuários do sistema se torna relevante.

Dessa forma, o objetivo dessa tese é analisar o funcionamento do sistema de inovação agropecuário brasileiro, com ênfase no papel da Embrapa, e sua natureza de instituto público de pesquisa, descrevendo seus resultados e discutindo as consequências de tal arranjo para a geração da inovação e o futuro do sistema.

Como contribuições, a tese traz uma sistematização dos resultados recentes do esforço de inovação da Embrapa e uma discussão – não presente na literatura – acerca das consequências do papel centralizador de uma instituição pública em um sistema de inovação em um ambiente de restrições fiscais.

A Embrapa mantém um esforço constante para se justificar perante a sociedade, nada mais natural uma vez que ela precisa responder pelo investimento público recebido. Assim, seu Balanço Social argumenta, por exemplo, que a aplicação de um real na Embrapa gera um retorno de R\$ 9,23 para a sociedade (Embrapa, 2016a). Tal relação é válida, mas é importante se perguntar se esse mesmo um real direcionado a outra investimento não traria um retorno maior? A verdade é que a atuação da Embrapa é mais do que apenas o retorno financeiro dos recursos públicos aplicados. É preciso considerar outros fatores com que a empresa contribui dentro do sistema setorial de inovação da agricultura brasileira para avaliar a relevância da Embrapa.

Desta forma, este estudo é importante por trazer variáveis novas, além de outras estudadas em outros trabalhos, a fim de consolidar o conhecimento existente

sobre a inovação em agropecuária e como a Embrapa, mas também outros atores participantes do sistema, são necessários para o desenvolvimento tecnológico, mas também econômico brasileiro.

Este estudo revisa a principal literatura sobre inovação, pesquisa e inovação em agricultura, sistemas setoriais de inovação e a atuação da Embrapa em pesquisa agropecuária. O trabalho inicialmente desenvolvido é delinear a fronteira do conhecimento de inovação em agricultura a fim de compreender o papel da Embrapa neste tópico.

A partir do levantamento de dados junto à Embrapa, ao Instituto de Propriedade Intelectual (INPI), ao Free Patents Online (FPO), ao CGIAR (conhecido originalmente como Grupo Consultivo para Pesquisa Agropecuária Internacional), à International Union for Protection of New Varieties of Plants (UPOV), entre outros, buscou-se consolidar uma base de dados com todas as informações relevantes para a análise da atuação da Embrapa na inovação agropecuária brasileira. O resultado foi um trabalho único que mostra tanto as fraquezas da empresa, quanto suas qualidades na execução da missão que lhe foi determinada.

Esta tese está dividida em quatro capítulos mais uma conclusão, além desta introdução. O capítulo um aborda realiza uma revisão da literatura em teoria da inovação avaliando como se dá o processo de inovação frente as dificuldades existentes para se inovar, considerando as falhas de mercado em pesquisa e desenvolvimento. Além disso, avalia como estas falhas se confunde com as características únicas de estrutura de mercado da agricultura e como o setor público e privado se organizam para resolvê-las.

O capítulo dois faz uma revisão histórica da pesquisa agropecuária no Brasil a fim de descrever a evolução institucional da política de inovação no Brasil para compreender como se dá a organização institucional desse setor no que se refere à inovação. Para isso apresenta a origem histórica da pesquisa agrícola no país, bem como o desenvolvimento da política de inovação para agricultura brasileira. O capítulo conclui revendo o marco regulatório atual em inovação.

O capítulo três apresenta os conceitos de sistemas de inovação. Dadas as características do setor agropecuário, o capítulo discute o caso brasileiro considerando as ferramentas de sistema setorial de inovação. É feita uma descrição do Sistema

Setorial de Inovação (SSI) Agropecuário Brasileiro abordando questões institucionais, orçamentárias, analisando os papéis dos atores do sistema, em particular, o papel da Embrapa, inclusive na formação da rede de pesquisa agropecuária brasileira.

O capítulo quatro analisa os principais indicadores de inovação, a fim de consolidar os dados tanto de input quanto output existentes em relação a atuação da Embrapa em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Em termos de input, considera-se o tamanho do quadro de pessoal em pesquisa agropecuária, bem como sua formação. Já dados de produção científica como patentes, registro de cultivares e publicações revelam a produtividade tecnológica da Embrapa. Ainda considerando os outputs, estuda-se o impacto do desenvolvimento tecnológico na produção agrícola de cinco cultivos brasileiros: soja, milho, cana-de-açúcar, café e laranja. Na conclusão apresentam-se as discussões finais sobre o papel da Embrapa em inovação e a relevância da empresa dentro do SSI da agropecuária brasileira.

## **CAPÍTULO 1 – Agricultura e Inovação: mercado e pesquisa**

Malthus (1798) previu que a capacidade de produção de alimentos seria incapaz de crescer na mesma proporção que a população. Entretanto, o que se verifica hoje é exatamente o contrário. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2016), a produção mundial de alimentos é suficiente para atender a demanda da população total. Essa situação tida como inviável por Malthus ocorreu devido aos grandes avanços tecnológicos ocorridos no campo da agricultura que aumentaram significativamente a produtividade desse setor.

Uma das áreas de inovação melhor desenvolvidas, a pesquisa agropecuária lida, basicamente, com dois tipos de problemas: (i) aqueles relacionados à própria atividade de inovação, como problemas de propriedade intelectual e incentivos à inovar; e (ii) os que decorrem de maneiras específicas dessa indústria, dada suas características peculiares.

Sobre esses últimos, a estrutura de mercado atomizada e a questão geográfica tendem a incrementar os desafios desse setor, situação muitas vezes não vista em outras áreas de pesquisa e desenvolvimento. Além disso, a agricultura é, de modo geral, intensiva em terra, o que afeta a escolha da tecnologia e seus retornos. A combinação entre a questão geográfica e a necessidade de grandes áreas para produção faz com que exista uma limitação do potencial efeito transbordamento que inovação (ocorrida em um lugar) pode ter (PARDEY et al, 2010).

Contudo, é interessante destacar que, parte das características que dificultam a pesquisa agropecuária, como a questão climática e o tempo de maturação das culturas, são, também, espaços de oportunidade para o desenvolvimento do setor. Isso porque, situações reais como problemas climáticos e surgimento de novas pragas (ou a mutação de existentes) criam demandas para a pesquisa que pode levar a achados revolucionários (PARDEY et al, 2010).

Dessa forma, os aspectos desse setor fazem com que os incentivos à inovação sejam constantes e suas consequências tenham repercussões com efeitos mais disseminados e com maiores externalidades do que as percebidas em outros setores da economia. Por isso, essa temática é bastante trabalhada por aqueles que estudam

inovação, sendo tema de muitos dos trabalhos seminais de economia da inovação – segundo Grilliches:

“Current work on the role of public and private research in productivity growth has deep roots in the early work of agricultural economics. The first micro-production function estimates (TINTNER, 1944), the first detailed total-factor productivity (TFP) calculations (BARTON AND COOPER, 1948), the first estimates of returns to public research and development (R&D) expenditures (GRILLICHES, 1958; SCHULTZ, 1953), and the first production function estimates with an added R&D variable (GRILLICHES, 1964) all originated in agricultural economics (2001, p. 23).

Assim, o objetivo desse capítulo é discutir a pesquisa em agricultura no mundo, tratando das peculiaridades apontadas, com especial ênfase para o papel dos institutos públicos de pesquisa, de modo a justificar a escolha desse arranjo institucional para a condução da pesquisa agropecuária no Brasil.

Este capítulo está dividido em quatro seções além dessa introdução. A seção dois discute o processo de inovação, enquanto a terceira discute a pesquisa agropecuária em perspectiva histórica e comparativa, com foco nos institutos públicos de pesquisa. A seção quatro aborda as características da pesquisa agropecuária que resultam em falhas de mercado e, assim, favorecem uma estrutura em redes, viabilizada pelo setor público enquanto a seção cinco traz os comentários finais do capítulo.

### **1.1. O Processo de Inovação**

Conforme o Manual de Oslo (OECD, 2005), classificar a pesquisa em três estágios: básica, aplicada e desenvolvimento experimental. Essa divisão permite identificar a o grau de aplicação e ênfase em comercialização da pesquisa, ou seja, a distância entre a pesquisa desenvolvida e o usuário final ou produtor. No Brasil, é comum a crítica à pesquisa básica (tida como excessiva), principalmente por parte das universidades. Nas palavras de Schwartzman (2009, p. 385),

“o Brasil gasta a maior parte de seus recursos de pesquisa em atividades aplicadas, mas os resultados não são utilizados nem aparecem como deveriam aparecer [...]a existência de uma estratégia, entre pesquisadores de áreas básicas, de apresentar seus projetos como se fossem aplicados, para



assim obterem mais verbas.”

Contudo, é imperativo considerar que, ainda que o grau de dependência de um setor em relação à pesquisa básica varie (PAVITT, 2005), ela será sempre importante para o desenvolvimento eficiente das atividades econômicas. Entretanto, não pode ser o único tipo de pesquisa a ser desenvolvida em um país.

Schwartzman (2009) observa que quando a pesquisa aplicada de fato é realizada no país, muitas vezes não há demanda para ela. Isso, segundo o autor, ocorre por falta de interligação entre o setor ofertante (que realiza as pesquisas) e o demandante (usuários das inovações), ou seja, o setor produtivo. O fato está relacionado ao modelo de inovação que foi vigente no país por muitos anos, pautado por uma visão linear da inovação.

Esse modelo linear, que orientou por anos a pesquisa brasileira, pode ser entendido pelas contribuições de Kline e Rosenberg (1986) que mostraram como a ideia do investimento em pesquisa estava associada a uma visão linear de investimento em ciência, ou seja, vinculado, necessariamente, à disponibilização de um produto inovador.

Essa visão ficou conhecida como de oferta, pois focava primordialmente as restrições técnicas do processo e é associada à década de 1960. Esse foco foi modificado pela segunda geração do processo de inovação no Brasil, que introduziu a percepção da demanda e do mercado.

A década de 1970, com as restrições associadas ao choque do petróleo, trouxe a necessidade de reorganização da produção com a utilização de processos mais eficientes e mecanismos redutores de custos. Essa nova configuração econômica foi o que deu um novo foco à pesquisa e à inovação e marcou a segunda fase do processo de inovação brasileiro (ROTHWELL, 1994).

Já a década de 1980, a ascensão de firmas japonesas com novas abordagens de gestão de estoque e divisão de trabalho também provocaram mudanças no processo. Por fim, a década de 1990 enfatizou a necessidade de feedbacks e de uma simultaneidade na cadeia produtiva, com vários processos ocorrendo ao mesmo tempo e foco na interatividade entre os setores (ROTHWELL, 1994). Atualmente a questão da digitalização e os desafios para logística e informação passaram a ser levados em consideração.

Na agricultura, essa variação de fases não é tão marcada. Desta forma, percebe-se uma fase focada na oferta, uma na demanda e, atualmente, uma transição para um processo mais interativo, contudo este ainda é incipiente (MENDES, 2009). Bin *et al* (2013), apresentam uma classificação alternativa das fases do processo de inovação, em que a primeira seria focada na oferta, a segunda na demanda e, na terceira, a pesquisa teria um papel estratégico.

## **1.2. Falhas de Mercado no Ambiente de Inovação Agrícola**

Todas essas fases da pesquisa agropecuária brasileira foram marcadas pela elevada participação do Estado como agente realizador e incentivador da pesquisa brasileira. Essa intervenção do Estado no ambiente econômico deve-se ao fato de que, assim como nas demais áreas de desenvolvimento, na pesquisa agropecuária há falhas de mercado, com destaque significativo para as externalidades.

Essas falhas de mercado, onde os benefícios sociais são superiores aos benefícios privados, têm origem em vários dos aspectos da pesquisa, mas destacam-se o seu elevado custo afundado, o risco inerente da atividade, os retornos incertos e, ainda, a dificuldade de apropriação dos benefícios pelo pesquisador. Nesse ambiente, de elevada assimetria de informações, Arrow (1962) argumenta que o setor privado tende a investir menos do que o ótimo devido à:

- i. Os resultados da pesquisa têm atributos de bem público. Desta forma, se os benefícios sociais da pesquisa forem efetivamente maiores do que os da empresa que a desenvolveu, a tendência é de que haja um menor investimento de forma a maximizar o lucro;
- ii. O elevado risco envolvido pode fazer com que as firmas avessas ao risco optem por não desenvolver a atividade, se não puderem compartilhar os riscos da pesquisa com a sociedade; e
- iii. Devido aos elevados custos afundados de uma pesquisa, a presença da retornos crescentes (indivisibilidade) faz com que seja mais factível o desenvolvimento da pesquisa por uma firma grande do que por muitas pequenas.

Esse último ponto é um dos mais sensíveis para a pesquisa agropecuária brasileira. Como já destacado anteriormente, a produção agrícola é pulverizada, o que dificulta o investimento em inovação. Nas palavras de Pardey et al (2010, página 942):

*“agriculture is characterized by Market failures associated with incomplete property rights over inventions. The atomistic structure of much of agriculture that has continued unto the presente day means that the attenuation of incentives to innovate is more pronounced than in other industries that have become much more concentrated in their industrial structure.”*

Assim, a existência de falhas de mercado no tangente à pesquisa e à inovação, incluindo algumas específicas à agropecuária, faz com que a intervenção do Estado seja fundamental para elevar o nível de oferta de pesquisa. Contudo, devido às características do Estado, muitos autores enfatizam a necessidade de um controle ativo das orientações do agente público para as ações de pesquisa e inovação.

As mesmas características que qualificam o Estado como regulador e incentivador da atividade inovadora colocam barreiras à sua participação nesse mercado. Por ter como meta finalística o bem-estar social, o Estado realiza suas atividades sem ter o lucro financeiro como meta. Assim, pode desenvolver atividades com elevado risco. Contudo, isso acaba gerando efeitos indesejados.

Entre eles, destaca-se a possibilidade de o pesquisador público não se ater aos estágios mais avançados da inovação e, em alguns casos, atuar de forma não alinhada às necessidades do mercado, promovendo a pesquisa pela ciência. Diante disso, a necessidade de feedbacks e interações com o setor produtivo (notadamente a esfera privada da economia) se tornam ainda mais importantes. Por isso, a literatura enfatiza a importância da construção de redes de pesquisadores e pesquisas na agropecuária. Nas palavras de Salles-Filho e Kageyama (1998, p. 54):

*“a necessidade de aproveitar economias de escala em P&D, dividir riscos e incertezas e explorar a complementaridade de ativos (visando à obtenção de economias de escopo) leva à formação de múltiplas formas de cooperação, configurando redes para desenvolver e explorar conhecimento. Ciência e tecnologia são endógenas ao sistema econômico, e as trajetórias decorrentes passam a ser construídas por “coletivos”. Para superar a rigidez imposta pelas irreversibilidades e pelas convergências tecnológicas, a atividade científica deve operar sob a forma de redes (redes tecnoeconômicas flexíveis), em que o público e o privado se complementam, redefinindo-se então o conceito de*

conhecimento como bem público (ou, mais especificamente, pesquisa pública) e tornando a ciência uma fonte de diversidade e flexibilidade.”

Consequentemente, a cooperação que é fundamental para o desenvolvimento da inovação torna-se imperativa na agropecuária. A questão será retomada quando for desenvolvida a relação da Embrapa com as demais instituições no Sistema Setorial de Inovação Agropecuário Brasileiro.

### **1.3. A Inovação em Agricultura em Perspectiva Histórica**

A Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), órgão do Governo americano que lida com questões como pobreza mundial, aponta como objetivos da pesquisa agropecuária o aumento da produtividade, uma maior sustentabilidade ambiental e segurança alimentar e nutricional.

Já a FAO, Organização para a Alimentação e a Agricultura das Nações Unidas, chamam a atenção para restrições como o aumento da população mundial e a necessidade de se aumentar a produção e a produtividade de alimentos. As duas indicações chamam a atenção da necessidade de se desenvolver a agricultura de forma a ofertar quantidade e qualidade de alimentos de forma sustentada para a população mundial, destacando, assim, o papel das pesquisas agropecuárias.

A introdução do uso da ciência na agricultura ocorreu há cerca de cem anos, favorecida pelo desenvolvimento de teorias como a evolução de Darwin e a genética de Mendel entre outras. O desenvolvimento da química e da microbiologia também contribuíram para o controle de pragas e, com isso, para o incremento da produtividade agrícola.

Inicialmente, a pesquisa em agricultura foi desenvolvida por indivíduos e boa parte dessa dela era feita na Grã-Bretanha. Posteriormente, essa hegemonia foi passada à Alemanha de tal forma que *“during the later half of the nineteenth century it was almost obligatory for anyone with a serious interest in agricultural Science to study in Germany”* (PARDEY et al, 2010, p. 946).

Nesse período, foi criado o modelo institucional que prevaleceu no mundo desenvolvido, com base em um sistema de educação e pesquisa de agricultura público

nacional. No caso dos Estados Unidos (inspirado no alemão) incluiu a criação de estações estaduais de experimento agrícola (*State Agricultural Experimental Stations – SAESs*) e o *US Department of Agriculture* (USDA), ou seja, um sistema federal-estadual.

Apesar da institucionalização promovida, nas primeiras décadas do desenvolvimento científico agropecuário, o progresso ocorreu de forma independente, sem um sistema de propriedade intelectual propriamente dito para direcioná-lo. As primeiras patentes na agricultura surgiram na indústria química, reflexo do avançado desenvolvimento dessa, em especial na Alemanha.

Por muitas décadas, discutir propriedade intelectual em agricultura não fez sentido, por se acreditar que plantas e animais fossem domínio público. No Brasil, essa visão perdurou até poucos anos atrás e só foi alterada em reformas recentes como a Lei dos Cultivares (LEI nº 9.456, de 25 de abril de 1997) que vieram em resposta aos Acordos sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPS).

Assim, as melhorias e cruzamentos desenvolvidos seguiam o modelo tradicional. Moschini e Lapan (1997) lembram que a proteção de propriedade intelectual, comumente atribuída a produtos da natureza foi diversificada. Por exemplo, nos Estados Unidos, ao invés de patentes (emitidas pelo Escritório de Patentes e Marcas), muitas vezes eram emitidos certificados de proteção (emitidos pelo Departamento de Agricultura).

Devido às características tratadas na seção anterior, boa parte da pesquisa agrícola mundial é realizada por um sistema de institutos de pesquisas, o *Consultative Group for International Agricultural Research* (CGIAR). Clark (2002) argumenta que os ganhos da Revolução Verde não vieram de pesquisas realizadas pelos sistemas nacionais e, sim, dos institutos ligados ao CGIAR. Em sua opinião, nos sistemas nacionais, há uma tendência dos cientistas se isolarem do processo produtivo, analisando projetos (e os financiando) com base em mérito científico somente. Ele critica, também, a estrutura hierárquica e a falta de feedbacks que impede um contato mais próximo com o usuário final (o setor produtivo).

Perez e Rosegrant (2015) observaram que um aumento de 2% na produtividade total de fatores pode reduzir os preços em até 17% (para cereais) e 15% (para carne),

além de promover o aumento do consumo (4,5% e 3,9%, respectivamente) de produtos agropecuários. Apesar disso, o investimento em pesquisa agropecuária no mundo continua pequeno.

No Brasil, o investimento em pesquisa agropecuária está, ainda, abaixo da média dos países da OCDE. Contudo, apesar das dificuldades encontradas para a promoção desse tipo de pesquisa em território nacional, o investimento brasileiro em pesquisa é superior à média observada em países latino-americanos. Destaca-se, em todos, uma fraca participação do setor privado no financiamento (OCDE, 2015).

As falhas de mercado, tratadas na seção anterior, reduzem a participação do setor privado em pesquisa e desenvolvimento, de modo que o investimento se mantém abaixo do ótimo social. Os governos tampouco conseguem reverter esta situação, principalmente diante de uma série de obrigações sociais, muitas delas, constitucionais. De forma geral, os Estados possuem duas grandes estratégias para intervir no mercado de pesquisa agropecuária. A primeira é fornecer recursos públicos para o financiamento dos projetos, a segunda é implementar políticas que garantam e aumentem a apropriação dos benefícios da pesquisa para o setor privado. Ambas as estratégias podem ser implementadas por diversas ações. Contudo, o que se observa é a reduzida diversificação das práticas empregadas, com foco no provimento do desenvolvimento pelo próprio Estado.

A solução mais comum adotada por muitos países foi a criação de institutos públicos de pesquisa que são instituições financiadas e controlas pelo Estado, mas sem a responsabilidade de Ensino – portanto, diferente das Universidades. Assim, esses institutos têm influência tanto do Estado quanto da academia (BIN et al, 2013).

#### **1.4. Inovação em Agricultura: Institutos de Pesquisa, Universidades e o Setor Produtivo**

A literatura especializada aponta uma diferenciação entre os objetivos do Estado e dos agentes privados no que se refere à pesquisa. Enquanto o setor público estaria focado em pesquisa básica - muitas vezes com missões específicas focadas em retorno social -, o privado teria um foco no desenvolvimento final, com ênfase na

produção e comercialização de produtos e processos (BIN et al, 2013; QUENTAL et al, 2001).

Alguns autores enfatizam que só o fato de uma pesquisa realizada pelo público, ou seja, não ser orientada para a geração de lucro, ela tende a ter uma natureza mais básica e menos aplicada (MOSCHINI e LAPAN, 1997; STADS e BEITEMA, 2009). Pela observação dos autores, é possível, de forma bastante simplificada, definir as motivações de cada grupo de pesquisa, quando agindo separadamente. A saber:

- Mercado/ agentes privados: maximização do lucro da empresa;
- Universidades: produção científica; e
- Institutos de pesquisa: maximização do bem-estar social (função do Estado).

Sunding e Zilberman (2001) sugerem que o papel da universidade e de institutos de pesquisa difere de acordo com a área de pesquisa. Em áreas como a biotecnologia, a importância das universidades, mais focadas em pesquisa básica, é crescente, pois há uma aderência maior entre pesquisa básica e aplicada – essa é uma relação observada por Pavitt (2005) também de que a importância relativa de cada tipo de pesquisa é diferente em cada setor e até mesmo em cada país.

No caso da agropecuária, Stads e Beitema (2009) ressaltam que instituições privadas têm como foco o desenvolvimento de culturas exportáveis, enquanto os institutos públicos de pesquisa tendem a ter interesses mais amplos, ou seja, não orientados diretamente à produção.

A Tabela 1.1 mostra a participação do governo (representado por Institutos Públicos de Pesquisa), das Universidades e do Setor Não-Lucrativo na pesquisa em diferentes países da América Latina:

**Tabela 1.1: P&D por Setor, países selecionados - 2006 – em percentual**

	<b>Governo</b>	<b>Universidades</b>	<b>Não-Lucrativo</b>
<b>Argentina</b>	55.4	44.6	0
<b>Brasil</b>	81.2	17.2	1.7
<b>Chile</b>	67.2	29.3	3.2
<b>Colombia</b>	46.4	18.3	35.3
<b>México</b>	45.9	54	0.1
<b>Paraguai</b>	52.8	47.2	0
<b>Uruguai</b>	53.2	42.6	4.3

Fonte: Stads e Beitema (2009). Valores de 2006.

Stads e Beitema (2009) observam que, diferentemente dos principais países da América Latina e Caribe, no Brasil, o papel das universidades na pesquisa agropecuária é secundário, sendo bastante concentrado nas mãos da Embrapa. Um possível motivo para isso seria uma pulverização de recursos universitários e uma falta de especialização das instituições, que faz com que muitas atuem, mas nenhuma tenha um papel comparável ao da empresa.

Rush et al (1995) aponta como função dos institutos públicos de pesquisa a provisão de serviços especializados e chamam a atenção para a possibilidade de *crowding out* entre essas instituições e os agentes privados, de tal forma que os institutos não devem tentar substituir as empresas na atividade inovadora. Já na opinião de Salles-Filho (2000) essas funções compreenderiam também a formulação e execução de políticas, a promoção do desenvolvimento além da geração do conhecimento.

Observa-se que na visão deste autor além do papel da pesquisa, cabe também o papel da política pública, quase como um super órgão de fomento. Nas palavras de Quental et al (2001, p. 147): “como órgãos de Estado, os institutos de pesquisa podem exercer importantes funções políticas e estratégicas para as quais são exigidos conhecimentos técnicos especializados”. Entretanto, deve-se ter em mente que essa não separação pode levar a escolhas não ótimas se não houver posturas claras de avaliação<sup>1</sup>. Quental (1995) também chama a atenção para a importância de institutos públicos na qualificação de pessoal. Já Quental et al (2001) os qualificam como reservatório de conhecimento útil e capacitação técnica.

As décadas de 1980 e 1990 foram momentos de restrições fiscais e orçamentárias em todo mundo e isso teve reflexos sobre os institutos de pesquisa públicos. Para Salles-Filho e Bonacelli (2007), isso implicou abrir mão de políticas de médio e longo prazo em favor de prioridades de curto prazo, logo a política de ciência e tecnológica, claramente uma política de longo prazo perdeu muito com isso. Salles-Filho e Bonacelli (2010) relatam experiências internacionais de institutos de pesquisa agropecuários. No caso do Reino Unido, por exemplo, eles descrevem a privatização do

---

<sup>1</sup> Seguindo a lógica desse argumento de instituto de pesquisa que ao mesmo tempo é um órgão público, Salles-Filho e Kageyama (1998, p. 54) chamam a atenção que tais institutos estão sujeitos às mesmas restrições de controle que os demais órgãos da administração pública e que isso pode limitar suas escolhas: “a competitividade institucional é bloqueada pelos intrincados procedimentos de controle e, ao mesmo tempo, o controle dos resultados é feito de forma precária e burocrática”.



*Plant Breeding Institute* (PBI), em que a separação da pesquisa básica da aplicada teria levado a problemas de comunicação na pesquisa. Eles relatam também cobrança de taxas por prestação de serviços. Já o *Institut National de la Recherche Agronomique* da França preferiu buscar parcerias, mantendo-se como um instituto público de pesquisa. Assim, pode-se afirmar que a década de 1990 viu uma onda de reestruturação de institutos públicos de pesquisa (GARCIA e SALLES FILHO, 2009).

Na América Latina, o INTA da Argentina teria buscado uma flexibilização administrativa e financeira e maior proximidade com parceiros da iniciativa privada. No Uruguai, optou-se por um novo modelo institucional, com contratos de trabalho limitados e participação ativa dos produtores. Na visão de Salles-Filho e Bonacelli (2010, p. 94):

“os institutos vêm introduzindo mecanismos diretos e indiretos de abertura institucional que alteram o perfil do setor público de pesquisa. Dentre estes mecanismos destacam-se as mudanças nas carreiras dos pesquisadores, como a introdução de ganhos por desempenho; a implantação de incentivos à captação de recursos; o estabelecimento de canais de comercialização de tecnologias, serviços e produtos; e a quebra das estruturas compartmentalizadas das equipes de pesquisa. Mais do que isso, os exemplos servem para mostrar que o fenômeno em questão tem abrangência global e alcance geral. Porém, como visto, não existe um padrão único ou mesmo padrões de organização da pesquisa. Há, sim, elementos comuns que caracterizam os processos de reorganização”.

Na opinião de Bin *et al* (2013) as instituições públicas de pesquisa em agricultura se tornaram mais sofisticadas, flexíveis, autônomas e orientadas à comercialização por causa dessa escassez de recursos. Já Salles-Filho e Bonacelli (2007) relacionam a reestruturação institucional da Embrapa à reforma do Estado mais ampla da década de 1990. Eles caracterizam a década de 1990 como um período de “reorganização desorganizada” pois teria ocorrido sem “sem qualquer coordenação macro-institucional” e o mesmo teria ocorrido com a reorganização da década seguinte. (SALLES-FILHO e BONACELLI, 2007, p. 29)

Para eles, quatro foram os caminhos trilhados pelos institutos de pesquisa públicos: *path finders* (aqueles que se adaptaram e acharam novos recursos e parcerias), os *path founders* (aqueles que buscaram novas trajetórias em funções diferentes), os *survivors* (os que realizaram mudanças cosméticas, mas sem sair das restrições de forma

efetiva) e os *path losers* (as que foram extintas ou fundidas).

Eles chamam a atenção que muitos dos *path losers* são instituições estaduais “mantidas pelos estados foram fechadas ou transformadas em outras, quase sempre com critérios de natureza fiscal” (SALLES-FILHO e BONACELLI, 2007, p. 30) criticando, portanto, a falta de critérios científicos e de eficiência para essa tomada de decisão além de orçamento.

Dessa forma, esses autores apontam como consequências desse processo de reestruturação das instituições de pesquisa pública frente a restrições macroeconômicas uma maior eficiência de gestão, uma diversificação de funções dessas instituições, com novas áreas de atuação e novos serviços prestados, e o que eles chamaram de canibalismo entre elas devido ao aumento de competição, nem sempre saudável, por recursos. Os autores ressaltam que a restrição de recursos se afrouxou, mas esses recursos se tornaram competitivos, como por exemplo via fundos setoriais.

O resultado desse processo é que, na opinião desses autores:

“na busca desenfreada por recursos, transformaram-se em instituições de pesquisa que não fazem pesquisa. Não fazem porque são obrigadas a gerar recursos para seguir existindo e passam então a dedicar suas competências para vender serviços. Vão, evidentemente, acabar mal, por duas razões simultâneas: a) enfrentarão competição direta de empresas de consultoria sem a devida estrutura e formação para tanto; b) perderão seu diferencial, que é justamente o da pesquisa que lhes alimenta a capacidade de prestar serviços diferenciados daqueles que o mercado pode oferecer.” □ (SALLES-FILHO e BONACELLI, 2007, p. 31)

Em termos de comparações internacionais, Bin et al (2013) comparam quatro instituições públicas de pesquisa agropecuária: o Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura Americano (ARS), o braço de pesquisa do *Agriculture & Agri-Food Canada (AAFC)*, o Instituto de Pesquisa Nacional Agrícola do Uruguai e a Embrapa no Brasil e apontam para um padrão histórico comum. Os autores observam que as quatro instituições também apresentam um formato institucional próximo, com unidades centralizadas para planejamento e administração e unidades descentralizadas para a pesquisa – isso pode, inclusive, ser considerado consequência da especificidade locacional da agricultura que favorece esse tipo de formato em rede descentralizada, que

será discutida mais a frente. As instituições americana e a canadense são da década de 1950 enquanto a uruguaia foi criada na década de 1990. Seus projetos geralmente são financiados tanto por fundos internos e externos e são geralmente selecionados por processos competitivos com base em mérito científico (exceto a ARS). A tabela 1.2 mostra um resumo da comparação que os autores fizeram.

**Tabela 1.2: Comparação entre Institutos de Pesquisa Agropecuária de Estados Unidos, Canadá, Brasil e Uruguai (BIN et al, 2013)**

	<b>ARS</b>	<b>AAFC</b>	<b>Embrapa</b>	<b>INIA</b>
<b>País</b>	Estados Unidos	Canadá	Brasil	Uruguai
<b>Missão</b>	Desenvolver Soluções de para problemas de alta prioridade; segurança alimentar e necessidades nutricionais; competitividade; questões ambientais; oportunidades para população rural.	Competitividade; maximização de lucro; respeito ao meio ambiente; sustentabilidade; inovação.	Sustentabilidade por meio do desenvolvimento e inovação para o benefício da sociedade.	Desenvolvimento sustentável, considerando política, inclusão social, demanda de mercado e necessidades de consumidores.
<b>Unidades de Pesquisa</b>	100 (algumas fora do país)	19	42 de pesquisa; 5 de serviços	5 estações de experimento
<b>Pesquisadores (Percentual total de funcionários)</b>	2200 (37%)	600 (26%)	2215 (31,5%)	123 (31%)
<b>Orçamento aproximado (2010)</b>	US\$ 1,1 bilhão	US\$ 240 milhões (2003)	US\$ 1 bilhão	US\$ 20 milhões

Fonte: Bin et al (2013) com adaptações.

Observa-se, pela tabela 1.2, que somente as instituições latino-americanas tem preocupações claras com o desenvolvimento, até pelo estágio de desenvolvimento dessas economias em comparação com a americana e a canadense em que o termo competitividade foi enfatizado (mas a americana se preocupa com oportunidades para a população rural).

Já na América Latina, Stads e Beitema (2009) observam que o Chile e a Argentina foram os primeiros países da região a fundar institutos públicos de pesquisa agropecuária, ainda na década de 1950, enquanto o resto da América Latina fez, em sua

maioria na década seguinte. Apesar de a Embrapa ter sido criada somente na década de 1970, deve-se lembrar que já haviam institutos de pesquisa públicos no Brasil e, em certo sentido, a criação da Embrapa significou uma centralização da pesquisa que ocorria de forma dispersa nesses institutos. O financiamento e treinamento dessas instituições, segundo os autores era feito muitas vezes com auxílio de organizações internacionais e foi acompanhado por um crescimento do engajamento de universidades em pesquisa na área.

A maior parte da pesquisa agropecuária na América Latina foi realizada em parceria com o CGIAR, que investiu cerca de 14% do seu orçamento na região. Apesar do forte envolvimento do setor público, quando comparado com outras regiões em desenvolvimento, a participação do setor privado na América Latina tende a ser maior, entretanto, boa parte da tecnologia utilizada por empresas privadas ainda advém de agentes públicos e universidades ou é transferida de fora (STADS e BEITEMA, 2009).

A tabela 1.3 mostra o foco do P&D de países selecionados da América Latina.

**Tabela 1.3: Foco de P&D de países selecionados da América Latina**

	Plantação	Gado e Animais	Florestal	Peixes	Pós-Colheita	Recursos Naturais	Outros
<b>Argentina</b>	38.5	27.5	5.9	2.9	4	14.4	6.7
<b>Chile</b>	44.2	20.4	5.8	3.1	2.9	17.5	6.1
<b>Colombia</b>	47.4	20.9	2.5	4.2	2.2	9.4	13.3
<b>Mexico</b>	37.6	15.6	3.9	9.4	4.3	17.3	11.6
<b>Paraguai</b>	72.1	10	3.2	0	0.4	6.8	7.4
<b>Uruguai</b>	25.2	42.5	2.1	8.6	7.3	5.9	8.4

Fonte: Stads e Beitema (2009). Números de 2006.

Dessa forma, observa-se um padrão institucional bem similar no que se refere à presença pública na pesquisa agropecuária. A próxima seção discutirá as peculiaridades dessa pesquisa que fazem emergir esse padrão semelhante.

### 1.5. Características da Pesquisa Agropecuária

O objetivo dessa seção é apontar os problemas referentes à geração, difusão e adoção de tecnologias que são específicas ao setor agropecuário. Dois deles aparecem

na literatura com maior frequência e serão tratados com maiores detalhes em subseções: a questão da estrutura de mercado e os direitos de propriedade.

Há diferenças importantes entre a agricultura e a indústria: a produção da indústria tende a ser mais estável e menos sensível a condições locais do que a agrícola. Isso inclusive aumenta o risco do investimento, pois como Clark (2002) coloca, não há garantias de que uma tecnologia desenvolvida para um contexto funcionará em outro, sendo essa situação mais evidente no caso de cultivares e técnicas agrícolas.

A própria ideia de que a tecnologia é um bem público e livremente disponível (STIGLITZ, 1999), implícita em muitos modelos de crescimento da literatura, apesar de bastante controversa (Fagerberg, 1994), traz à tona a questão do “context specificity” (CLARK, 2002), algo ainda mais claro na agricultura.

Em relação aos tipos de inovação, seguindo o Manual de Oslo (2005), Sunding e Zilberman (2001) observam que a inovação na agricultura geralmente não se dá por produtos inéditos e, sim, pela melhora no desempenho da produção daqueles existentes. Logo, eles dividem as inovações entre aquelas incorporadas nos bens e serviços e as não incorporadas – muitas vezes os benefícios das não incorporadas não podem ser apropriados.

Isso levou a tentativa de se proteger tais inovações. Sunding e Zilberman (2001) exemplificam com o caso de novas sementes híbridas e a proibição de reproduzi-las. Logo, inovações protegidas têm pelo menos parte dos seus benefícios apropriados na venda. Nesse sentido, por geralmente se tratarem de inovações que não criam novos produtos, as inovações na agricultura são mais difíceis de serem protegidas. Por isso, o setor público acaba tendo um papel importante no financiamento de pesquisa de inovações que não são incorporadas ou que são incorporadas, mas não protegidas. Os mesmos autores lembram que as tecnologias podem reduzir custos ou aumentá-los (ou, ainda, reduzir o uso de um fator de produção em detrimento de outro) ou buscar o aumento da qualidade.

Klerkx e Leeuwis (2008a) observam uma mudança em favor de uma diversificação de produtos e especialização de produtores. Esse fenômeno também foi observado por Sunding e Zilberman (2001). Nas palavras de Klerkx e Leeuwis (2008b, p. 365):

*“While in the ‘old’ agricultural sector, dominated by mass production, the request for new knowledge and technologies had a rather homogeneous character, the diversification of products in the ‘new’ agricultural sector will lead to the agricultural knowledge infrastructure no longer having a more or less homogeneous group as a customer, and will need to start anticipating the wishes of customers with very different needs and wishes. This development will have an enormous impact on the content, organization and institutionalization of the agricultural knowledge infrastructure and more in particular on the interface between the users and producers of knowledge”.*

Um exemplo disso é o próprio agronegócio, que ainda na visão de Sunding e Zilberman (2001), tem levado ao desenvolvimento de aprimoramento de produtos. Essas melhorias tem relação não apenas com a produtividade, mas, também, com a segurança alimentar, a questão ambiental e aquelas trabalhistas.

Clark (2002) enfatiza, ainda, a importância do conhecimento tácito nesse setor. Ou seja, a agricultora se beneficiaria de uma relação mais próxima entre usuário e produtor de tecnologia com um sistema eficiente de feedbacks. Contudo, mesmo que o fazendeiro tenha bastante conhecimento (tácito), as chances de obstáculos para que o P&D ocorra são grandes. Assim, o autor justifica o grande papel de institutos públicos de pesquisa na inovação agrícola, em um modelo “top-down” (BIGGS, 1989).

Vanloqueren e Baret (2009) discutem, complementarmente, a importância de path dependence e de trajetórias tecnológicas na agricultura. Desta forma, chamam a atenção para a importância do estoque de conhecimento, principalmente no cruzamento de culturas. Ou seja, o risco associado à adoção da tecnologia errada e as potenciais perdas sociais (ARTHUR, 1989; DAVID, 1985) devido à uma possível restrição a uma trajetória previamente escolhida se somam a essas questões já levantadas.

Chataway et al (2006) evidenciam o contexto regulatório específico em que tal pesquisa se insere. Eles observam que as indústrias agropecuária e farmacêutica atuam tipicamente em ambientes bem restritos do ponto de vista regulatório. Esses autores afirmam, então, que sistemas regulatórios muitas vezes mandam sinais contraditórios: se por um lado demandam aumento de produção, por outro afirmam haver superprodução, exigindo por motivos ambientais uma produção mais orgânica.

Já Sunding e Zilberman (2001) destacam a influência da configuração do mercado e apontam que, por exemplo, desde o pós-guerra, o excesso de oferta de

commodities agrícolas é claro, levando a baixa lucratividade e a pedidos de apoio governamental ao setor.

Ainda sobre os mercados, a existência de falhas de mercado pode implicar na não adoção de uma tecnologia, pois o benefício da mesma pode demorar a ser sentido pelo produtor. De fato, não há consenso na literatura sobre a existência de lucratividade na inovação por parte dos produtores, nem mesmo quanto a adoção de inovações já descobertas. Por exemplo, para Rausser e Zusman (1991), o investimento em inovação depende da equalização entre o aumento marginal na soma dos excedentes do produtor e do consumidor (ou o excedente de mercado), além do custo marginal do investimento em inovação. Assim, o benefício para cada grupo dependerá do seu peso na função de bem-estar.

Em um jogo cooperativo, espera-se que ambas as partes se beneficiem. Quando tanto a oferta quanto a demanda são inelásticas, o excedente do consumidor tende a cair com a inovação, de modo que os produtores perdem com ela se não forem compensados. Nesse sentido, Sunding e Zilberman (2001) observam que há reação entre a inovação e programas de renda ou subsídios para produtores. Já quando há diferenças na elasticidade de oferta e demanda, ambos podem se beneficiar dos ganhos um dos lados incorre na maior parte de seu financiamento (o mais elástico).

No que se refere a adoção de tecnologias, é interessante mencionar a classificação de Cochrane (1993). Ele dividiu os produtores em três grupos seguindo a noção de Roger (1962) de uma curva de difusão. Os grupos são: os primeiros a adotar; os seguidores e os atrasados. Segundo Cochrane, os primeiros adotam a tecnologia quando ela é nova e formam um pequeno grupo. Para esses, o impacto é grande, pois a inovação ainda não foi sentida nos preços.

Com a adoção pelos seguidores, o impacto nos preços aparece e, possivelmente, até a lucratividade da inovação é afetada. Entretanto, dada a natureza estratégica da escolha, não adotar a nova variedade pode não ser uma escolha. Os benefícios para esse grupo não são claros. No que se refere aos atrasados, eles são, muitas vezes, obrigados a incorporar a inovação, podendo, em alguns casos, perder recursos, pois incorrem em custos e não se beneficiam dos preços. Assim, na visão de Cochrane, os produtores como um todo não ganham com a inovação – esses ganhos vão para os consumidores. Caso esse raciocínio seja válido, há um argumento para subsídio.

Sunding e Zilberman (2001) ainda observam que nesse contexto - e seguindo Zilberman (1984) - que os primeiros a adotar por se beneficiarem podem inclusive passar a acumular terra, levando a um processo de concentração agrária e de renda que se retroalimenta: quanto mais rico e maior se é, mais chance se tem de ser um primeiro a adotar.

A questão de concentração de terra nos leva à questão do tipo de gestão vigente na agricultura, comumente com uma separação entre a propriedade e a gestão, em regimes de parceria e arrendamentos, por exemplo. A separação entre a administração e a posse da terra também pode levar a problemas como conflitos de interesse tipo principal agente.

Tal separação ocorre porque o custo da adoção tecnológica recai sobre administrador e não sobre o dono – dessa forma, a adoção de uma nova técnica, cultura, etc só ocorre se ele acreditar ser possível reaver o investimento de alguma forma, Isso exige que o contrato seja suficientemente longo (SUNDING e ZILBERMAN, 2001).

Por fim, Sunding e Zilberman (2001) relacionam a criação de redes de estações de pesquisa com a heterogeneidade da agricultura e sua sujeição à aleatoriedade de resultados devido a clima e pestes. Tais redes melhoram seu caráter adaptativo e essa aleatoriedade de resultados incentiva o estabelecimento de uma capacidade de pesquisa que busca a manutenção da produtividade.

Nesse sentido, o setor agrícola foi é candidato apropriado para o desenvolvimento de um bom sistema de inovação de Brasil, pois suas próprias características já exigiam um formato em rede.

## **1.6. Estrutura de Mercado**

Em relação à estrutura de mercado, já foi bastante discutido na literatura o seu papel como incentivo à inovação, desde os artigos seminais de Arrow (1962) e Nelson (1959). Esses trabalhos argumentam que, como debatido anteriormente neste estudo, o retorno social da inovação supera seu retorno privado, logo haveria um incentivo não desejado ao subinvestimento em inovação, levando a um equilíbrio subótimo. Nesse caso, dada a externalidade positiva existente, seria necessário algum tipo de incentivo



externo, como um esquema de concorrência imperfeita ou monopólio que garantisse ao inventor/inovador retornos mais altos.

Sunding e Zilberman (2001) observam que as taxas de retorno da pesquisa na agricultura tendem a ser altas, mas as estimativas variam muito. Segundo os autores, o subinvestimento ocorreria quando os produtores controlam o nível de investimento em P&D e o financiam. Assim, ele aumentaria quanto mais elástica for a demanda, chegando a um ponto em que o investimento cessa.

Já quando o investimento é realizado pelo setor público e financiado via impostos (pelo consumidor), o ótimo ocorre na equalização entre a redução do custo marginal devido ao investimento e a perda de receita marginal devido à queda de preço. Quando o impacto no preço for pequeno – no caso de uma demanda inelástica – pode haver sobreinvestimento; já quando a queda no preço é substancial, mesmo com pagamento via impostos, ainda assim pode haver subinvestimento (GORTER e ZILBERMAN, 1990)

Mais recentemente, Boldrin e Levine (2008; 2013) reabriram o debate acerca da necessidade de um monopólio para a ocorrência de inovações. Os autores argumentaram que, para muitas invenções importantes que foram desenvolvidas, não houve proteção de direitos autorais prévia. Assim, o monopólio, na visão desses autores, seria mera garantia de *rent-seeking* ao detentor da invenção/inovação, ou seja, não é um incentivo propriamente dito.

Isso é especialmente relevante na agricultura, já que se percebe os dois tipos de estruturas no setor. Por um lado, a agricultura tende a ser caracterizada por uma estrutura atomizada em que a concorrência entre pequenas unidades tende a atenuar o incentivo a inovar. Por outro lado, o agronegócio tende a ser tão concentrado quanto os setores manufatureiros, não sofrendo, portanto, desse efeito sobre o incentivo à inovação (PARDEY et al, 2010).

Sunding e Zilberman (2001) argumentam que uma estrutura de mercado vertical afeta a inovação e que as inovações na agricultura têm efeitos tanto em estágios anteriores como posteriores da cadeia produtiva. Eles afirmam que, apesar de muitas vezes o mercado de commodities ser visto como de concorrência perfeita, o de processamento de alimentos é bastante concentrado, levando a uma relação monopsonica.

Assim, o efeito final sempre depende da elasticidade de oferta e demanda. Mesmo que seja uma inovação redutora de custos, caso o efeito final sobre a curva de oferta agrícola aumente o poder de mercado monopsônico, isso pode aumentar sua capacidade de reduzir a quantidade ofertada agrícola, se assim desejar, de modo a compensar a redução de custos da inovação (HAMILTON e SUNDING, 1997). Logo, a integração com outros setores tem repercussões importantes.

Sunding e Zilberman (2001) também observam que mesmo ao se considerar que o setor agropecuário seja competitivo, há restrições institucionais que impedem que o equilíbrio competitivo seja alcançado. A principal mencionada por eles é o crédito, associada a um problema comum de financiamento de inovação, a assimetria de informação entre credores e inovadores (HALL e LERNER, 2010). Tal restrição de crédito pode prejudicar inclusive firmas maiores e impedir a difusão tecnológica. Entretanto, tais efeitos são maiores sobre produtores menores.

Além disso, o risco associado à exigência de colateral na agricultura deve ser mencionado. A rentabilidade de uma atividade (como a adoção tecnológica) e o valor da terra geralmente são correlacionados, o que aumenta o risco da operação, dificultando a realização de empréstimos e levando a argumentos em favor de subsídios creditícios para a inovação (SUNDING e ZILBERMAN, 2001).

Moschini e Lapan (1997, p. 1231) concluem que a solução para uma estrutura de mercado tão atomizada é uma participação mais efetiva do Estado financiando a pesquisa:

*“the atomistic structure of agricultural production explains why virtually none of the relevant R&D is carried out by farms directly engaged in production, and this structure has sometimes been cited as a reason for the need for publicly funded research in agriculture.”*

Diante das dificuldades com efeitos transbordamentos, há pouco investimento em inovação na agricultura *“in the sense that the social returns to private and public investments are much greater than the opportunity costs of funds ”* (PARDEY et al, 2010, p. 946)

Esses problemas são presentes no Brasil com a presença de sérias disparidades. Entre elas, há a coexistência entre produtores com técnicas avançadas e alta produtividades e outros sem, prevalecendo, uma grande heterogeneidade estrutural e produtiva ou, ainda, um dualismo estrutural-tecnológico de produção e comercialização.

O fortalecimento do agronegócio, principalmente com sua participação elevada na matriz de exportação nacional, agravou tal situação e há críticas sobre o alcance da pesquisa e da própria Embrapa aos pequenos produtores e aqueles voltados à agricultura familiar, apesar da retórica prioritária para esse segmento (ALVES, 2001; SOUZA, 2006).

### **1.7. A Propriedade Intelectual no ambiente de Inovação Agropecuária**

A questão da propriedade intelectual e apropriação dos ganhos é relevante para a toda a literatura relacionada à inovação e para a política de inovação como um todo, mas ganha nuances especiais quando o foco é a agricultura. A apropriação estaria ligada aos incentivos à inovação e à capacidade de investimento. A existência ou não dessa apropriação teria como consequências uma estrutura de mercado diferente, por exemplo.

Tipicamente, sempre se utilizou patentes para a proteção de direitos intelectuais, mas na agricultura essa prática foi tardia e mais conflituosa dada a natureza do produto em questão. Discussões acerca da pertinência sobre a possibilidade de registro de conteúdo genético, interesse social e patrimônio nacional sempre permearam o debate.

Patentes não eram registradas em agricultura até recentemente. No caso de países em desenvolvimento, Mazzoleni e Nelson (2007, p. 1514) lembram que somente quando esses países tiveram contato mais intensa com países desenvolvidos que essas questões emergiram de maneira relevante:

*“Conflicts over the degree of protection of intellectual property rights in developing countries emerged late in international trade negotiations, largely when catching up companies began to export to world markets, and especially to the home market of the companies holding patent rights on the relevant technologies”.*

Na agricultura, execução de regras quando direitos são infringidos tende a ser mais complicada: a própria ação da natureza pode contaminar fazendas vizinhas, impedindo a delimitação do uso de propriedade intelectual protegida.

Dessa forma, a defesa da propriedade intelectual na agricultura ainda é fraca, especialmente a proteção de variedades de plantas em países em desenvolvimento, mas

reconhecem que no Brasil isto está mudando. Um passo nessa direção foi a Lei de Cultivares, consequência dos Acordos *TRIPs*.

A ideia de proteger variedades segue a lógica de que a proteção garante que o desenvolvedor da variedade consiga recuperar o investimento realizado na criação da tecnologia. Apesar de movimentos em favor de sistemas de propriedade intelectual mais fortes, há oposições devido a questões éticas ligadas à engenharia genética e apropriação de formas de vida (CHATAWAY et al, 2006).

A literatura considera que as políticas de propriedade intelectual seriam mais importantes nos primeiros estágios de pesquisa (CHATAWAY et al, 2006), onde no Brasil a atuação se dá de forma mais intensa pelas universidades. No resto do mundo, há uma preocupação principalmente com o caso de firmas pequenas, que precisam dessa propriedade.

Em alguns subsetores, como a indústria farmacêutica e a biotecnologia, as barreiras à entrada são tão grandes que pequenos pesquisadores (sejam empresas ou aqueles centrados em universidades) tipicamente dependem de grandes empresas para terminar o processo de inovação. Elas geralmente não têm condições financeiras de desenvolver e comercializar a inovação até seus últimos estágios, muitas vezes sendo absorvidas por firmas maiores – logo é necessário garantir a atratividade dessas firmas (CHATAWAY et al, 2006).

Apesar dessa preocupação recente com direitos autorais, pode-se afirmar que não é uma prática usual cobrar royalties de produtores pelo uso de sementes de novas variedades, já que, devido a antecedentes históricos, pois grande parte da pesquisa em plantas foi realizada originalmente com recursos públicos (JAMES et al, 2008). Isso leva até a um problema de precificação, em que, devido à presença de uma externalidade positiva e a possibilidade de se guardar sementes de uma colheita para a outra a precificação não é adequada, já que não há a completa inclusão dos custos de desenvolvimento da tecnologia. Dessa forma, algumas multinacionais estabelecem regras para o uso de suas variedades que proíbem guardar sementes para novas safras, obrigando ao produtor comprar mais sementes a cada colheita, o que seria equivalente a cobrança de royalties. Isso, no entanto, leva a questões de monitoramento, principalmente em países em desenvolvimento, onde o controle sobre propriedades intelectuais nem sempre é crível.

No caso de prêmios, analisados no artigo seminal de Wright (1983), há a necessidade de uma análise de benefícios *ex ante* e dada a incerteza quanto a isso, dificuldades emergem.

Outra alternativa à questão do incentivo à inovação é o uso de incentivos fiscais para investimentos em P&D – essa talvez seja a prática mais utilizada no Brasil, mas que não foi capaz de aumentar de forma relevante o envolvimento das empresas no processo (OCDE, 2015; ARAÚJO, 2012; CAVALCANTE, 2013).

Além disso, a questão de financiamento da inovação também é importante, ainda mais quando o orçamento público disponível para a pesquisa agropecuária é incerto. Como apontam Moschini e Lapan (1997, p. 1231):

*“in an environment of declining public support for state universities, patent protection is now being routinely sought for many innovations developed by land grant universities in an effort to increase revenue from non-traditional sources.”*

Uma saída seria uma política híbrida, com algumas inovações protegidas e outras não - argumento em favor de uma política híbrida de propriedade intelectual seria o fato de que nem todas as patentes gerariam valor ou royalties (ROCKETT, 2010) e os custos de transação associados a elas podem ser altos. Nesse caso, entretanto, seria necessário uma análise *ex ante* precisa de benefícios, o que, como já argumentado, é muito difícil.

Uma terceira via de atuação do governo pode vir do estabelecimento de novos mecanismos institucionais de promoção da inovação. Por exemplo, no setor de softwares, um modelo que tem ganhado espaço é o da inovação aberta (ou “*open source*”), no qual a tecnologia desenvolvida fica disponível por completo para ser modificada e aprimorada por qualquer pessoa interessada na mesma. Uma das iniciativas de “*open source*” existentes no setor agropecuário é a *Biological Innovation for Open Society* (BIOS) que se usa de estratégias de licenciamento para emular o modelo de *open source*. Outra proposta é o *Public-Sector Intellectual Property Resource for Agriculture* (PIPRA), que é uma iniciativa que prove acesso as suas tecnologias as partes concedentes recíprocas, disponibilizando também para pesquisadores de países em desenvolvimento.

Uma mudança institucional, também pode questionar o perfil de Bem Público da P&D, em especial quando se considera que nem todo mundo em um país recebe sua

parte dos benefícios advindos da inovação. James et al (2008) questionam, portanto, se todos deveriam pagar por essa inovação, por meio dos investimentos públicos. Algumas tecnologias apresentam características que permitem exclusão de uma parcela dos consumidores, ou mesmo, as pessoas beneficiadas por ela nem estariam dentro do próprio país. Esses bens possuem características de bens coletivos, quando as características de não-exclusividade e não-rivalidade só estão disponíveis para uma população limitada. Desse modo, o ideal seria que o custo de produção da tecnologia recaísse apenas a quem usufruísse dela. Para isso, seria necessário desenvolver arranjos institucionais de modo que os recursos da indústria de bens coletivos sejam alocados de forma eficiente, e não distribuídos entre todos os cidadãos. Desta forma, quem não usufruísse do bem coletivo, poderia disponibilizar recursos para outros projetos de P&D, aumenta a produção de inovação.

### **1.8. Comentários Finais**

O objetivo desse artigo foi discutir as peculiaridades da pesquisa agropecuária e justificar o arranjo institucional em que ela se insere na maior parte dos países: realizada por institutos públicos de pesquisa.

Tal arranjo apresenta desafios para o futuro uma vez que as condições macroeconômicas das últimas décadas impuseram restrições fiscais que colocam em dúvida sua própria sobrevivência.

Essa é, por exemplo, a situação vivida pelas Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAS) no Brasil, onde a escassez de recursos se mostra de forma mais articulada.

Nos próximos capítulos, será discutido o funcionamento do sistema nacional de inovação agropecuária, o papel da Embrapa como um instituto público de pesquisa nesse sentido e sua capacidade de articulação dos demais agentes nesse sistema.

## **CAPÍTULO 2 – Histórico da pesquisa agropecuária no Brasil**

Os esforços de pesquisa agropecuária no Brasil devem ser vistos no contexto do histórico da política de inovação brasileira. Entretanto, dado o grande desenvolvimento do setor, sua importância para a economia e à ênfase atribuída a ele ao longo do tempo, ele teve um desenvolvimento próprio que merece breve descrição.

Apesar das primeiras escolas de pesquisa agropecuária brasileira terem surgido ainda no final do século XIX, a pesquisa intensiva e o desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira só explodiu mesmo a partir da década de 1970. Isso se deveu especialmente à vasta disponibilidade de terra no país, que permitiu manter volumes suficientes de produção para abastecimento do país e para exportação, apesar da baixa produtividade dos solos em muitas regiões.

Castro (2016) credita a importância do setor agropecuário à extensão do território e à ausência de invernos rigorosos, mas ressalta a baixa qualidade do solo, o que teria levado a uma expansão de grandes extensões e baixa produtividade. Assim, a importância da pesquisa no Brasil se deu pela busca por um aumento nessa produtividade – nas palavras do autor: “o aumento da produção não dependia exclusivamente da expansão da área de cultivo, mas também do aumento da produtividade” (CASTRO, 2016, p. 45)<sup>2</sup>. Apesar dessa generalização, algumas áreas ficaram a margem desse processo de modernização e aumento de produtividade, sobretudo no Norte e Nordeste (ALVES, CONTINI e HAINZELIN, 2005)

Muitos dos problemas comumente reportados na literatura discutidos anteriormente também estão presentes no Brasil. Considerando a questão de estrutura de mercado, por exemplo, trata-se de um sistema de desigualdades, com produtores com técnicas muito avançadas e alta produtividades e outros ainda em uma situação que pode ser caracterizada como feudal – ou seja, há grande heterogeneidade estrutural e produtiva. Tal situação é caracterizada por Mendes e Padilha Júnior (2007) como um dualismo estrutural-tecnológico tanto na produção quanto na comercialização.

Bonelli e Pêsoa (1998) atentam para o subinvestimento na área quando comparado a outros países. Esse subinvestimento está ligado à própria característica de

---

<sup>2</sup> Inclusive, boa parte da literatura estruturalista aponta problemas na oferta de alimentos como uma das características da economia brasileira na metade do século XX e esses foram superados pelo aumento da produtividade agrícola (VIEIRA FILHO e VIEIRA, 2013a).

bem público da pesquisa agrícola, principalmente quando gerada por instituições públicas de pesquisas. Apesar disso, os autores elogiam a capacidades de agentes de tornarem essa pesquisa mais eficiente.

Os autores apontam ainda que a disposição a financiar a pesquisa depende das condições de mercado:

“O impacto e extensão do apoio governamental à pesquisa agrícola e à produção de inovações são, em boa medida, determinados pela divisão de ganhos de produtividade entre produtores e consumidores. Se a demanda pela produção agrícola é elástica e está crescendo rápido (como frequentemente acontece com a demanda externa por commodities agrícolas em acelerada expansão), os produtores podem reter uma parcela relativamente grande dos ganhos da inovação. Se, por outro lado, a demanda é inelástica ou cresce lentamente, uma parte relativamente maior dos ganhos será repassada aos consumidores na forma de menores preços. Por causa desse fato, os consumidores só estarão, em princípio, dispostos a apoiar a pesquisa agrícola nos períodos em que os preços relativos dos alimentos estejam em rápido crescimento, o que só acontece esporadicamente.” Bonelli e Pêsoa (1998, p. 2)

A presença de *spillovers* ocorreria não somente para outros agentes privados em uma mesma economia mas também para países vizinhos, o que explica o investimento sub-ótimo e a necessidade de intervenção.

Assim, dada as características peculiares da estrutura produtiva agrícola brasileira e a existência de externalidades, como colocam Júnior et al (2014, p. 292), “o papel do agente governo passa a ser estratégico com políticas de Estado que busquem otimização de recursos financeiros e sinergias de esforços entre os diversos elos das cadeias produtivas do sistema de inovação do país”.

Nesse sentido, o objetivo desse capítulo é descrever o histórico institucional da política de inovação no Brasil para compreender como se dá a organização institucional desse setor no que se refere à inovação, e elucidar os motivos de seu avanço frente aos demais e descrever os desafios ainda presentes. Dessa forma, esse capítulo está dividido em quatro seções, além desta introdução. A primeira seção faz uma breve discussão sobre o conceito de sistemas setoriais de inovação, comparando com o conceito próximo de sistemas nacionais de inovação. A segunda seção faz descrição da política de inovação geral recente com o objetivo de relacioná-la com o setor agropecuário. A



terceira seção faz uma análise do marco regulatório que influencia o desenvolvimento da pesquisa no setor agropecuário e a última traz nossos comentários finais.

## 2.1. Origens da Pesquisa Agropecuária Brasileira

No começo do século XX, a pesquisa agropecuária estava voltada a interesses estritamente de mercado, ou seja, aquelas de melhor produtividade, principalmente o café (CARVALHO, 1992). A partir da década de 1930, foi preciso aumentar a oferta de alimentos, financiar o esforço industrializante via exportações e fornecer insumos a essa indústria insipiente. Logo “a pesquisa agrícola pública teve de se adaptar às novas políticas governamentais, com ênfase na obtenção de novas cultivares, cada vez mais adaptadas aos solos nacionais e mais produtivas” (CASTRO, 2016, p. 46).

Apesar da grande importância que a Embrapa teve para o desenvolvimento da pesquisa agropecuária no Brasil, Vieira Filho e Vieira (2013) dividem a evolução da pesquisa agropecuária no Brasil em três fases. Ao caracterizar essas fases, os autores chamam a atenção que “embora dispersa regionalmente e pouco articulada a um projeto de planejamento nacional, a construção da infraestrutura institucional de fomento ao investimento em P&D do agronegócio brasileiro foi constituída anteriormente à criação da Embrapa” (VIEIRA FILHO E VIEIRA, 2013, p. 53):

I. **Até 1900:** Esse período é caracterizado pelos autores como sem P&D, por uma economia monocultora agroexportadora, com foco especial para o café e baixa produtividade.

II. **Entre 1900 e 1973:** Para os autores, nesse período houve o início da pesquisa aplicada brasileira, mas de forma desordenada e com baixos níveis de investimento. Há, entretanto, um aumento da competitividade e diversificação da pauta agroexportadora.

III. **Era Embrapa:** O último período é chamado de “Era Embrapa”, já que a criação da empresa significou um ganho quantitativo e qualitativo significativo para a pesquisa agropecuária no Brasil. Para os autores, haveria planejamento e gestão por diretrizes, desenvolvimento de mão de obra especializada, busca por recursos, alta competitividade e uma pauta de exportações diversificadas além de maior transferência de

tecnologia aos produtores.

Os autores complementam tal caracterização listando as principais instituições criadas nessa infraestrutura voltada para a agropecuária. Tal lista pode ser vista na tabela 2.1:

**Tabela 2.1: Principais instituições dedicadas ao melhoramento genético no Brasil, por ano de criação (VIEIRA FILHO e VIEIRA, 2013)**

<b>Instituição</b>	<b>Ano</b>
<b>Fundação do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)</b>	1887
<b>Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)</b>	1901
<b>Universidade Federal de Lavras</b>	1908
<b>Universidade Federal de Viçosa</b>	1927
<b>Instituto Agrônomo de Minas Gerais</b>	1930
<b>Agroceres (1ª empresa de sementes)</b>	1938
<b>Criação do Serviço Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA)</b>	
<b>Embrapa</b>	

Fonte: Vieira Filho e Vieira (2013) – adaptado.

Muitas dessas instituições anteriores à Embrapa eram voltadas ao melhoramento da produção de café principalmente e por isso eram centralizadas regionalmente.

A literatura aponta que a criação da Embrapa buscou dar dinamismo e direcionamento à pesquisa agropecuária no Brasil. Nas palavras de Salles-Filho et al (2001, p. 21):

“A trajetória institucional da Embrapa esteve inicialmente baseada na sua constituição como instrumento de operacionalização da estratégia de alavancagem tecnológica do setor agropecuário, moldada pelo Estado brasileiro, por intermédio do processo de modernização da agricultura nacional. Tal tipo de motivação não apenas justificou a criação da Empresa, em 1973, como estabeleceu sua fonte original de legitimidade”.

Tal processo se deu de forma centralizadora, principalmente no que se refere a sua relação com os institutos públicos estaduais de pesquisas (CARVALHO, 1992). Acreditava-se que tal centralização era necessária, pois o Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias – DNPEA – então responsável se mostrava insuficiente. Além disso, buscava-se um alinhamento mais próximo com a estratégia maior do Governo como um todo (SALLES-FILHO et al, 2001). A legitimação mencionada acima seria pautada pela promessa de modernização contínua da agricultura brasileira e de geração de novas tecnologias.

A literatura é bastante enfática em apontar como a década de 1980 e as transformações vividas pelo país foram determinantes para traçar uma trajetória de reorganização para a Embrapa. Tais transformações, como visto na seção anterior, ocorreram na política de inovação como um todo, provocando sua reestruturação. Tal reorganização se deu na busca de novas fontes de receitas inclusive com a alienação de bens e novos parceiros. Essa reestruturação, inclusive, alterou o papel do poder público na pesquisa agropecuária. Sem uma delimitação clara do papel de cada ator, houve uma reconfiguração no papel assumido pela pesquisa pública, tanto pois essa assume novos papéis e quanto pelo surgimento de novas áreas que atraíram o investimento privado (PRAHALAD e HAMEL, 1990; SALLES-FILHO et al, 2001)

Já a década de 1990, Salles-Filho et al (2001) a caracterizam como um período em que se deu ênfase a mecanismos internos de controle das atividades e de avaliação dos resultados. Os autores também mencionam a Política de Comunicação Empresarial e da Política de Negócios Tecnológicos, que teria permitido uma aproximação da empresa com o ambiente externo, a elaboração de uma Política de P&D estruturada e a própria revisão do estatuto jurídico da Embrapa. O resultado, na visão dos autores, seria uma maior transparência na alocação de recursos públicos e de resultados alcançados.

Recentemente, teria havido um esforço no aumento da transferência de tecnologia, que era fruto de críticas pois esta seria bem sucedida somente a produtores de regiões bem sucedidas (DALHMAN e FRISCHTAK, 1993). De certa forma, isso está ligado a uma nova orientação, voltada à identificação de demandas, com ligado ao processo de priorização da pesquisa por meio de método de escores, além da elaboração de um manual de prospecção de demandas e de reuniões com receptores de tais resultados (SALLES-FILHO, 2001), ou seja, buscando uma maior aproximação com o usuário. Entretanto, tal esforço ainda é marcado pela

“baixa efetividade desse mecanismo de captação de demandas [já que] não há mecanismos que desenvolvam o compromisso com os usuários e clientes e, mais importante, o compromisso interno à Unidade, entre os pesquisadores, pela busca de um bom posicionamento nas redes de inovação e de geração de conhecimento nas quais eles estão inseridos. Assim, não há uma prestação de contas sistematizada, interna e externamente, que consolide o compromisso de se trabalhar com demandas” (SALLES-FILHO, 2001, p. 27 e p. 28).

Quirino e Macedo (2000) chamam a atenção para a necessidade da avaliação de resultados até para análise da eficiência e efetividade da empresa no alcance de suas

metas e de sua aderência a seu planejamento estratégico. Salles-Filho et al (2001, p. 26-27) criticam, entretanto, que

“a Embrapa prossegue como uma instituição de pesquisa voltada para dentro, com pouca ação de cooperação efetiva, que visa a maior participação em consórcios e redes de inovação. Assim, diversificar e ampliar as parcerias é ponto-chave para o futuro da Instituição, e não apenas com organizações voltadas à P&D agropecuária, mas com instituições de C&T de outras áreas que podem trazer contribuições importantes dentro do conceito de fusão tecnológica”.

## **2.2. Breve histórico da Política de Inovação Brasileira**

Como dito na introdução, o Brasil ainda enfrenta diversas restrições no que se refere ao desenvolvimento, uso e transferência de tecnologia. Dadas as restrições, se torna imperativo que a política de inovação brasileira seja eficiente. Entretanto, como observa Albuquerque (1996), ela esbarra em problemas, como a escassez de dados confiáveis que permitam uma tomada de decisão adequada. Isso impede diagnósticos precisos e formulações eficientes. Além disso, o sistema brasileiro, como será discutido, apresenta deficiências em áreas importantes, com pouco envolvimento de empresas privadas, grande concentração de pesquisa (básica) em universidades e institutos públicos de pesquisa, o que indica pouca aderência entre as atividades de inovação e a cadeia produtiva do país (CAVALCANTE, 2013). Curiosamente, a literatura chama a atenção de que no setor agropecuário as coisas são um pouco diferente, o que talvez justifique seu sucesso: a divisão de trabalho das universidades em pesquisa básica e da Embrapa em pesquisa aplicada, aliado a um crescente envolvimento do setor privado principalmente devido ao sucesso do agronegócio parece ser a chave do sucesso (OCDE, 2015).

Assim, dada a relevância dos esforços globais de inovação no setor agropecuário, o objetivo dessa seção é fazer uma breve descrição histórica da política de inovação brasileira, de modo a tornar possível a inserção e contextualização da Embrapa e da pesquisa agropecuária nesse cenário maior. Essa influência não pode ser menosprezada até pelo papel centralizador e fortes ligações que o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação tem com as instituições de pesquisa no país (OCDE, 2015).

Para Viotti (2008), há três momentos na política de inovação brasileira, até a década de 1980 – o “desenvolvimento pelo crescimento” -, entre as décadas de 1980 e 1990 – o “desenvolvimento pela eficiência” - , e, por fim, “o desenvolvimento pela inovação”, do período mais recente.

No primeiro período, o autor argumenta que a absorção tecnológica era vista como consequência da própria industrialização e substituição de importações, com a exposição a novas tecnologias. Dalhman e Frischtak (1993) lembram o papel de grandes projetos e subsídios, além de um tratamento favorável dispensado ao capital estrangeiro. As instituições criadas nessa época ligadas à Inovação referem-se mais ao desenvolvimento do sistema de Ensino Superior e financiamento de pesquisa como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) em 1950, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 1951 e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) em 1967 e centros ligados a empresas públicas como o Centro Técnico Aeroespacial (CTA), ligado à Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer), o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cempes), da Petrobras, e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), da Telebrás. A própria Embrapa é desse período, com foco especialmente em pesquisa aplicada em agricultura, buscando modernizar a indústria agropecuária (FUCK, 2005). Dessa forma, esse período também pode ser considerado o momento em que se desenvolveu as principais instituições ligadas à inovação no país (DALHMAN e FRISCHTAK, 1993).

As décadas de 1980 e 1990, como é sabido, foram marcadas por fortes restrições macroeconômicas, que vão modificar o padrão de desenvolvimento e o perfil da política de inovação. É desse período, por exemplo, a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) em 1985. Na visão de Araújo (2012, p. 9) tal criação marcou uma mudança para “uma agenda setorial, confinada a alguns objetivos e metas específicas, e não mais uma agenda geral de desenvolvimento e autonomia tecnológica”. A abertura na década de 1990 obrigou a economia a absorver e se adaptar à tecnologia estrangeira e a elevar a competitividade (VIOTTI, 2008).

Comparando a situação latino-americana com a experiência internacional, Cassiolato e Lastres (2000) observam restrições, como o baixo volume de recursos e a forte participação do setor público nesses gastos. Observam ainda o papel desempenhado pelas universidades públicas no processo de capacitação.

Segundo argumento deles, as dificuldades latino-americanas parecem estar relacionadas com a própria capacidade de absorção não desenvolvida desses países:

“durante o período de substituição de importações, a maior parte das tecnologias adquiridas pelos países latino-americanos eram relativamente maduras. Considerava-se que a maior parte da capacitação necessária para usar e operar as tecnologias de produto e processo podia ser adquirida de uma maneira relativamente fácil via treinamento em rotinas básicas. Por outro lado, não se requeria ou estimulava, de forma efetiva, a acumulação da capacitação necessária para gerar novas tecnologias, sendo tais requisitos ainda mais limitados em setores onde a proteção isolava as empresas dos efeitos das mudanças geradas na economia internacional” (CASSIOLATO e LASTRES, 2000, P. 243).

A crise no modelo então vigente levou às seguintes consequências ao sistema nacional de inovação brasileiro, na visão de Cassiolato e Lastres (2000): uma redução de recursos públicos não acompanhada por aumento de recursos privados; a privatização parcial de institutos tecnológicos públicos e a necessidade de outros de recorrerem a fontes alternativas de financiamento; a redução do custo de importação de maquinaria teria reduzido o percentual do uso de tecnologias locais, destruindo cadeias de produção; obsolescência do capital tecnológico acumulado no período de substituição de importações. Nesse período merecem menção o acordo de Propriedade Intelectual - *Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIPS) – da Organização Mundial do Comércio (OMC) – e a criação de Fundos Setoriais.

Pacheco (2003) observa que o período entre 1999 e 2002 foi bastante intenso do ponto de vista de diretrizes de política à inovação. Ele lista inclusive várias dessas iniciativas, chamando a atenção para o papel da criação dos Fundos Setoriais. O quadro 2.1, reproduzido de Pacheco (2003), elenca algumas dessas principais iniciativas:

**Quadro 2.1: Principais iniciativas relativas à política de inovação do período de 1999 a 2002**

<b>Regulamento</b>	<b>Data</b>	<b>Finalidade</b>
<b>Lei no. 9.478</b>	06/08/1997	Institui CTPetro – Fundo Setorial do Petróleo
<b>Lei no. 9.991</b>	24/07/2000	Institui CTenerg– Fundo Setorial de Energia
<b>Lei no. 9.992</b>	24/07/2000	Institui CTTransp– Fundo Setorial de Transportes
<b>Lei no. 9.993</b>	24/07/2000	Institui CTHidro– Fundo Setorial de Recursos Hídricos
<b>Lei no. 9.994</b>	24/07/2000	Institui CTEspacial – Fundo Setorial de Atividades Espaciais

<b>Lei no. 10.052</b>	28/11/2000	Institui FUNTTEL – Fundo Setorial de Telecomunicações
<b>Lei no. 10.168</b>	29/12/2000	Institui o FVA – Fundo Verde Amarelo
<b>Lei no. 10.176</b>	11/01/2001	Institui CTInfo – Fundo Setorial de Informática e renova incentivos para o setor de informática
<b>MP no. 2 199-04</b>	24/08/2001	Autoriza, até o limite de 5%, despesas administrativas do FNDCT
<b>MP no. 2 159-70</b>	24/08/2001	Altera o FVA
<b>Lei no. 10.197</b>	19/12/2001	Institui CTInfra – Fundo Setorial de Infraestrutura para Pesquisa
<b>Lei no. 10.332</b>	19/12/2001	Institui CTBio – Fundo Setorial de Biotecnologia
<b>Lei no. 10.332</b>	19/12/2001	Institui CTAgro – Fundo Setorial de Agronegócios
<b>Lei no. 10.332</b>	19/12/2001	Institui CTSaúde – Fundo Setorial de Saúde
<b>Lei no. 10.332</b>	19/12/2001	Institui CTAeronautico– Fundo Setorial de Aeronáutica

Fonte: Pacheco (2003), com adaptações.

No quadro 2.1, deve-se chamar a atenção para a criação tanto do CTBio e do CTAgro, os Fundos Setoriais de Biotecnologia e de Agronegócios em 2001. Os fundos setoriais significaram um aumento do gasto orçamentário em inovação de forma considerável, entretanto, há críticas quanto ao processo de contingenciamento e execução de recursos (PACHECO, 2003).

O uso de fundos setoriais apresenta vantagens e desvantagens. Nas palavras de Stads e Beitema, (2009, p. 20):

*“Such mechanisms are seen as a means of redirecting research priorities, increasing the role of the private and academic sectors in the performance of research, and possibly forging linkages among government, academic, and private research agencies. Nevertheless, competitive mechanisms often involves higher transaction costs (such as the need to write and screen proposals) and can incur increased rent-seeking costs (such as lobbying). On a positive note, competitive mechanisms may lower the social costs of research by ensuring that a broad spectrum of research projects are considered, thereby circumventing the allocation of funding purely on the basis of precedence, which is more likely under block grant mechanisms. Competitive mechanisms also tend to increase flexibility, but they often favor short-term applied research at the expense of more basic, long-term endeavors.”*

Já o terceiro período foi marcado pela PITCE, de 2003, associada pela literatura a uma política de industrial e não à busca da expansão da capacidade produtiva ou da competitividade como antes (ARAÚJO, 2012). Ela foi caracterizada pela tentativa de trazer a empresa para o papel central da inovação, modernização do parque por meio de setores específicos e apoio às exportações. Suas principais contribuições foram a Lei da Inovação de 2004 e a Lei do Bem de 2005. As leis tentavam resolver problemas de direitos de propriedade que permeavam a relação universidade-empresa, questões de financiamento e fomentar alianças entre diversos atores. Em 2008, a PITCE foi substituída pela PDP com metas quantitativas mais claras e uma busca pela descentralização do desenvolvimento tecnológico no Brasil. De Negri e Lemos (2009) consideram que os avanços dos últimos anos fizeram com que a política de inovação brasileira se modernizasse frente a dos seus vizinhos da América Latina. De Negri (2015) ainda menciona a Política de Desenvolvimento Produtivo e o Plano Brasil Maior, em que esforços de política industrial se confundem com a política de inovação. O foco dos incentivos, entretanto, parece se manter ainda em incentivos fiscais às empresas e a literatura ainda reporta problemas de interação entre universidades e empresas, principalmente no que diz respeito a direitos de propriedade (PÓVOA, 2006; ALBUQUERQUE e SUZIGAN, 2011)

Em 2012, foi lançada a nova Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, cujos principais objetivos são, entre outros, fomentar a liderança da pesquisa agropecuária e aumentar a internacionalização do nosso sistema de inovação (BRASIL, 2016). Tal documento não representa uma ruptura, mas busca uma melhor coordenação entre os diversos agentes do sistema (OCDE, 2015).

Como crítica ao sistema em vigência, Cavalcante (2013) acredita que a política em vigor prioriza a pulverização de recursos e a reprodução de modelos concebidos para situações distintas do contexto brasileiro.

Dessa forma, avanços consideráveis ocorreram nos últimos anos no que se refere à política de inovação de modo geral, mas os desafios ainda são grandes. Os dados e a literatura apontam a importância do setor agropecuário para o Brasil, logo é imprescindível entender as questões que permeiam a pesquisa nesse setor para permitir uma melhor análise das influências da política de inovação como um todo e das restrições que o setor sofre no Brasil. Portanto, nosso próximo objetivo é analisar a natureza da pesquisa e inovação no setor agropecuário.



### **2.3. A evolução recente do marco regulatório da inovação no Brasil:**

Conforme afirmado anteriormente, os benefícios sociais advindos da inovação tendem a ser superiores àqueles observados pelo agente privado. Dado o elevado custo afundado envolvido no processo de pesquisa e inovação, muitas vezes o investimento não ocorre, de forma que não se obtém uma condição de equilíbrio ótimo.

Essa situação evidencia a existência de uma falha de mercado no que se refere à quantidade de pesquisa e inovação em mercados puramente competitivos. Isso porque a quantidade ótima para a sociedade não é ofertada devido à relação custo benefício observada pelo agente privado. Situações como essa foram descritas e estudadas por Musgrave (1957) que as chamou de bens meritórios.

Eecke e Nowacki (2008) afirma que em presença de bens meritórios as autoridades podem e devem, intervir nos mercados de forma a incentivar uma alocação socialmente eficiente dos recursos. Ou seja, quando há um equilíbrio subótimo, como o que é percebido no caso de pesquisas e inovações, o governo deve induzir uma mudança de preferências dos agentes de forma a maximizar o benefício.

Essa intervenção no mercado para eliminar a falha pode ser realizada de várias formas. No caso brasileiro, além da própria criação da Embrapa e de outras instituições de pesquisa, o Estado adotou medidas de ajuste do ambiente institucional de forma a incentivar e fomentar a pesquisa e a inovação no país. Vale aqui destacar que esta é a terceira fase do desenvolvimento da política de inovação brasileira. Nesse âmbito merecem destaque a Lei nº 10.973/2004, o Decreto nº 5.563/2005 e a Lei nº 13.243/2016 que serão brevemente tratados nesta seção.

#### *2.2.1 Lei nº 10.973/2004 (Lei de Inovação) e o Decreto nº 5.563/2005*

Segundo North (1990), as instituições influenciam os objetivos e a estratégia das organizações. Farina (1999) afirma, ainda, que, no que se refere às políticas setoriais, mais especificamente sobre o sistema agroindustrial, para que a eficiência seja viabilizada, mudanças nas regras do jogo (ou seja, nas instituições) devem ser promovidas para que o novo equilíbrio alcançado e para que esse seja superior ao original, sob os critérios de eficiência alocativa.

Nesse sentido, a Lei nº 10.973/2004 foi essencial para a inovação e pesquisa no Brasil por dar início ao processo de mudança das regras do jogo sobre o fomento à inovação no ambiente produtivo. Ou seja, ela criou a base institucional do país sobre o tema.

Segundo Rauen (2016), a Lei de Inovação, que teve inspiração francesa e americana,

“pode ser definida como um arcabouço jurídico-institucional voltado ao fortalecimento das áreas de pesquisa e da produção de conhecimento no Brasil, em especial da promoção de ambientes cooperativos para a produção científica, tecnológica e da inovação no país” (RAUEN, 2016, p. 21). De forma geral, a Lei nº 10.973/2004 estabeleceu “medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica”.

Entre as ações previstas na Lei de 2004, aquelas de maior potencial de inovação são:

- i. a possibilidade de os entes federados apoiarem a constituição de alianças estratégicas e o desenvolvimento de projetos de cooperação envolvendo empresas, ICT e entidades privadas sem fins lucrativos;
- ii. a autorização para que ICTs compartilhem, mediante remuneração e por prazo determinado, laboratórios, equipamentos, entre outros para pesquisas com microempresas e empresas de pequeno porte; e
- iii. a definição de que a União, as ICTs, bem como as agências de fomento promoverão e incentivarão o desenvolvimento de produtos e processos inovadores em empresas nacionais e nas entidades nacionais de direito privado sem fins lucrativos voltadas para atividades de pesquisa, mediante a concessão de recursos financeiros, humanos, materiais ou de infraestrutura, a serem ajustados em convênios ou contratos específicos, destinados a apoiar atividades de pesquisa e desenvolvimento.

De forma reduzir as assimetrias de informação e garantir os efeitos pretendidos pela Lei nº 10.973/2004, o Decreto nº 5.563/2005 a regulamentou. Cabe aqui destacar que o prazo entre a edição da Lei e publicação foi relativamente curto, dada a complexidade da matéria, evidenciando o tratamento prioritário do tema em âmbito nacional.

Assim, ao estabelecer princípios e definir de forma clara e objetiva a forma de interação entre os agentes, a Lei e o Decreto proporcionaram a segurança jurídica necessária para que iniciativa privada e órgãos do governo, ainda que de forma bastante limitada, pudessem firmar parcerias no objetivo de desenvolver pesquisas e gerar inovação. Nesse sentido, é possível afirmar que a Lei nº 10.973/2004 e o Decreto nº 5.563/2005 criaram o ambiente mínimo necessário para o fomento à pesquisa e à inovação no país.

Apesar do avanço que representou, Rauen (2016) afirma que a Lei não alcançou amplamente seus objetivos. Segundo ela:

“O objetivo da lei era que tais possibilidades funcionassem como formas efetivas de estímulo ao maior engajamento de ICTs e seus pesquisadores em atividades de inovação com empresas. No entanto, durante os anos de vigência da Lei de Inovação, estes incentivos – contrapartidas financeiras à ICT, retribuição pecuniária e pagamento de bolsas aos pesquisadores envolvidos em atividades de inovação – foram subutilizados e, de modo geral, as parcerias público-privadas para o desenvolvimento tecnológico permaneceram em patamares aquém dos desejados” (RAUEN, 2016, p. 22).

### 2.2.2 Lei no 13.243/2016

Diante da necessidade de adequação da legislação para uma maior eficácia na promoção de pesquisa e inovação no país, em 2011, foi apresentado o Projeto de Lei 2.177/ 2011 (PL 2.177), posteriormente convertido na Lei nº 13.243/ 2016. Na justificativa do PL 2.177, alguns pontos merecem destaque por sua pertinência, principalmente no que se refere à necessidade de modernização do arcabouço jurídico a fim de adequá-lo a um ambiente econômico em intensa modificação.

Conforme exposição de motivos apresentada em documento disponibilizado pela Câmara dos Deputados<sup>3</sup>, a área de Ciência, Tecnologia e Inovação – CT&I, no Brasil, não estava obtendo os resultados desejados. Assim, seria necessário um maior dinamismo e uma significativa desburocratização do processo. Para tal, a Lei de

---

<sup>3</sup> Documento disponível em [http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=B8B9E88C8B44C9E1D2AFD102B052C445.proposicoesWebExterno2?codteor=915135&filename=PL+2177/2011](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=B8B9E88C8B44C9E1D2AFD102B052C445.proposicoesWebExterno2?codteor=915135&filename=PL+2177/2011). Acesso em 02/04/2017 às 17h56min.

Inovação, apesar de recente à época, deveria passar por uma reformulação para que tivesse mais eficácia.

Contudo, durante a discussão do PL, verificou-se que para viabilizar as modificações à Lei de Inovação, havia a necessidade de um maior amparo constitucional. Isso porque a Constituição Federal de 1988 não previa de forma clara e objetiva como poderiam ser celebradas as parcerias entre entes públicos e privados, no que se refere à pesquisa, especialmente sobre o fluxo de recursos financeiros (NAZARENO, 2016).

Para dar segurança jurídica, foi proposta a Emenda Constitucional nº 290 de 2013 (PEC 290). Esta foi posteriormente promulgada como Emenda Constitucional nº 85 em 26 de fevereiro de 2015. Assim, ao texto constitucional foi adicionada a orientação para o tratamento prioritário à pesquisa, bem como a diversificação das formas de integração com a iniciativa privada:

Art. 218. O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação.

§ 1º A pesquisa científica básica e tecnológica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso da ciência, tecnologia e inovação.

(...)

"Art. 219-A. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão firmar instrumentos de cooperação com órgãos e entidades públicos e com entidades privadas, inclusive para o compartilhamento de recursos humanos especializados e capacidade instalada, para a execução de projetos de pesquisa, de desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação, mediante contrapartida financeira ou não financeira assumida pelo ente beneficiário, na forma da lei." (EC 85/ 2015).

Como o exposto no art. 219-A, a EC 85 inseriu a autorização para que houvesse aplicação de recursos públicos em instituições de fomento à pesquisa, bem como a desburocratização da contratação de serviços. Mais do que isso, instituiu-se que as diversas esferas do governo poderiam financiar pesquisas tanto em instituições públicas quanto privadas (NAZARENO, 2016).

Após a EC 85, a Nova Lei da Inovação (Lei nº 13.243/2016) foi publicada. Entre as novidades apresentadas, está a definição de princípios para a aplicação das medidas de incentivo à inovação, entre eles, a definição de que as atividades as

atividades científicas e tecnológicas são estratégia para o desenvolvimento econômico e social. Complementarmente, outros princípios devem ser sublinhados:

- i. promoção e continuidade dos processos de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação, assegurados os recursos humanos, econômicos e financeiros para tal finalidade;
- ii. promoção da cooperação e interação entre os entes públicos, entre os setores público e privado e entre empresas;
- iii. estímulo à atividade de inovação nas Instituições Científica, Tecnológica e de Inovação (ICTs) e nas empresas, inclusive para a atração, a constituição e a instalação de centros de pesquisa, desenvolvimento e inovação e de parques e polos tecnológicos no país;
- iv. incentivo à constituição de ambientes favoráveis à inovação e às atividades de transferência de tecnologia; e
- v. utilização do poder de compra do Estado para fomento à inovação.

Além do estabelecimento dos princípios e de definições necessárias, a Nova Lei realizou alterações em diversos dispositivos legais, entre eles:

- Lei de Inovação (10.973/04) – praticamente reescrita pela Lei de 2016;
- Lei de Licitações (8.666/93) – dispensa de licitação para aquisição de produtos para CTI; e
- Lei Regime Diferenciado de Contratações Públicas - RDC (12.462/11) – permitiu a adoção do RDC por entidades de CTI.

No que se refere à Lei de Inovação, Rauen (2016) destaca as seguintes modificações: “a formalização das ICTs privadas (entidades privadas sem fins lucrativos) como objeto da lei; a ampliação do papel dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT), incluindo a possibilidade de que fundações de apoio possam ser NITs de ICTs; a diminuição de alguns dos entraves para a importação de insumos para pesquisa e desenvolvimento (P&D); a formalização das bolsas de estímulo à atividade inovativa, entre outros” (RAUEN, 2016, p. 24).

Entretanto, a alteração mais marcante é o respaldo ao relacionamento cooperativo entre os segmentos público e privado envolvidos, ou potencialmente, no processo de pesquisa e inovação. Por isso, Pombo (2016) sublinha a relevância da

autorização expressa da utilização do poder de compra do Estado para fomento à inovação, bem como a reforma promovida no artigo 20 da Lei de Inovação (Quadro 2.2).

### Quadro 2.2: Comparação das redações do artigo 20 da Lei de Inovação

Redação Original (dada pela Lei no 10.973/2004)	Redação atual (dada pela Lei no 13.243/2016)	Modificação
<p><b>Art. 20. Os órgãos e entidades da administração pública, em matéria de interesse público, poderão contratar empresa, consórcio de empresas e entidades nacionais de direito privado sem fins lucrativos voltadas para atividades de pesquisa, de reconhecida capacitação tecnológica no setor, visando à realização de atividades de pesquisa e desenvolvimento, que envolvam risco tecnológico, para solução de problema técnico específico ou obtenção de produto ou processo inovador</b></p> <p><b>§ 3o O pagamento decorrente da contratação prevista no caput deste artigo será efetuado proporcionalmente ao resultado obtido nas atividades de pesquisa e desenvolvimento pactuadas.</b></p>	<p>Art. 20. Os órgãos e entidades da administração pública, em matéria de interesse público, poderão contratar <u>diretamente</u> ICT, <u>entidades de direito privado sem fins lucrativos ou empresas</u>, isoladamente ou em consórcios, voltadas para atividades de pesquisa e de reconhecida capacitação tecnológica no setor, visando à realização de atividades de pesquisa, desenvolvimento e <u>inovação</u> que envolvam risco tecnológico, para solução de problema técnico específico ou obtenção de produto, <u>serviço</u> ou processo inovador.</p> <p>§ 3o O pagamento decorrente da contratação prevista no caput será efetuado proporcionalmente <u>aos trabalhos executados no projeto, consoante o cronograma físico-financeiro aprovado, com a possibilidade de adoção de remunerações adicionais associadas ao alcance de metas de desempenho no projeto.</u></p>	<p>1. Possibilidade de contratação direta;</p> <p>2. Exclusão da regra de contratação exclusiva de entidades nacionais;</p> <p>3. Ampliação do objeto do contrato, com a autorização para a obtenção de serviço.</p> <p>1. Possibilidade de remuneração do agente privado pelos trabalhos executados e não, necessariamente, pelo produto entregue;</p> <p>2. Inserção de dispositivo de incentivo à maior performance (metas de desempenho)</p>

Fonte: Elaborado pelo autor com base na legislação e em Pombo (2016).

Além da simplificação do processo de parceria, a regra de remuneração foi revista de forma a se alinhar ao tipo de resultado possível para uma pesquisa. Nesse ponto, a modernização da Lei reconhece que não é possível definir *a priori* o resultado de uma pesquisa com exatidão. Dadas as características no processo inovador, e os riscos envolvidos no desenvolvimento tecnológico, o resultado é incerto, podendo, inclusive, não ser alcançado um novo produto, serviço ou processo inovador. Contudo, esse não sucesso por si só já é parte do processo inovador e fundamental para a continuidade das pesquisas e desenvolvimento, principalmente no que se refere à questão agrícola.

Desta forma, é possível afirmar que houve uma tentativa de modernização da legislação, conduzindo o setor de inovação do país para um equilíbrio superior ao anteriormente observado e levando ao aumento em aportes à pesquisa. Entretanto, a característica de volatilidade procíclica de investimentos ainda é um medo recorrente.

#### **2.4. Comentários finais**

O objetivo desse capítulo foi traçar um histórico das instituições de pesquisa agropecuária que culminaram no sistema atual com a preponderância do papel da Embrapa e inserir a pesquisa setorial no contexto mais amplo da política de inovação nacional.

Observa-se que a criação da Embrapa envolveu um processo de centralização de atividades que já ocorriam motivada por uma necessidade de maior autonomia e eficiência nas atividades de pesquisa. Isso não implica que os atores regionais ou menores que compunham a rede de pesquisa anterior deixaram de existir, mas sim que eles passaram a atuar sob a órbita da Embrapa.

A discussão de nosso próximo capítulo será em torno da noção de sistema de inovação agropecuário para compreender os impactos dessa assimetria entre a Embrapa e os demais atores sobre a efetividade e eficiência da política agropecuária no Brasil.

## **CAPÍTULO 3 – Sistema de Inovação Setorial da Agricultura Brasileira**

A abordagem econômica sobre a inovação tem sua origem no estudo das firmas no papel dos empreendedores de Schumpeter. Schumpeter (1939, 1942) estava preocupado em entender o desenvolvimento econômico e acreditava que esse ocorria por meio de pequenas revoluções, provocadas pelo surgimento, por exemplo, de novos bens ou de melhorias de qualidade. Essas pequenas revoluções remodelavam a estrutura produtiva existente levando a uma fase de prosperidade. Nesse cenário, a firma entrante seria, então, acompanhada por outras firmas.

Diante disso, Schumpeter acreditava ser relevante o estudo do comportamento das firmas. O autor, assim, observou que firmas acabavam por se agrupar em clusters com suas inovações e isso promovia o processo de ondas de inovação e rupturas (FAGERBERG, 2005).

A formação de clusters é um indicativo do caráter cooperativo da inovação. Firms não estão isoladas ao inovar. Elas tendem a se organizarem junto a fornecedores, competidores, consumidores, etc. e são afetadas pelas instituições a sua volta, como leis, normas, rotinas, que podem incentivar ou limitar a inovação. Todos os componentes envolvidos no processo de inovação formam o que é chamado de “Sistema de Inovação” (SI) (EDQUIST, 2005). Nas palavras do autor: “Resumindo, um sistema de inovação é definido como uma rede de organizações e instituições que desenvolvem, defendem e usam inovações” (COENEN e DÍAZ-LÓPEZ, 2010, p. 3).

### **3.1. Sistemas de Inovação**

A concepção sistêmica sobre a inovação surgiu com a percepção de que a inovação não é um processo isolado e que muitas vezes depende não só de colaboradores, mas também de competidores, clientes e fornecedores. Complementarmente, é influenciada pelo arcabouço institucional vigente – seria parte de uma evolução da literatura de um foco na inovação em firmas individuais para um olhar direcionado a sua interação no sistema como um todo. Entretanto, não há uma visão uniforme sobre o conceito de sistema de inovação.



SI são uma abordagem que oferece uma estrutura facilitadora da descrição, análise e compreensão do processo de inovação e avaliação do impacto de políticas públicas ou privadas para inovação, em diferentes contextos (SCHREMPF, KAPLAN e SCHROEDER, 2013).

Esta abordagem é importante por entender inovação como algo inerentemente social, um processo interativo de aprendizagem. Inovação é a novidade tecnológica, mas é, também, seu impacto no mercado. Logo, inovações são realizadas por meio de redes de relações sociais e não por eventos singulares de agentes individuais (COENEN e DÍAZ-LÓPEZ, 2010).

Pode-se então definir SI como uma rede de organizações e instituições que desenvolvem, difundem e usam inovações (MARKARD e TRUFFER, 2008). No entanto, essas instituições e organizações precisam ser contextualizadas para a utilização da abordagem, assim é necessário definir uma fronteira para o SI, bem como seus componentes.

O primeiro uso do conceito de sistema nacional de inovação (publicado) foi por Freeman (1987, p. 1), que o definiu como o “conjunto de instituições nos setores públicos e privado cujas atividades e interações iniciam, importam e difundem novas tecnologias”. Freeman desenvolveu o conceito ao estudar o ambiente de negócios em que firmas japonesas estavam inseridas e sua difusão de novas tecnologias. Seu foco se deu no papel da política pública, principalmente no papel do Ministério de Comércio Internacional e Indústria, de P&D, do capital humano e na estrutura de conglomerado e cooperação entre as firmas japonesas (SOETE et al, 2010).

Nos anos seguintes, outros estudos surgiram notadamente os de Nelson (1993) e o de Lundvall (1992), mas que diferiam bastante do de Freeman (1987). Dessa forma, foi um conceito com rápida difusão nos meios acadêmicos e de política pública (EDQUIST, 2005).

O de Nelson (1993) é mais focado em estudos de caso com interpretações acerca do conceito de sistema de inovação nem sempre coincidentes (EDQUIST, 1997), descrição dos sistemas nacionais de diversos países, e análise de forma mais enfática do processo de Pesquisa & Desenvolvimento em perspectiva histórica. Já o trabalho de Lundvall (1992) tem a abordagem mais teórica de todas.

Lundvall (1992) se preocupou com os tipos de atividade que levavam à inovação, com a ideia de que há uma diferença entre inovações radicais e incrementais. As incrementais, na percepção do autor, dependem da interação entre os agentes e de sua reação a uma inovação prévia, considerada a interação entre usuário e produtor, bem como com as outras instituições que moldam comportamento (SOETE et al, 2010).

Nelson (1993) incluiu em seus estudos um capítulo dedicado ao Brasil, escrito por Dalhman e Frischtak (1993). Nele, os autores fazem uma descrição histórica do surgimento e evolução das instituições que compõem o sistema brasileiro e fazem um balanço do sistema até então. Edquist (2005) argumenta que tanto Nelson quanto Lundval definem sistemas de inovação em termos de seus determinantes, ou seja, dos fatores que afetam o processo de inovação. Entretanto, os fatores que esses autores enfatizam seriam diferentes e isso levaria a conceitos e visões diferentes. Em suas palavras: “Portanto, eles propõem diferentes definições ao conceito, mas usam o mesmo termo. Isso refletiria a falta de uma definição de sistemas nacionais de inovação aceita de forma geral” (EDQUIST, 2005, p.183).

Edquist (2005, p. 182; 1997, p. 14) define de maneira simplificada um sistema de inovação como sendo “todos os importantes fatores econômicos, sociais, políticos, organizacionais, institucionais que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso de inovações”. A análise se daria, assim, tanto sobre seus componentes, isto é, suas organizações e instituições, quanto sobre as relações entre esses componentes. Edquist (2005, p. 182) define as organizações como “estruturas formais que são criadas de forma consciente e tem um propósito explícito. Seriam os jogadores ou atores”.

Já as instituições, ele define como “o conjunto de hábitos, normas, rotinas, práticas estabelecidas, regras ou leis comuns que regulam as relações e interações entre indivíduos, grupos e organizações. Seriam as regras do jogo” Em sua visão, um sistema de inovação tem “a função de perseguir processos de inovações, ou seja, de desenvolver, difundir e usar inovações”.

Metcalf (1995) enfatiza, ainda, que a questão nacional relaciona-se não só com uma política tecnológica comum, mas, também, com língua, cultura e sistema regulatório comuns que moldam o ambiente empreendedor. Soete et al (2010, p. 1162) já defende que o termo nacional enfatiza “o papel central do estado como agente

coordenador”, algo não necessariamente alinhado com as prescrições da teoria neoclássica tradicional.

De acordo com Edquist (2005), a inovação e o aprendizado têm papel central na abordagem de sistemas de inovação – considerando esses processos como endógenos. Dessa forma, o processo histórico e evolucionário torna-se importante e as preocupações com condições ótimas de equilíbrio perdem relevância, já que há um foco em feedbacks, interdependência de fenômenos e não linearidade. Assim, o arcabouço institucional tem especial relevância para essa abordagem.

O aprendizado se dá por meio da inovação - que tende a ocorrer nas firmas -, pelo P&D - que ocorre muitas vezes nas universidades e instituições de pesquisa levando a conhecimento disponível - e por treinamento e capacitação - que ocorre em todos esses ambientes (EDQUIST, 2005). A relação entre esses atores é uma importante característica do sistema.

Edquist (2005) chama atenção para o fato que, assim como não há consenso acerca da definição do termo sistemas de inovação, autores diferentes têm concepções diferentes para os termos utilizados em suas explicações – a questão institucional é um ponto especialmente crucial já que alguns consideram somente as organizações (Nelson e Rosenberg), enquanto para outros se refeririam de forma mais ampla às regras do jogo (o próprio Edquist e Lundvall). Logo essa falta de consenso dificulta o tratamento do conceito.

Já Soete et al (2010, p. 1164) chamam a atenção para o fato de que

“o que parece como inovação no nível agregado é, em verdade, resultado de processo interativo que envolve muitos atores no nível micro e que além de por forças de mercados, muitas dessas interações são influenciadas por instituições não mercadológicas”.

Dado que o resultado do nível macro depende do que ocorre a nível micro, o autor continua, problemas de coordenação ocorreriam. Sublinha-se que uma crítica comum à concepção de sistemas de inovação é a de que ela é “*undetheorized*” ou sem teoria suficiente para lhe sustentar. Nas palavras de Edquist (2005, p. 186):

“certamente não é uma teoria formal, no sentido que fornece proposições específicas referentes a relações causais entre variáveis. Pode ser usado para formular conjecturas para testes empíricos, mas isso deve ser feito em um grau limitado. Devido à relativa ausência de regularidades empíricas bem

estabelecidas, ‘sistemas de inovação’ devem ser considerados uma abordagem ou um arcabouço conceitual e não uma teoria”.

Talvez a dificuldade de se chegar a uma definição precisa relacione-se com o fato de que ainda não há consenso acerca do que determina a inovação – logo, se não há precisão acerca dos seus determinantes, como saber o que compõe de fato um sistema de inovação? Esse é um questionamento que aparece de forma implícita em alguns trabalhos.

O próprio Edquist coloca um ponto parecido: segundo ele, “se todos os fatores que influenciam os processos de inovação não estão incluídos em uma definição, deve-se argumentar que potenciais fatores devem ser excluídos e por que.” (EDQUIST, 2005, p. 183). Para alguns autores, como Lundvall, isso é inclusive visto como um benefício – em sua visão, o conceito deve ser mantido aberto e flexível (LUNDVALL, 1992, p. 13).

Edquist (2005) acredita que tais atividades são importantes na maioria dos sistemas de inovação: P&D, criação de competências (treinamento e criação de capital humano), formação de novos mercados para produtos, articulação de novos requerimentos de qualidade a partir da demanda para novos produtos, reestruturação de organizações para o desenvolvimento de novos campos de inovação, networking entre mercados para aprendizado, modificação institucional para fomentar inovação, incubadoras, financiamento, consultoria e etc.

### **3.2. Abordagens de Sistemas de Inovação**

A pesquisa em SI começou com o estudo dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI), mas ela se desenvolveu para outros modelos que possuem diferentes aplicações. É possível falar em quatro abordagens diferentes para sistemas de inovação: Sistemas Nacionais, Sistemas Regionais, Sistemas Tecnológicos e Sistemas Setoriais. Todas essas abordagens compartilham certas características como seu foco em inovação, a ênfase no processo de aprendizagem, seja por “*learning-by-doing*” ou intercâmbio de conhecimentos. São sistemas complexos que requerem, muitas vezes, análises holísticas ou interdisciplinares (SCHREMPF, KAPLAN e SCHROEDER, 2013).

O conceito de sistema tecnológicos é associado a Carlsson (1995) e relaciona-se com a ideia de que esses sistemas são únicos a cada campo tecnológico. A

abordagem setorial é associada a Breschi e Malerba (1997) e relaciona o conceito a um setor específico com tecnologias setoriais. Já o conceito de sistema regional de inovação é ligado ao nome de Cooke *et al* (1998), Braczyk *et al* (1998), Cooke (2001) e Asheim e Isaksen (2002). Pode-se considerar que essas variações coexistem e complementam umas às outras – “ se a concepção mais adequada de sistema de inovação, em cada contexto, deve ser nacional, setorial ou regional, depende muito das questões que se quer perguntar” (EDQUIST, 2005, p. 184).

Coenen e Díaz-López (2010) propõem caracterizar e comparar estas abordagens pela análise de seis dimensões: fronteiras; atores e redes; instituições; conhecimento; dinâmica; e abordagem de políticas.

As fronteiras ajudam a determinar o tipo de SI. Elas também permitem diferenciar o SI do ambiente em que ele se encontra, normalmente associa-se fronteiras com país ou região, indicando um sistema nacional ou regional, mas elas também podem dizer respeito a um tipo de tecnologia ou setor econômico, caracterizando os outros sistemas.

Atores são os agentes atuando no sistema e, normalmente, se organizam em redes para realizar atividades em conjunto ou trocar produtos/tecnologias/conhecimento entre si. Instituições são as leis, regulações, hábitos, normas as quais estão sujeitos os atores e sistemas.

Estas três primeiras dimensões são mais conhecidas e tratadas em diversos outros artigos. A contribuição de Coenen e Díaz-López (2010) com as três dimensões adicionais traz mais poder de comparação para as abordagens. Conhecimento é o recurso mais estratégico na inovação, mas é um conceito com diversas possíveis definições na área, podendo assumir, inclusive, características quantitativas, servindo como um estoque econômico ou mesmo uma *commodity*. Esta dimensão pode assumir tais características, mas, também, pode tratar da forma como acontece o aprendizado de novo conhecimento ou, ainda, ter características não tecnológicas, como a criatividade.

A dinâmica de um sistema representa a capacidade de mudança e adaptação do mesmo. Sistemas de inovação são, muitas vezes, criticados por trazerem uma análise estática da realidade, uma apresentação de como é o sistema. No entanto, o estudo de SI tem como base a teoria evolutiva e existe uma preocupação de como um sistema possa melhorar, sendo importante conhecer as dinâmicas dentro do mesmo.

Por fim, a última dimensão analisa de como os sistemas se relacionam com as políticas, em especial, políticas de inovação, levando em consideração que um dos principais objetivos desta abordagem é ajudar a desenhar políticas públicas ou privadas que promovam a inovação.

### *3.2.1 Sistema Nacional de Inovação (SNI)*

Uma das principais características do SNI é sua fronteira geográfica limitada a um país. A preocupação desse sistema está em entender como se promover a inovação dentro de uma nação, considerada homogênea. Conseqüentemente, um dos seus principais atores é o Estado, responsável por determinar as políticas de incentivo à inovação, bem como regular as instituições por meio de leis.

Outros atores importantes são conglomerados industriais, centros de pesquisa corporativos, etc. Nessa abordagem, as inovações são provenientes da pesquisa e do aprendizado, podendo ser tanto radical quanto incremental. O capital humano também tem importância e é uma das fontes da inovação. Esta abordagem tem especial aceitação entre os elaboradores de política pública, por apresentar uma visão mais ampla dos mecanismos por trás da inovação (SCHREMPF, KAPLAN e SCHROEDER, 2013).

### *3.2.2 Sistema Regional de Inovação (SRI)*

Diferente do SNI, o SRI não assume homogeneidade dentro de uma região. Sim, sua fronteira é similar à do SNI, mas uma região pode ser tanto infra quanto supranacional. Em princípio, muitas das características que valem para o SNI também valem para o SRI, no entanto, a organização das firmas dentro do sistema e o papel do setor público diferem bastante do sistema nacional.

Doloreux e Parto (2004) abordam três dimensões para o SRI, similar as propostas por Coenen e Díaz-López (2010). Em termos de conhecimento, em um sistema regional a proximidade dos atores recebe especial importância, principalmente ao se considerar que muitas vezes o conhecimento não pode ser codificado como um todo, sendo impossível transmiti-lo a longas distâncias.

A proximidade dos atores facilita este intercâmbio. Instituições possuem um valor diferenciado, pois diferenças culturais e regionais podem impactar bastante no

perfil inovador dos atores. Em termos de políticas públicas, a abordagem de SRI contribuiu com a noção de que não existem respostas padrão para incentivar a inovação, toda política precisa ser construída dentro do contexto em que será aplicada (SCHREMPF, KAPLAN e SCHROEDER, 2013).

### 3.2.3 Sistema Tecnológico de Inovação (STI)

Carlsson e Stankiewicz (1991, p. 111) definem um STI como “uma rede de agentes interagindo numa área tecnológica específica dentro de uma infraestrutura institucional particular para gerar, difundir e utilizar tecnologia”. Assim, um STI não é limitado por uma fronteira geográfica, ele pode ser nacional, internacional ou regional. Assim, o que define seus limites é um tipo de tecnologia. Com isso, o STI é um sistema centrado em firmas, que são seus principais autores.

Contudo, não há foco no estudo das redes formadas por essas firmas e demais atores, este é nas redes específicas do setor tecnológico. Nessa abordagem, o conhecimento é a principal *commodity* e concentra-se na inovação tecnológica e pesquisa e desenvolvimento. O modo como o conhecimento se desenvolve permite tanto inovações incrementais, quanto radicais, quando novas tecnologias são introduzidas. Assim, políticas públicas devem garantir que o sistema funcione corretamente para que ele possa se desenvolver livremente e elas são centradas em torno das firmas (COENEN e DÍAZ-LÓPEZ, 2010).

### 3.2.4 Sistema Setorial de Inovação (SSI)

O Sistema Setorial de Inovação é composto por um conjunto de produtos para usos específicos e um conjunto de agentes realizando atividades, interações de mercado e fora do mercado, para a criação, produção e venda destes produtos (MALERBA, 2004). Portanto, um setor é um conjunto de atividades unificadas por um grupo de produtos que atendem uma demanda emergente que compartilha um conhecimento comum.

As fronteiras de um SSI estão baseadas em termos de produtos. Um SSI envolve diversas tecnologias e pode transcender limites geográficos. A ênfase em

produtos ou grupos de produtos - como agricultura, automóveis, biocombustíveis, etc.- facilita a análise estatística usando base de dados disponíveis para cada setor produtivo.

Contudo, nessa abordagem pode-se ter dificuldade para identificar novos produtos ou demandas no mercado. No caso de tecnologias emergentes, há incerteza sobre como o mercado ou os agentes irão se comportar, pois é possível que delimitada a fronteira do setor, tecnologias e agentes que poderiam ter impacto no mesmo acabem ficando de fora.

Por exemplo, a demanda por biocombustíveis é crescente, em especial no Brasil. Assim, insumos como cana-de-açúcar do setor agropecuário podem ter sua demanda afetada pelo preço dos combustíveis ou pelo desenvolvimento de alguma tecnologia mais eficiente no uso de biocombustíveis, podendo impactar o setor, mesmo estando fora de sua fronteira.

Esta abordagem foca em atores centrados em firmas. As firmas são a principal unidade organizacional responsável pela inovação. Para SSI, redes estão envolvidas em trocas econômicas por meio de relações de mercado ou hierarquias corporativas, existindo a fim de integrar conhecimentos e competências distribuídos entre atores, firmas e outras organizações. Particularmente, relações em cadeias de valor são importantes para o SSI como fontes de inovação.

Instituições não são muito estudadas pela abordagem SSI, o papel principal delas é servir como sinalizador aos inovadores. Assim, as instituições oferecem estabilidade e guiam o comportamento das firmas frente ao risco inerente da atividade de inovação. Este papel de direcionador da inovação explica a distribuição desigual de inovações entre países e regiões e, também, porque é um dos fatores de maior importância para a abordagem de Sistemas de Inovação Nacional e Regional comparativamente para o SSI.

O principal tipo de conhecimento para o SSI é o tecnológico. Entretanto, conhecimentos não tecnológicos não são ignorados. Malerba (2004) define como conhecimento tecnológico “os campos específicos de ciência e tecnologia na base das atividades inovadoras do setor”.

A análise de como mudanças e transformações ocorrem num SSI segue a lógica de processos evolucionários, por inovações incrementais. O processo evolucionário se deve a heterogeneidade dos atores, que acabam por criar variedades



nos produtos, tecnologias, firmas ou instituições. Novos atores entrantes são especialmente impactantes na dinâmica do sistema, impulsionando processos de mudança e transformações num setor. Nesse processo, o mercado assume papel de “seleção natural”, excluindo do mercado atores menos eficientes.

A abordagem de SSI possui mecanismos para desenhar políticas de inovação específicas por setor, uma vez que seu foco principal é a análise das condições de inovação dentro do setor. No entanto, a visão de SSI está focada em melhoria de performance, de modo que políticas devem ser contingentes a necessidade de corrigir problemas de performance. O foco das políticas são as firmas.

### **3.3. Sistema setorial de inovação da agricultura brasileira**

A agricultura sempre foi uma força motriz da economia brasileira. Isso se deve tanto a capacidade adaptativa do setor, quanto a busca por inovação das últimas décadas. O interessante é que a inovação em agricultura pode ter várias origens como, por exemplo, maquinários ou genética. Além disso, os interesses do mercado são os mais variados, passando por alimentação, cosméticos, bioenergia e até indústria farmacêutica. Estudar o papel da inovação para o desenvolvimento agropecuário brasileiro permite compreender o que torna a agricultura tão importante para o país e como garantir que continue relevante no futuro, dado o enorme potencial brasileiro.

A abordagem de sistemas setoriais de inovação oferece uma perspectiva diferenciada para a compreensão do processo de inovação na agricultura. Sua grande vantagem é reconhecer que o estoque de conhecimento é diferente a cada setor. Ela faz sentido inclusive para o caso brasileiro, que possui uma tendência a separar sua economia em setores, em especial ao discutir sobre inovação.

Clark (2002) coloca que há escassez de trabalhos aplicando o conceito de SNI à agricultura. Ele aponta como possível o preconceito de que a noção de tecnologia não se aplicaria a esse setor, visto como atrasado. Essa visão é refutada, por exemplo, por Póvoa e Cabello (2016).

No Brasil, houve uma tendência de se institucionalizar a ideia de sistema de inovação, apesar de com uma visão levemente diferente do que a teoria descreve.

Desde a década de 1970, documentos da Embrapa já apresentam uma noção sistêmica do processo inovativo (ALVES, 1985). Nesse sentido, pelo menos no Brasil, a literatura está acostumada a essa associação.

Como já discutido, no Brasil, o desenvolvimento da pesquisa e inovação agropecuária começou ainda no do século XIX. No entanto, a centralização do SAI brasileiro só ocorreu com a criação da Embrapa em 1973. Assim, o objetivo desta subseção é descrever o sistema setorial agropecuário, conforme as principais características norteadoras apontadas pela literatura.

O Sistema Setorial de Inovação da Agropecuária brasileira está fortemente ligado ao Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). O SNPA foi criado pela Lei nº 8.171/1991 e foi o caminho pelo qual o governo escolheu planejar a evolução do setor agrícola brasileiro, colocando sob responsabilidade das universidades e centros de pesquisa o desenvolvimento de inovações e a transferência de tecnologia aos produtores (LUCIANO, 2013).

Coordenado pela Embrapa, o SNPA é fundamental na condução do desenvolvimento agropecuário, tendo entre seus objetivos compatibilizar as estratégias de pesquisa nacionais, coordenar as instituições de pesquisas do setor com uma programação de pesquisa sistematizada, estabelecer um sistema de informação agrícola brasileiro, coordenar os esforços de pesquisas para atender demandas regionais, entre outros (MOREIRA e TEIXEIRA, 2014). O sítio eletrônico da Embrapa descreve os objetivos do SNPA, conforme listados na Portaria que o criou:

- “Compatibilizar as diretrizes e estratégias de pesquisa agropecuária com as políticas de desenvolvimento, definidas para o País, como um todo, e para cada região, em particular.
- Assegurar constante organização e coordenação das matrizes de instituições que atuam no setor, em torno de programação sistematizada, visando eliminar a dispersão de esforços, sobreposições e lacunas não desejáveis.
- Favorecer o desenvolvimento de um sistema nacional de planejamento para pesquisa, acompanhamento e avaliação.
- Estabelecer um sistema brasileiro de informação agrícola, com formação de banco de dados para a pesquisa e desenvolvimento agropecuário, facilitando o acesso aos usuários e clientes da pesquisa agropecuária.

- Promover o apoio à organização e racionalização de meios, métodos e sistemas com desenvolvimento em informatização das instituições.
- Proporcionar a execução conjunta de projetos de pesquisa de interesse comum, fomentando uma ação de parceria entre instituições, no desenvolvimento de ciência e tecnologia para a agropecuária.
- Coordenar o esforço de pesquisa para atendimento às demandas de regiões, estados e municípios, a fim de proporcionar melhor suporte ao desenvolvimento da agropecuária.
- Promover o intercâmbio de informações e documentação técnico-científica, nas áreas de interesse comum.
- Favorecer o intercâmbio de pessoal, para capacitação e assessoramento interinstitucional.
- Possibilitar apoio técnico, administrativo, material e financeiro entre instituições integrantes, na medida das necessidades e interesses da programação e missões a desempenhar”.

O SNPA é uma instituição legal, enquanto a noção de sistema nacional de inovação é uma noção teórica. Entretanto, é importante observar que as primeiras menções do conceito na literatura são do final da década de 1980 e ele só se tornou presente na metade da década de 1990 – já a criação do SNPA é de 1992. Ou seja, se considerarmos que o conceito de sistemas de inovação é um conceito desenvolvido com base em observações de casos concretos, percebe-se que a experiência brasileira é notória, já que ela não foi motivada pela teoria, e, sim, algo parecido com o que acontecia no mundo em outros lugares (como o Japão para citar um caso bastante mencionado na literatura), mas em escala setorial.

Assim, no período de sua criação, ainda não se falava em sistemas de inovação, mas o sistema nacional de pesquisa era uma preocupação, reflexo da importância da pesquisa agropecuária para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro (MOREIRA e TEIXEIRA, 2014).

Os principais atores de origem estatal do SSI da Agropecuária fazem parte do SNPA. São eles:

- a) Embrapa e suas Unidades Descentralizadas
- b) Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAS) e Institutos de Pesquisa

c)Universidades

d)Outras organizações publicas/privadas ligadas a atividades de pesquisa agropecuária.

Nas palavras de Luciano (2013),

“Este sistema é constituído e desenvolvimento descentralizada espalhada por quase todos os estados da federação em que pesquisadores, técnicos e intuições parceiras desenvolvem pesquisas direcionadas as diferentes realidades da agricultura brasileira”.

Stads e Beitema (2009) também lembram o papel que o Centro Profissional de Educação Continuada e o Instituto Brasileiro do Meio-Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis têm na pesquisa agropecuária no Brasil.

A Embrapa é o principal ator do SNPA. Semelhantes à Embrapa, mas com alcance estadual, as OEPAS também são atores do SSI. Ao todo 16 estados da federação possuem órgãos de pesquisa agropecuária (MOREIRA e TEIXEIRA, 2014). O Quadro 3.1 a seguir apresenta as OEPAS por estado:

**Quadro 3.1: OEPAS por Estado**

<b>OEPA</b>	<b>Estado</b>
Instituto de Inovação para o Desenvolvimento Rural Sustentável de Alagoas	AL
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural	ES
Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária	GO
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais	MG
Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural	MS
Empresa de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso	MT
Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S/A	PB
Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária	PE
Instituto Agrônômico do Paraná	PR
Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro	RJ
Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte	RN
Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul	RS
Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina	SC
Empresa de Desenvolvimento Agropecuário do Estado de Sergipe	SE
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios	SP
Instituto Agrônômico de Campinas	SP
Instituto Biológico	SP
Instituto de Economia Agrícola	SP

Instituto de Pesca	SP
Instituto de Zootecnia	SP
Instituto de Tecnologia de Alimentos	SP
Universidade do Estado do Tocantins	TO

Elaboração própria.

Além das OEPAS, a própria Embrapa tem unidades regionais, corroborando a ideia do capítulo dois de que a especificidade locacional da agricultura favorece uma dispersão dos esforços de pesquisa. Apesar desse incentivo para uma dispersão geográfica dos esforços de pesquisa, Stads e Beitema (2009) observam o caráter regionalmente concentrado da pesquisa agropecuária no país, principalmente no estado de São Paulo.

A Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) responde por 15% dos pesquisadores na área (a Embrapa responde por 44%) segundo os autores. Como lembram Salles-Filho e Bonacelli (2007), a manutenção de institutos nas últimas décadas foi definida com base em critérios fiscais, de tal forma que o cenário que se traça é o de uma dispersão geográfica dos recursos que não necessariamente seja ótima.

Como bem observam Dossa e Segatto (2010), a cooperação entre diferentes agentes como firmas, universidades e institutos públicos de pesquisa é diferente. Além disso, como os autores afirmam, os resultados esperados por cada agente também são diversos: da Embrapa se espera soluções, da universidade publicações, enquanto as empresas buscam o lucro.

Stads e Beitema (2009) observam que, além da preeminência da Embrapa, o papel do setor público também é proeminente entre as universidades, já que a participação de universidades privadas na pesquisa agropecuária é bastante limitada. Eles enfatizam a grande ocupação de professores com o ensino o que prejudica esforços de pesquisa.

Póvoa (2008) observa uma explosão no número de depósitos de patentes feitos por universidades nos últimos anos (mas em números ainda inexpressivos se comparados com países desenvolvidos). Já no caso de institutos de pesquisa, a volatilidade é a característica da série. Entre 1979 e 2004 a Embrapa foi a grande depositante de patentes entre institutos de pesquisa, com mais de 20% de todos os depósitos, apesar de todos os problemas de propriedade intelectual reportados no capítulo um.

Póvoa (2008) destaca que estudos que focam na interação entre universidades e institutos de pesquisa são escassos, mas relata que entre 1979 e 2004, a Embrapa teve 18 parcerias com universidades de um total de 170 depósitos – ou seja, um pouco mais de 10% dos depósitos da Embrapa foram em parceria com universidades, número pouco expressivo em termos relativos e menos ainda em termos absolutos.

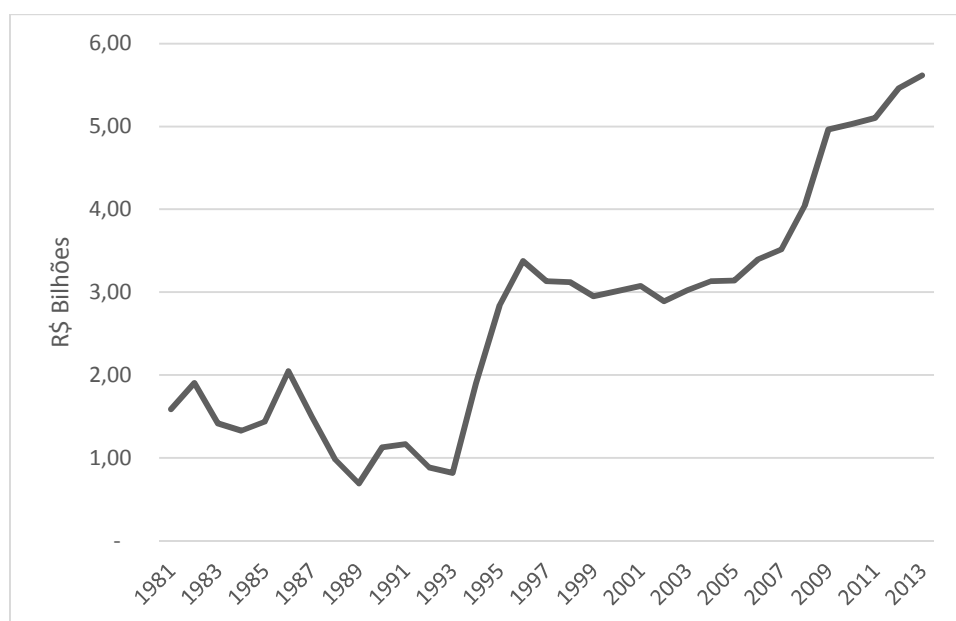
Como já observado no capítulo um, a participação das universidades na pesquisa agropecuária no Brasil é limitada, com pulverização de esforços e falta de especialização. Quando há especialização, como é o caso, por exemplo, da Universidade Federal de Viçosa e da ESALQ, essas não estão distribuídas de forma uniforme pelo território nacional, o que dificulta a cooperação em estados mais distantes.

Em relação a essa interação, Póvoa (2008) observa que estudos que focam na interação entre universidades e institutos de pesquisa são escassos descrevendo que a pouca literatura existente aponta para a troca de informações benéfica entre esses dois tipos de agentes. Além disso, a literatura revela uma divisão de trabalho entre esses dois agentes: devido ao caráter mais acadêmico, a universidade daria mais ênfase à pesquisa básica. Já os institutos públicos, estariam voltado no desenvolvimento final, devido a sua missão de desenvolvimento.

Apesar desses resultados pouco animadores relativos à cooperação, deve-se lembrar que parte da interação entre universidades e institutos de pesquisa ocorre de forma não contabilizável por estatísticas de *output* de pesquisa.

### 3.3.1 Financiamento do Sistema

Desde sua criação a Embrapa, OEPAS e Universidades trouxeram diversos ganhos para a agricultura brasileira e são considerados um caso de sucesso da iniciativa estatal em incentivar a produção de conhecimento e promover a inovação. Para fazer isto, elas precisam de financiamento. No gráfico 3.1 são apresentados os gastos públicos em pesquisa agropecuária entre 1991 e 2013, a preços de 2016:

**Gráfico 3.1: Gasto Público em Pesquisa Agropecuária – 1991-2013**

Fonte: ASTI (2017). Elaboração Própria. Preços de 2016.

O gráfico 3.1 nos mostra pelo menos quatro momentos da pesquisa agrícola brasileira. O primeiro período entre 1981 e 1987, quando os gastos públicos se manteve na faixa dos R\$ 1,5 bilhão ao ano. Primórdios da pesquisa agropecuária institucionalizada, segunda década de existência da Embrapa, com grandes conquistas como a expansão da soja para o Centro-Oeste. No período seguinte, entre 1987 e 1994 há um período de estagnação no investimento, com uma taxa média de crescimento anual de -8,29%, reflexo da crise econômica e da hiperinflação.

Em 1994, ocorre um salto no gasto em pesquisa, com um crescimento de 132,59%, devido principalmente a estabilidade econômica. No entanto, entre 1994 e 1996 a taxa média de crescimento anual foi de 21,1%, mas entre 1996 e 2006 o gasto ficou estagnado nos R\$ 3 bilhões de reais. Isso implicou numa queda do gasto em pesquisa como porcentagem do PIB agropecuário de 2,36% para 1,77%.

A partir de 2004, há uma retomada dos gastos com pesquisa agropecuária. A Lei da Inovação (Lei no 10.973/2004) trouxe mudanças ao sistema de inovação nacional, fortalecendo a pesquisa e incentivando a cooperação na produção científica e tecnológica (Rauen, 2016).

Dados do Orçamento Geral da União (OGU) indicam que, desde 2004, os recursos destinados às despesas destinadas ao setor agropecuário tiveram aumento de 59,8%, passando de R\$ 14,70 bilhões, em 2004, para R\$ 23,50 bilhões em 2016. Assim,

os recursos destinados à agropecuária tiveram crescimento médio anual de 3,7%. Destaca-se que essa variação foi superior àquela verificada para a despesa total do governo federal, que foi de 3,1% a.a. (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1: Despesas do governo federal em funções selecionadas, Brasil, 2004-2016 (R\$ milhões, valores reais)**

	Valores reais (correção pelo IPCA - valores de 2016)			Participação na despesa (%)	
	Despesa total	Ciência e tecnologia	Agricultura	Ciência e tecnologia	Agricultura
2004	1.792.475,41	5.142,13	14.699,70	0,29%	0,82%
2005	2.043.474,96	5.594,84	14.567,99	0,27%	0,71%
2006	2.128.785,02	6.110,83	16.572,27	0,29%	0,78%
2007	2.092.506,89	6.894,55	16.254,56	0,33%	0,78%
2008	2.013.036,13	8.047,88	16.058,93	0,40%	0,80%
2009	2.183.429,18	9.107,90	20.079,99	0,42%	0,92%
2010	2.206.270,36	9.447,48	16.895,93	0,43%	0,77%
2011	2.312.451,48	8.860,23	19.802,80	0,38%	0,86%
2012	2.375.097,41	9.780,09	19.159,01	0,41%	0,81%
2013	2.342.452,77	10.412,65	17.003,17	0,44%	0,73%
2014	2.681.333,75	10.612,98	16.771,29	0,40%	0,63%
2015	2.539.401,61	8.796,52	32.254,76	0,35%	1,27%
2016	2.677.783,16	8.532,85	23.483,37	0,32%	0,88%

Elaboração própria. Dados extraídos do Siga Brasil do Senado Federal. Valores de 2016.

Apesar disso, a participação das despesas com Agricultura e Ciência e Tecnologia não avançaram significativamente. Em 2016, os dispêndios em agricultura representaram 0,88% da despesa total, enquanto Ciência e Tecnologia ficaram com 0,32%. No mesmo período, as despesas totais com Ciência e Tecnologia tiveram variação média anual de 4,0%.

Ainda que os recursos destinados à agricultura tenham aumentado, isso não significa que as atividades de inovação agropecuária também tenham percebido esse benefício. Na verdade, ao se comparar a evolução dos dispêndios da função agricultura com os gastos totais da Embrapa, responsável pela inovação no segmento, percebe-se uma estagnação no volume de recursos da empresa, com relevante redução da participação dessa nos gastos totais da agricultura no país. Assim, os gastos da Embrapa que eram de 21,6% do total em 2010, responderam por apenas 13,0% em 2016 (Tabela 3.2).



**Tabela 3.2: Gastos públicos federais, função Agricultura e Embrapa, Brasil 2010-2016 (R\$ milhões)**

Valores reais (correção pelo IPCA - valores de 2016)			
	Agricultura	Embrapa	Embrapa/ Agricultura
2010	16.895,93	3.657,06	21,6%
2011	19.802,80	3.469,05	17,5%
2012	19.159,01	3.514,69	18,3%
2013	17.003,17	3.290,63	19,4%
2014	16.771,29	3.301,63	19,7%
2015	32.254,76	3.221,81	10,0%
2016	23.483,37	3.046,46	13,0%

Elaboração própria. Dados do Siga Brasil e Embrapa em Números (2016).

Diante da estagnação dos valores destinados à Embrapa, a empresa passou a concentrar, ainda mais, seus desembolsos no pagamento de pessoal. Com isso, custo com pessoal que representava 65,6% das despesas da empresa em 2010, passou para 83,2% em 2016. A evolução da participação dos custos de remuneração de capital humano, combinado com a situação estacionária da evolução dos recursos disponíveis, evidenciam a reduzida capacidade da Embrapa de promover investimentos e desenvolver outras atividades que sustentem a produção inovadora (Tabela 3.3).

**Tabela 3.3 – Segmentação dos gastos da Embrapa, Brasil – 2010-2016 (R\$ milhões, valores reais)**

	Pessoal	O. Custeio	Capital	Dívida	Total	Pessoal/ Total (%)
2010	2.397,21	744,24	513,56	2,06	3.657,06	65,6%
2011	2.553,97	620,17	289,97	4,94	3.469,05	73,6%
2012	2.538,58	614,81	352,60	8,70	3.514,69	72,2%
2013	2.522,91	518,05	249,67	-	3.290,63	76,7%
2014	2.612,16	517,56	171,90	-	3.301,63	79,1%
2015	2.664,76	508,34	48,71	-	3.221,81	82,7%
2016	2.535,44	431,19	79,83	-	3.046,46	83,2%

Elaboração própria com base nos dados da Embrapa em Números (2016).

Já em relação ao papel de agentes de financiamento no sistema, deve-se lembrar, como dito anteriormente, que os dados da Pesquisa de Inovação do IBGE (PINTEC) apontam que as principais barreiras à inovação são os riscos, os custos e a escassez de fontes de financiamento. A maior parte das firmas realizaria investimentos em P&D a partir de capital próprio, independentemente do porte da firma (LUNA et al, 2008).

Outro fato importante é como o setor privado não ofertava fundos de longo prazo para esse tipo de investimento devido à existência de falhas de mercado e alternativas existentes como fundos de capital de risco ainda não são uma realidade difundida no país, o que leva a maior parte das firmas a inovarem com base em recursos próprios.

Isso significa que o grosso das linhas de financiamento do investimento em inovação no Brasil ainda são públicas. A Tabela 3.4 mostra a importância do setor público para o financiamento do P&D no Brasil.

**Tabela 3.4: Financiamento do P&D no Brasil por fonte**

	Gasto Público	Gasto Federal	Gasto Estadual	Gasto Empresarial	Total
P&D em R\$ milhões	36.783,7	25.802,5	10.981,3	26.964,9	63.748,6
Percentual do total de P&D	57,7	40,5	17,2	42,3	100
% P&D em relação ao PIB	0,69	0,48	0,21	0,51	1,20

Fonte: MCT (2017); Luna et al (2008) com adaptações. Valores de 2013.

Essa importância do setor público ao financiamento de inovação é encontrada em outros países, mas o Brasil está entre os países em que os percentuais de participação do governo são mais altos (LUNA et al, 2008).

Dos investimentos públicos, mais da metade é destinada a instituições de ensino superior, o que ajuda a explicar a crítica do viés de pesquisa básica no Brasil. A tabela 3.5 mostra como os investimentos públicos em P&D se distribuem entre setores.

**Tabela 3.5: Distribuição da estimativa de investimentos públicos em P&D por objetivo – em percentual**

Objetivo	Percentual
Instituições de Ensino Superior	57,9
Agricultura	11,3
Pesquisas Não Orientadas	8,7
Saúde	7,5
Infraestrutura	3,0
Energia	1,6
Defesa	1,2

Fonte: Luna et al (2008) com adaptações. Valores de 2004.

Observa-se que a agricultura é uma das grandes prioridades de financiamento de inovação do setor público e boa parte disso é explicado pela própria Embrapa. Antes de detalharmos a capacidade de financiamento própria da Embrapa, será discutido o

papel de outros agentes financiadores do sistema, enfatizando a lógica interativa do sistema de inovação.

Os dois principais financiadores do Sistema Nacional de Inovação brasileiro são a Finep e o BNDES. A Finep apoia eventos, financia projetos via empréstimos muitas vezes subsidiados (forma reembolsável) e de forma não reembolsável, direcionado a instituições públicas e a privadas sem fins lucrativos. Além disso, como já descrito, o sistema conta com o apoio dos fundos setoriais, que proporcionaram um maior volume de recursos disponibilizados.

Apesar da existência dessas fontes de financiamento, a própria Finep reconhece que o desconhecimento de empresários sobre ela é um obstáculo importante (LUNA et al, 2008).

Já o BNDES tem programas específicos voltados à inovação, com juros subsidiados. A literatura aponta a dificuldade de se saber o que se enquadra como inovação e, portanto, quem teria direito a tais linhas de crédito (LUNA et al, 2008). Tais linhas de créditos serviriam para incentivar a inovação no setor privado, quanto promover ações de cooperação entre o público e o privado. Por exemplo, o INOVAGRO é um programa de incentivo inovação na agricultura com recursos do BNDES, ao financiar a aquisição de tecnologia por produtores/empresas, incentiva os institutos de pesquisa a desenvolver mais conhecimento (BNDES, 2017).

A literatura sobre inovação em geral no Brasil (CAVALCANTE, 2013; DAHLMAN e FRISCHTAK, 1987) enfatizam o papel pouco engajado do setor privado na inovação. No setor agropecuário, tal tendência talvez seja ainda mais marcante, já que, como observado no capítulo um, o setor público é responsável por mais de 80% do gasto em P&D agropecuário no Brasil. Póvoa (2008) observa que, entre 1979 e 2004, apenas 4% dos depósitos de patente da Embrapa foram realizados em parceria com alguma empresa – o autor credita esse valor baixíssimo a uma postura bastante restritiva da empresa em relação à política de direitos de propriedade. Apesar disso, Hall et al (2011), por exemplo, lembram a colaboração da Embrapa com a Monsanto para o desenvolvimento de culturas mais eficientes em termos de custos.

Já Bin et al (2013) apontam para uma ênfase, desde a década de 1980, nesses estágios finais da inovação, mais voltados para o desenvolvimento aplicado, o que indicaria uma ênfase mais voltada para a fase de comercialização e, possivelmente,

sinalizando uma tentativa de aproximação com o setor produtivo. Na visão dos autores, o principal motivo disso é uma pressão da sociedade em favor desse tipo de tarefa. O grande motivo disso teria sido as grandes restrições fiscais e orçamentárias por que passaram os diversos governos. Klerkx e Leeuwis (2008a) também partilham da ideia de que o setor agropecuário no mundo se tornou mais sensível a questões de demandas.

No entanto, deve-se ter em mente que por serem públicos os institutos públicos de pesquisa não tem como principal objetivo o lucro, logo por mais sensíveis que estejam de questões ligadas à produção e comercialização de produtos e processos como afirmam Bin et al (2013), eles nunca serão inteiramente receptivos a demandas de mercado pois essas não suas principais prioridades. A ideia de trazer o público para solucionar falhas de mercado é interessante e tem muito escopo na literatura. A preocupação é quando o público monopoliza funções e não deixa espaço aos demais atores. Nesse sentido, o modelo concentrado em um instituto público de pesquisa, por mais avanços que possa ter trazido ao sistema de inovação agropecuário é “degenerado” pois traz ao público funções que são inerentemente privadas e ao fazer isso pode estar causando inclusive um *crowding out*. Bin et al (2013) reconhecem isso:

*“a way to occupy spaces in which private enterprise is not playing the role originally reserved for them and to participate in an essentially collective game (since networks and systems have become the locus of innovation”*  
(BIN et al, 2013, p. 214).

A questão é saber se o setor privado não ocupa esse espaço pois o setor público já está ali. E mais, para falar de um jogo coletivo ou cooperativo, é necessário que ambas as partes participem de forma efetiva. Hall (2006), por exemplo, fala de um aumento da participação do setor privado na pesquisa agropecuária em alguns países e insinua que isso provocou uma retração ainda maior do setor público, que passou a buscar cooperação e não financiar diretamente as atividades – mas dado os retratos de restrições macroeconômicas descritos na literatura, é interessante perguntar o que veio primeiro: a restrição do público ou o crescimento do privado. Além disso, tal análise enfatiza a possível relação de *crowding out* existente entre os dois tipos de investimento.

As restrições orçamentárias e macroeconômicas impostas aos institutos públicos de pesquisa tem efeito inclusive sobre agendas de pesquisa. Elas tornam fundos escassos, logo somente aquelas demandas prioritárias (ou aquelas que o setor

privado não atentaria) sejam financiadas. Uma alternativa para a escassez de fundos foi a criação dos fundos setoriais, que têm vantagens e desvantagens. Eles aumentariam a possibilidade de interação e cooperação entre os diversos agentes do sistema, mas ao mesmo tempo, aumentariam custos de transação. Nas palavras de Stads e Beitema (2009, p. 20):

*“Such mechanisms are seen as a means of redirecting research priorities, increasing the role of the private and academic sectors in the performance of research, and possibly forging linkages among government, academic, and private research agencies. Nevertheless, competitive mechanisms often involve higher transaction costs (such as the need to write and screen proposals) and can incur increased rent-seeking costs (such as lobbying). On a positive note, competitive mechanisms may lower the social costs of research by ensuring that a broad spectrum of research projects are considered, thereby circumventing the allocation of funding purely on the basis of precedence, which is more likely under block grant mechanisms. Competitive mechanisms also tend to increase flexibility, but they often favor short-term applied research at the expense of more basic, long-term endeavors.”*

Apesar desses esforços, a escassez de fundos é clara. Logo, a busca por parcerias se torna necessária, o que, ainda reforça o caráter cooperativo do sistema. Hall (2006) cita como motivos para perseguir parcerias público privadas na agricultura a busca de projetos que nenhum dos agentes poderia realizar separadamente, o desenvolvimento de conhecimentos privados que podem ser acessados para pesquisa como bem público e o acesso a novas fontes de financiamento. Além disso, se a parceria é com empresas estrangeiras de países de ponta, elas podem servir para desenvolver capacidade de absorção.

Já em relação às dificuldades, o mesmo autor aponta as principais: falta de cultura de negócios no setor público, falta de confiança, problemas de propriedade intelectual, pouca habilidade negocial no setor público, imprevisibilidades em relação a políticas e fragmentações de recursos entre diversas agências. Considerando isso, Hall conclui sobre a importância de parcerias público privadas e como elas podem trazer dinamismo ao processo de inovação:

*“Partnerships that promote innovation are thus not only concerned with frontier research and technology (although these may have a special importance), but also (and more usually) are concerned with incremental*

*problem solving, i.e. the continuous process of minor adjustments and improvements that farmers and firms make to survive, improve profits and compete with other farmers/firms, domestically and internationally. Furthermore rather than thinking about bilateral PPPs, in practice innovation often involves clusters or coalitions of organizations including those from the civil society sector, who together produce, adapt and use the knowledge that drives continuous innovation.”* (HALL, 2006, p. 8)

Nesse sentido, caso o cenário traçado pela literatura e esboçado pelas estatísticas de um futuro pessimista se confirme, vê-se incentivos contraditórios: por um lado forças que pressionam para a especialização em questões voltadas ao interesse público de fato, por outro, dado o pouco envolvimento do setor privado, a necessidade de impor maior engajamento ou até mesmo substituir esse setor em atividades claramente voltadas para a comercialização e o lucro. Nesse sentido, talvez um papel no meio do caminho, como um intermediário seja o mais interessante.

Klerkx e Leeuwis (2008a) articulam a ideia de intermediários de inovação, que auxiliam os empreendedores agropecuários com a inovação. Segundo os autores, a necessidade desses intermediários surge pois muitos agentes não tem suficiente capacidade de absorção (Cohen e Levinthal, 1990), além disso há assimetrias de informação importantes e dificuldades de se avaliar benefícios. Os autores assim listam algumas funções importantes como a articulação de demanda, a intermediação de redes de contato e auxílio na gestão do processo de inovação como questões onde um intermediário tem a contribuir.

Como conclusão dessa seção, observa-se a tendência altamente centralizadora de atuação da Embrapa ou uma “*excessively endogenous research execution structure*” (BIN et al, 2013, p 216), o que sugere que a integração com outros agentes, apesar de melhorado, ainda é incipiente.

### 3.3.2 A Embrapa

O avanço da industrialização brasileira e a urbanização da população evidenciaram a necessidade de uma abordagem mais dinâmica para a condução da economia brasileira com destaque para a participação da agricultura na geração de valor do país. Nesse sentido, no início da década de 1970, o Plano de Metas e Bases para a Ação do Governo já trazia como instrumentos uma nova política de crédito rural que

previa taxas de juros mais baixas, nova política de preços mínimos com base nos preços internacionais e uma política sistemática de seguro agrícola (MENGEL, 2015).

Segundo Mengel (2015), além dos instrumentos aplicados pela política de crédito agrícola, a redução da mão de obra dedicada à produção agrícola e o aumento da demanda, tanto nos centros urbanos quanto nos mercados internacionais, exigiu o fortalecimento do programa de desenvolvimento tecnológico da agricultura pelo programa nacional de mecanização agrícola, pelo programa nacional de fertilizantes, defensivos e corretivos e por um novo programa de pesquisa e experimentação com foco em pesquisa de sementes melhoradas.

Apesar desse avanço, foi apenas após 1972, com o lançamento do I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND) e do I Programa Base de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (I PBDCT), que o desenvolvimento científico e tecnológico ganhou lugar de destaque nas políticas setoriais brasileiras. Nesse contexto, foram reformuladas e criadas instituições dedicadas ao fomento de pesquisas científicas, entre elas a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) que substituiu o Departamento de Pesquisa e Experimentação Agropecuária (DNPEA).

Segundo o artigo 2º da Lei nº 5.851/1972, que criou a Embrapa, são finalidades da empresa:

I - promover, estimular, coordenar e executar atividades de pesquisa, com o objetivo de produzir conhecimentos e tecnologia para o desenvolvimento agrícola do País;

II - dar apoio técnico e administrativo a órgãos do Poder Executivo, com atribuições de formulação, orientação e coordenação das políticas de ciência e tecnologia no setor agrícola.

Parágrafo único. É facultado à Empresa desempenhar suas atividades mediante convênios ou contratos com entidades públicas ou privadas, nacionais, estrangeiras ou internacionais.

Posteriormente foram agregadas competências à Embrapa de forma que, segundo o artigo 4º do Decreto nº 7.766/2012 que aprova o Estatuto da Empresa, são objetivos da instituição:

I - planejar, orientar, controlar, executar e supervisionar atividades de pesquisa agropecuária, para produzir conhecimentos tecnológicos empregados no desenvolvimento da agricultura nacional;

II - apoiar, técnica e administrativamente, os órgãos e entidades do Poder Executivo, ou organismos vinculados, com atribuições de formulação, orientação e coordenação da política agrícola e da política de ciência e tecnologia relativa ao setor agrícola;

III - estimular e promover a descentralização operativa de atividades de pesquisa agropecuária de interesse regional, estadual, distrital e municipal, mediante ações de cooperação técnico-científica com organismos de objetivos afins; e

IV - coordenar o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - SNPA, mediante convênio com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios.

Parágrafo único. As pesquisas de que trata o inciso I do caput abrangem as áreas de ciências agrônômicas, veterinárias, da sociologia e da economia rural, as áreas relacionadas com a agroindústria, ciências florestais e do meio ambiente, pesca, aquicultura, meteorologia e outros temas afetos ao seu objeto.

Com esses objetivos, em seus mais de 40 anos de existência, a Embrapa reuniu Universidades, órgãos de extensão rural, centros de pesquisa e instituições financeiras em um SNPA, otimizando os recursos da pesquisa com intuito de promover a criação de novas tecnologias nacionais para o desenvolvimento do setor agropecuário. No objetivo de desenvolver a agricultura brasileira, com utilização de insumos modernos, maquinários, entre outros, a criação de uma empresa destinada a desenvolver novas tecnologias para o setor revelou-se uma ação fundamental tanto para a expansão da produção nacional quanto para seus ganhos de produtividade.

Para a empresa desenvolver suas funções, atualmente fazem parte de seu corpo técnico 2.400 pesquisadores, dos quais cerca de 85% possuem doutorado, distribuídos em 46 unidades descentralizadas e sua Sede. Estas unidades descentralizadas estão divididas em:

i. **Unidades Ecorregionais** - unidades de pesquisa atuam na promoção e desenvolvimento do agronegócio sustentável na região, totalizando 19 unidades. Exemplos: Embrapa Pantanal, Embrapa Meio-Norte, Embrapa Pecuária-Sudeste.

ii. **Unidades de Produto** - unidades de pesquisa referência no desenvolvimento de tecnologias para produtos e cadeias de produtos específicos, totalizam 14 unidades. Exemplo: Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Soja, Embrapa Gado de Leite.



iii. **Unidades de Tema Básico** - unidades de pesquisa aplicada a temas e processos transversais à agropecuária, no total são 10 unidades. Exemplo: Embrapa Monitoramento por Satélite, Embrapa Agroenergia, Embrapa Meio Ambiente.

iv. **Unidades de Serviço** - unidades de promoção da pesquisa e atendimento as necessidades da sociedade. São cinco as unidades de serviço: Embrapa Café, Embrapa Gestão Territorial, Embrapa Informação Tecnológica, Embrapa Produtos e Mercados e Embrapa Quarentena Vegetal.

A tabela 3.6 lista as Unidades da Embrapa e sua localização geográfica.

**Tabela 3.6 – Unidades da Embrapa**

<b>Unidade</b>	<b>Município</b>	<b>UF</b>
Embrapa Tabuleiros Costeiros	Aracaju	SE
Embrapa Pecuária Sul	Bage	RS
Embrapa Amazônia Oriental	Belem	PA
Embrapa Uva e Vinho	Bento Goncalves	RS
Embrapa Agroenergia	Brasilia	DF
Embrapa Café	Brasilia	DF
Embrapa Cerrados	Brasilia	DF
Embrapa Hortaliças	Brasilia	DF
Embrapa Informação Tecnológica	Brasilia	DF
Embrapa Produtos e Mercado	Brasilia	DF
Embrapa Quarentena Vegetal	Brasilia	DF
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia	Brasilia	DF
Unidades Centrais	Brasilia	DF
Embrapa Algodão	Campina Grande	PB
Embrapa Gestão Territorial	Campinas	SP
Embrapa Informática Agropecuária	Campinas	SP
Embrapa Monitoramento por Satélite	Campinas	SP
Embrapa Gado de Corte	Campo Grande	MS
Embrapa Florestas	Colombo	PR
Embrapa Suínos e Aves	Concordia	SC
Embrapa Pantanal	Corumba	MS
Embrapa Madioca e Fruticultura	Cruz das Almas	BA
Embrapa Agropecuária Oeste	Dourados	MS
Embrapa Agroindústria Tropical	Fortaleza	CE
Embrapa Meio Ambiente	Jaguariuna	SP
Embrapa Gado de Leite	Juiz de Fora	MG
Embrapa Soja	Londrina	PR
Embrapa Amapá	Macapa	AP
Embrapa Amazônia Ocidental	Manaus	AM
Embrapa Pesca e Aquicultura	Palmas	TO
Embrapa Trigo	Passo Fundo	RS
Embrapa Clima Temperado	Pelotas	RS

<b>Embrapa Semiárido</b>	Petrolina	PE
<b>Embrapa Rondônia</b>	Porto Velho	RO
<b>Embrapa Acre</b>	Rio Branco	AC
<b>Embrapa Agroindústria de Alimentos</b>	Rio de Janeiro	RJ
<b>Embrapa Solos</b>	Rio de Janeiro	RJ
<b>Embrapa Arros e Feijão</b>	Santo Antonio de Goias	GO
<b>Embrapa Instrumentação</b>	Sao Carlos	SP
<b>Embrapa Pecuária Sudeste</b>	Sao Carlos	SP
<b>Embrapa Cocais</b>	Sao Luis	MA
<b>Embrapa Agrobiologia</b>	Seropedica	RJ
<b>Embrapa Milho e Sorgo</b>	Sete Lagoas	MG
<b>Embrapa Agrossilvopastoril</b>	Sinop	MT
<b>Embrapa Caprinos e Ovinos</b>	Sobral	CE
<b>Embrapa Meio Norte</b>	Teresina	PI
<b>Embrapa Roraima</b>	Boa Vista	RR

Fonte: Embrapa (2017a) Elaboração Própria.

Por meio de suas unidades, a empresa atua nacional e internacionalmente em duas frentes prioritárias: o P&D e a Transferência de Tecnologia (TT). É fato que por seus trabalhos e parcerias a Embrapa é reconhecida como uma instituição que garante a qualidade de suas pesquisas nas mais diversas áreas. No entanto, parte do sucesso da pesquisa é fazer com que a inovação desenvolvida por seus pesquisadores e instituições parceiras chegue ao produtor e seja implementada para a utilização na produção nacional. Por isso, a transferência de tecnologia faz-se fundamental no processo de promoção do desenvolvimento agrário pretendido pela Embrapa.

Em P&D, a atuação da Embrapa está focada no desenvolvimento de novos conhecimentos traduzidos em produtos, processos e serviços para o setor agropecuário. Os produtos, chamados de solução tecnológica, incluem cultivares, alimentos, inoculantes, agentes de controle biológico, equipamentos, animais, etc. Já os processos desenvolvidos e aperfeiçoados são os procedimentos e metodologias desenvolvidos pela Embrapa para serem utilizados no campo, como o processo agroindustrial e práticas agropecuárias. Enquanto os serviços incluem treinamentos, consultorias, mapeamentos, ações não materiais que levam soluções tecnológicas ao produtor. Além disso, o resultado da produção científica também está disponível em diversas publicações, como artigos em congressos, notas técnicas, artigos em periódicos indexados, livros-técnicos, etc. (EMBRAPA, 2016b).

Já em Transferência de Tecnologia, que também inclui Intercâmbio do

Conhecimento (IC), tem por objetivo levar o conhecimento desenvolvido pela Embrapa para o produtor agropecuário. A TT é essencial ao processo de inovação, pois é a etapa do processo que ajuda a levar a tecnologia ao mercado, dinamizando arranjos produtivos, mercadológicos e institucionais. O IC, por outro lado, é o processo interativo de diálogo entre a Embrapa e o público alvo de suas tecnologias. Ele permite que o pesquisador consiga adaptar suas soluções tecnológicas desenvolvidas às necessidades do contexto específico vigente. A Transferência de Tecnologia também viabilizar a formação de parcerias estratégicas que darão origem a rede de inovação da qual a Embrapa faz parte (EMBRAPA, 2016b).

Por esse perfil, a Embrapa foi classificada por Mengel (2015) como uma instituição de pesquisa *Think Tank*. Essas instituições têm um foco duplo: planejamento de políticas públicas e pesquisa acadêmica. Esse caráter híbrido pode levar a interesses contraditórios em que “a necessidade de inserção política, de audiência e de sobrevivência financeira [são] confrontadas com a necessidade de construir prestígio intelectual”. (RIGOLIN e HAYASHI, 2013, p. 400). No caso da Embrapa, tal contradição pode surgir com possíveis *tradeoffs* publicações *versus* produtos, pesquisa básica *versus* desenvolvimento de produto e etc. Entretanto, apesar dessa possibilidade, a literatura enfatiza que um *think tank* deve ser avaliado de acordo com sua capacidade de influência na sociedade (ABELSON, 2010). Para isso, ele deve ser capaz de traduzir a ciência técnica em conhecimentos facilmente compreensíveis e aplicáveis pelo setor produtivo.

A própria empresa busca mensurar as externalidades de suas atividades. Segundo consta no Balanço Social da Empresa de 2013, estima-se que a cada um real aplicado em pesquisas da Embrapa são gerados outros R\$ 9,07 para a sociedade brasileira.

Em termos de maiores contribuições para a pesquisa agropecuária brasileira, Correa e Schmidt (2014) apontam como as principais contribuições da Embrapa o aumento da produtividade no Cerrado via técnicas de correção de acidez do solo; cruzamentos na soja que permitiram um ciclo de 12 semanas mais curtos que o normal e duas safras anuais; sementes de algodão adaptadas a condições locais que aumentaram a produtividade e qualidade do produto.

Os mesmos autores apontam como causas para o sucesso da Embrapa níveis adequados de financiamento, investimentos sustentados em capital humano, excelência

de pesquisa e colaboração internacional e uma política de missão com um sistema de inovação aberta que facilitou a transferência de tecnologia.

Assim, na opinião de Correa e Schmidt (2014), o foco em missões permitiu vencer o obstáculo da comercialização e isso a diferenciou do tipo de pesquisa realizado em universidades. Na opinião de Correa e Schmidt (2014, p. 8),

*“by placing farmer’s profitability at the center of its objective function (to the detriment of its own financial gains), Embrapa maximized economic returns to public investments in R&D – as measured by the widespread productivity gains in agriculture, plus spillovers in terms of export performance and geographical decentralization of growth.”*

O problema desse é argumento é que a Embrapa não tem como maximizar um lucro que ela não sabe qual é. Além disso, como apontam outros autores (Bin et al, 2013 por exemplo) é complicado falar em uma análise rigorosa de retornos de investimento de pesquisa, mesmo no caso da Embrapa.

Correa e Schmidt (2014) também louvam o esforço da Embrapa de resolver gargalos condizentes com as vantagens comparativas brasileiras, argumento que se relaciona com o comentário de De Negri e Lemos (2009) de que a inovação brasileira em geral não ocorre em áreas de fronteira científica.

### 3.3.3 A Rede da Embrapa

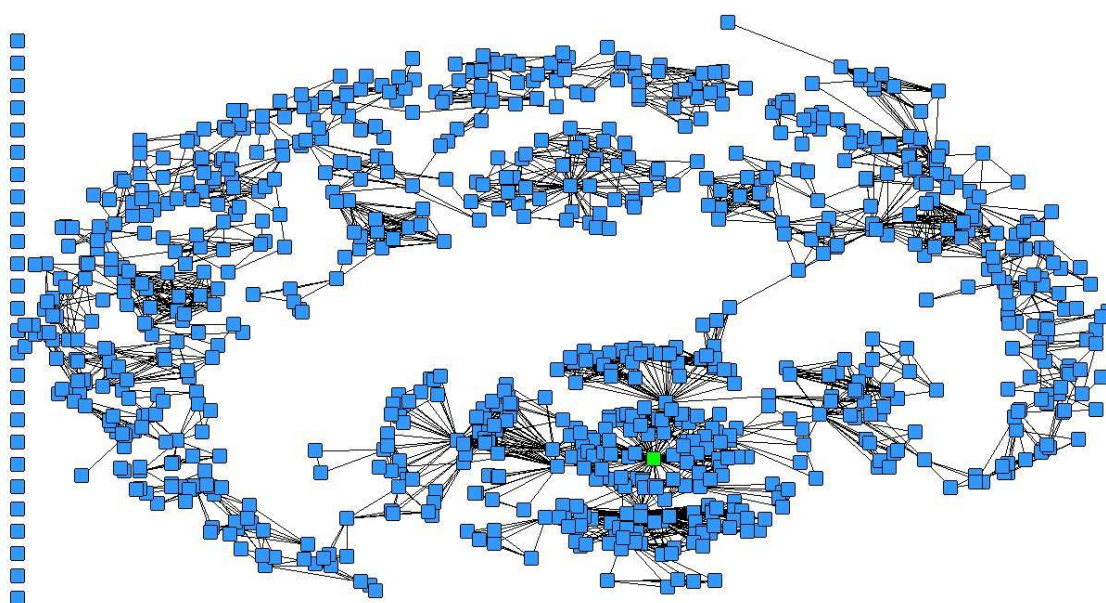
Reforçando o argumento de que uma empresa estatal de pesquisa é uma opção para solucionar ou minimizar as falhas de mercado tanto da pesquisa quanto da agricultura, está a importância dela em estabelecer uma rede de pesquisa. Sternberg (2000) afirma que o estabelecimento dos links que formam uma rede podem incorrer em custos elevados e irreversíveis, que seriam afundados. Em uma rede de pesquisa, ou seja, uma rede de pessoas e instituições, o alto custo de sua instalação está tanto na capacitação dos participantes, para que os participantes possam discutir igualmente, quanto na equipagem das instituições, com laboratórios e equipamentos. Neste sentido, a Embrapa possui papel importante na formação e coordenação da rede de pesquisa e inovação agrícola brasileira.

A fim de estruturar um modelo de rede de pesquisa do qual a Embrapa seja participante foi realizada uma consulta à base de dados de patentes “Free Patents

Online” (FPO) por patentes na área de agricultura originárias do Brasil. O sistema de busca do FPO consulta patentes registradas junto aos escritórios de propriedade intelectual dos Estados Unidos, Europa, Japão e Organização Mundial de Propriedade Intelectual. O resultado da consulta gerou 925 patentes registradas, a partir da qual foi elaborada uma rede entre os signatários das patentes, incluindo instituições e pesquisadores/inventores.

A figura 3.1 mostra a rede resultante da consulta, com o nodo representando a Embrapa em verde:

**Figura 3.1 - Rede de pesquisa brasileira em Agricultura**



Fonte: FPO (2015) Elaboração própria.

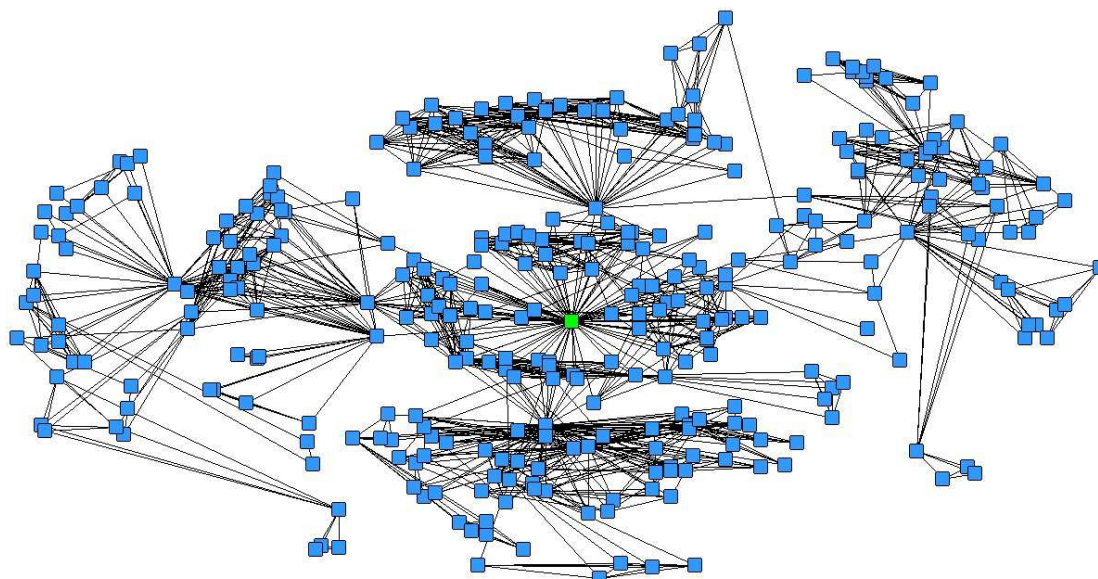
O teste de *coreness* (núcleo)<sup>4</sup> da rede indica que a Embrapa está mais perto do núcleo, com um indicador de 0.356, a frente do segundo colocado, a BASF AG, com 0.268. A rede é formada por 963 agentes, que no total somam 4457 links diretos entre si. A Embrapa é a que mais possui contatos dentro da rede, no total de 85, representando 1,93% do total de links diretos, pois a maioria dos links são entre instituições/empresas e seus pesquisadores.

Avaliando a formação da rede com centro na Embrapa, a figura 3.2 mostra a rede “egonetwork” da Embrapa com até sete passos de distância. Uma egonetwork é a

<sup>4</sup> A estatística de *coreness* estima a proximidade do núcleo de cada agente da rede, os valores são normalizados para que o soma dos quadrados dos resultados de todos os agentes seja igual a 1.

parte de uma rede focada em um nodo específico (BORGATTI et al, 2013). Esta rede conta com 86 integrantes, e inclui 550 links entre os participantes sem contar os 86 com a Embrapa. Apesar de ser a maior “egonetwork” dentro da rede estudada, ainda é pequena, considerando há existência de 963 agentes na rede.

**Figura 3.2 - Egonetwork da Embrapa na rede de pesquisa agropecuária**



Fonte: FPO (2015). Elaboração própria.

Luciano (2013) analisou uma rede semelhante a partir das patentes depositadas pela Embrapa entre 1983 e 2013. A autora chegou a conclusões semelhantes, ao identificar uma rede com 60 participantes além da Embrapa. Para a autora, isso limita a troca de informações possíveis entre os atores, consequentemente diminuindo o transbordamento de conhecimento para o resto da rede.

### 3.4. Comentários Finais

O objetivo desse capítulo foi discutir o conceito de sistema de inovação em suas diversas vertentes e aplicá-lo ao setor agropecuário brasileiro, buscando entender o papel da Embrapa nesse sistema. Para isso, tentou-se entender o papel dos principais agentes e como eles interagem com a empresa.

O que se verificou é que a Embrapa centraliza o Sistema Setorial de Inovação agropecuária, quando não o representa por completo. A Embrapa é a coordenadora do

SNPA, possui um orçamento voltado para financiar seu extenso capital humano e ainda está no centro da rede de pesquisa em agricultura brasileira. Quando se fala em sistema setorial da agricultura no Brasil, conseqüentemente se fala em Embrapa.

Dado o papel centralizador da Embrapa, o questionamento que norteará os próximos capítulos é em que medida isso permite uma política de inovação mais eficiente ou se a inovação do setor poderia ser beneficiada por uma maior interação com os demais agentes do sistema – se a centralização prejudica ou viabiliza o sistema.

Nosso próximo passo é compreender melhor o esforço de pesquisa da Embrapa e seus resultados, para então discutir sua interação com os principais agentes de pesquisa do sistema.

## **CAPÍTULO 4 – Resultados da Embrapa como agente de pesquisa**

Sistemas setoriais de inovação existem independente dos interesses dos agentes envolvidos no processo de inovação. Não é necessário um agente agir ativamente para formá-lo. Enquanto estudioso de teoria da inovação é possível identificar as relações entre agentes econômicos, instituições e redes, e assim, inferir a existência de um sistema de inovação.

Mesmo que um Sistema de Inovação não seja fruto de ações diretas de um agente, ele ainda reflete as ações de tal agente. Desse modo, é possível atuar de forma a fortalecer o sistema, a fim de incentivar processos inovadores. Para isso é importante conhecer bem o sistema e entender como ele se desenvolve com o passar dos anos.

O caminho mais usual para compreender o avanço das inovações é o debate conceitual. Observar o desenvolvimento institucional, como o estabelecimento de regras de propriedade intelectual, a fim de fortalecê-las. Por outro lado, a análise quantitativa de sistemas de inovação permite avaliar o impacto de mudanças institucionais sobre a inovação, permitindo elaborar estratégias para continuar a aprimorar o sistema.

Neste capítulo serão estudadas as principais variáveis referentes a inovação, particularmente as que se referem ao setor agropecuário. Será avaliado o impacto da criação da Embrapa sobre estas variáveis e quais os resultados das 4 décadas da empresa sobre o Sistema Setorial de Inovação a agricultura brasileira.

### **4.1. Mensurando inovação: inputs e outputs**

Como Smith (2005) observa, o próprio caráter de novidade da inovação dificulta sua mensuração, logo se faz necessária a busca por proxies – tais estatísticas por não captarem exatamente o objeto desejado são variadas e dotadas de bastante ruído.

As diretrizes para se mensurar inovação são descritas no Manual de Oslo (OCDE, 2005). Já para se mensurar um dos insumos específicos do processo de inovar, o P&D, estão descritos no Manual de Frascati (OCDE, 2002).



Uma boa distinção para agrupar estatísticas é a entre estatísticas de input (ou de insumos) e estatísticas de output (de resultados). Nas palavras de Cooper et al (1997, sem página),

*“The term "inputs to innovation" generally refers to the resources committed to innovation, including the investment in R&D and intellectual capital. "Innovation output" refers to the new products and processes produced. Finally, there is the "outcome" or impact of innovation on the firm, economy, and society. The relationship between the inputs and outputs or outcomes provides information on the productivity or effectiveness of the R&D and other investments. Of interest here are the factors and conditions that determine the incentives for, and success of, innovation investments.”*

Ou seja, as estatísticas de input mensuram o compromisso com o processo de inovação, aquilo que ocorre antes da inovação de fato ocorrer. Entretanto, dado o risco do investimento envolvido na situação, elas podem não se traduzir em resultados efetivos, logo é necessário verificar as estatísticas de resultado para mensurar os produtos e processos que se originaram com tal investimento. Por fim, pode-se falar ainda em um retorno social sobre a sociedade.

Os mesmos autores observam que ao se analisar tais estatísticas é necessário diferenciar entre conceitos e *proxies*, já que muitos dos fenômenos que perpassam a prática inovativa não são diretamente mensuráveis. Muitos ocorreriam sob a forma de *spillovers*, beneficiando não somente a firma diretamente envolvida mais outras que não realizaram o investimento. Eles propõem a seguinte associação:

**Tabela 4.1. Categoria de variável de inovação, conceito e *proxy* para medição**

<b>Categoria</b>	<b>Conceito</b>	<b>Proxy</b>
Input (Investimentos)	Número de Pesquisadores	Gasto
Input (Investimentos)	P&D: Infraestrutura e outros investimentos	Gasto
Output (Produtos)	Ideias	Artigos, prêmios
Output (Impactos)	Invenções	Patentes, invention disclosures
Output (Impactos)	Capital humano	Diplomas concedidos
Output (Impactos)	Avanço do Conhecimento	Artigos, Citações
Output (Impactos)	Novos Produtos	Artigos, Citações, Contagem de inovações, Receita de vendas
Output (Impactos)	Produtividade	PTF
Output (Impactos)	Renda	Razão Custo Benefício e estimativas de taxa de retorno

Fonte: Cooper et al (1997) com adaptações.

Todas essas estatísticas têm vantagens e limitações. A frente algumas delas serão discutidas algumas delas, especificamente no caso da Embrapa.

**Tabela 4.2: Vantagens e Desvantagens das Principais *Proxies* para Mensuração da Inovação**

Estatística	Vantagem	Desvantagem
Gasto e P&D – Input	Maior disponibilidade, principalmente em firmas de capital aberto.	- Devido ao risco, pode não se traduzir em inovação. - Em firmas de capital fechado, sem disponibilidade de dados.
Patentes - Output	Disponibilidade de dados, séries longas e detalhadas.	- Algumas tecnologias não são patenteáveis ou não são patenteadas (fracassos, por exemplo) - Patentes representam apenas a fração prática do conhecimento gerado. - Variedade de valor e importância. - Registro técnico e não comercial – nem tudo que é patenteado será comercializado.
Citação de Patentes	Disponibilidade de dados, séries longas e detalhadas.	- Podem não ter sido inseridas pelo inventor. - Dependem de exigências institucionais do escritório de patentes local.
Estatísticas Bibliométricas (Citações de trabalhos acadêmicos) – Output	Disponibilidade de dados.	- Sem metodologia consensual para analisar impacto. - Viés para pesquisa básica.
Surveys – Input e Output	Possibilidade de questionar variáveis e dimensões não disponíveis nos dados usais	- Custo. - Problemas metodológicos e de comparação de resultados.
Produtividade – Output	Disponibilidade de Dados	- Dificuldade de mensurar impacto total, dadas diferenças de inovação de processo, produto e melhorias. - Influenciada por questões cíclicas. - Problemas com índices de preços para bens com mudanças de qualidade.

Elaboração Própria, a partir de Smith (2005), Nagaoka et al (2010), Hall et al (2010)

O gasto em P&D pode diferir em tipo, mas como observa Hall et al (2010, p. 1035), “*their object is always to increase the stock of knowledge in order to find new applications and innovations*”. Logo, é principal estatística de *input* utilizada. Em relação às estatísticas de P&D, é comum classificar setores (e países) de acordo com sua intensidade de P&D – tipicamente, a agropecuária é considerada um setor de baixa intensidade tecnológica, onde boa parte do P&D realizado é adquirido de outros setores e não realizado por ele mesmo, ou seja, incorporado em bens de capitais e intermediários (SMITH, 2005)<sup>5</sup>.

As primeiras tentativas de se mensurar o retorno do P&D foram feitas com base em equações de estimação de produtividade que levavam em consideração o gasto em P&D. Outras abordagens consideram modelos de maximização de lucro em que há a escolha de P&D e a partir de então, busca-se estimativas. Pode-se ainda buscar mensurar os efeitos de *spillovers* sobre outras firmas e a sociedade (HALL et al, 2010).

Não há, entretanto, uniformidade de estatísticas: geralmente se considera alguma medida de produtividade do gasto, medida pela razão entre um índice de output por um índice de input, mas esses podem variar bastante: produção, vendas, valor adicionado no primeiro caso; os gastos de P&D relacionados aos fatores de produção (capital e trabalho) e a custos materiais, por exemplo. Variações da forma funcional da função de produção também são importantes (HALL et al, 2010).

As estatísticas de patente também são bastante usadas pela literatura – como estatísticas que mensuram os resultados do processo de inovação. Mas essas estatísticas também não são sem problemas já que elas dependem do sistema de direito de propriedade intelectual vigente no país e outras questões institucionais. Além disso, para ser patenteada, uma invenção deve satisfazer critérios que não são os mesmos ao longo do tempo nem em países diferentes<sup>6</sup>. Logo, o número de registros em cada país e ao longo do tempo difere bastante, por influências de questões alheias à atividade inovadora.

Além disso, sua importância também muda setor a setor: em setores intensivos em conhecimento, caracterizados por baixas razões custos de imitação/custos de

---

<sup>5</sup> Deve-se ter em mente, entretanto, que essas medidas de tecnologia adquiridas são sensíveis a critérios de mensuração.

<sup>6</sup> No Brasil, por exemplo, no século XIX, concessões a estrangeiros para comercializar/produzir no país tinham o mesmo status que patentes quando esses não podiam registrar patentes e não necessariamente envolviam novidades (PÓVOA e CABELLO, 2016).

inovação, patentes tendem a ser mais importantes. Isso geralmente ocorre em áreas com projetos de P&D de grande escala e quando engenharia reversa é barata (NAGAOKA et al, 2010). Entretanto, muitos setores são caracterizados por baixos custos de inovação e fortes vantagens de entrantes, fazendo com que essas firmas sejam menos sensíveis a problemas de *free riders*.

Pode-se ainda falar em estágios de maturidade setorial, já que nos estágios finais da evolução industrial, a escala de P&D é alta, com barreiras à entrada sendo lançadas, principalmente contra firmas menores. Isso pode levar a uma divisão de trabalho de P&D com firmas pequenas especializando-se em P&D de primeiros estágios (mais focados em pesquisa básica), licenciando sua tecnologia para firmas já estabelecidas e não investindo em produção e marketing, por exemplo (NAGAOKA et al, 2010).

Em relação a citações de patentes, a disponibilidade de dados também varia bastante com as exigências legais de cada país. Segundo dados descritos em Nagoaka et al (2010), a biotecnologia, a agricultura e a indústria alimentícia têm algumas das maiores médias do número de citação de literatura científica em registros de patentes, com 21 (1º lugar), 8,1 (3º lugar) e 1,8 (7º lugar), respectivamente. Tais dados mostram a importância do conhecimento científico para esses setores no mundo.

Já essa relação com o conhecimento científico pode ser capturada por dados bibliométricos de produção acadêmica e citação. Deve-se lembrar que no sistema de inovação brasileiro como um todo e no agropecuário especificamente, a interação entre os agentes ainda é inadequada, inclusive entre a Embrapa e universidades. Isso nos leva a crer que se há baixa interação com universidades, a interação existente com conhecimento científico deve ter origens na própria Embrapa. Para isso, dados de produção científica do próprio instituto, que se apoiam na ideia de um *think tank* centrado tanto em pesquisa (artigos científicos) como política pública (soluções para o desenvolvimento), servem o propósito.

Os *surveys* são muito utilizados em países da Europa e nos Estados Unidos para questionar os agentes envolvidos na inovação sobre intenções, atividades empreendidas e outras questões que as estatísticas tipicamente não descrevem. Sua grande restrição é o custo de realização e a necessidade de se ter uma metodologia robusta para permitir comparação de resultados. No Brasil, o principal *survey* realizado é a PINTEC, feita pelo IBGE.

## 4.2. A Avaliação do Retorno da Pesquisa Agropecuária

Para que um instituto de público de pesquisa funcione como um instrumento adequado de política pública é necessário que haja uma avaliação adequada do retorno do investimento em questão. Bin *et al* (2013) criticam a falta de uma análise de retorno de investimento mais precisa por esses institutos mencionados na seção anterior.

Evenson (2001) argumenta que análises de impactos econômicos comparam benefícios a custos, por meio do valor presente dos benefícios líquidos de custos ou de uma taxa interna de retorno, mas que “*They do not measure whether the project or program was designed optimally or managed and executed optimally.*” (EVENSON, 2001, p. 5)

Já Hall *et al* (2003) argumentam que a mensuração de impacto econômico apresenta poder de diagnóstico deficitário e deve ser complementada por considerações de aprendizado e questões institucionais. Para esses autores, as avaliações buscam orientar tanto pesquisadores e cientistas como membros do governo e financiadores sobre o desempenho de projetos de inovação e seus benefícios sociais.

Há dois tipos de avaliação econômica: análises *ex ante* e *ex post*. Além dessas, a própria análise de *peer-review* acadêmica pode ser considerada, painéis de experts, impacto ambientais entre outros. Em relação às análises econômicas, geralmente se considera estudos de adoção ou de avaliação de impacto, a abordagem de excedente econômico<sup>7</sup> ou ainda métodos econométricos<sup>8</sup> (HALL et al, 2003). O trabalho seminal para avaliação é o de Alston et al (1995) – os limites de dados e a incapacidade de se atribuir valor e resultados a certas pesquisas é reconhecido. Como descreve Evenson (2001, p. 5):

*“In practice, ex ante project evaluations are used by international aid agencies and to some degree by national agencies to guide investments at the project level. These evaluations are seldom reported in published form. They are also seldom compared with subsequent ex post evaluations.”*

---

<sup>7</sup> Cujo trabalho seminal é o de Griliches (1958).

<sup>8</sup> A principal referência são os trabalhos de Evenson, cujo trabalho sobre a agricultura brasileira é Evenson e Alves (1998).

A Embrapa tem uma tradição de avaliação de projetos, entretanto, como observam Bin et al (2013), faltaria uma análise de retorno de investimento mais precisa e adequada. De qualquer forma, de acordo com o Balanço Social da Instituição de 2015, cada real aplicado teria gerado R\$9,23 para a sociedade e uma taxa média de retorno de 39,1%, com a geração de 71.787 empregos.

### **4.3. O esforço de inovação da Embrapa**

No Brasil, os esforços de pesquisa em agricultura iniciaram-se por necessidades de aumento de produtividade e evoluíram ao longo do tempo conforme objetivos foram sendo concluídos e novas demandas foram surgindo. A lógica para compreender o impacto dessa pesquisa no desenvolvimento agropecuário brasileiro seria incentivar o crescimento da produção agrícola brasileira.

Contudo, a causa para o crescimento da produção não necessariamente está associada à inovação tecnológica. Pode ser reflexo de um aumento na área produzida, por exemplo. No entanto, dado as restrições climatoambientais da agricultura, mesmo a expansão da fronteira agrícola requer avanço tecnológico. Nas seções seguintes será verificado que houve esforço por parte do governo para expandir o desenvolvimento tecnológico brasileiro, além disso, será observado qual o impacto da tecnologia nos principais produtos agropecuários.

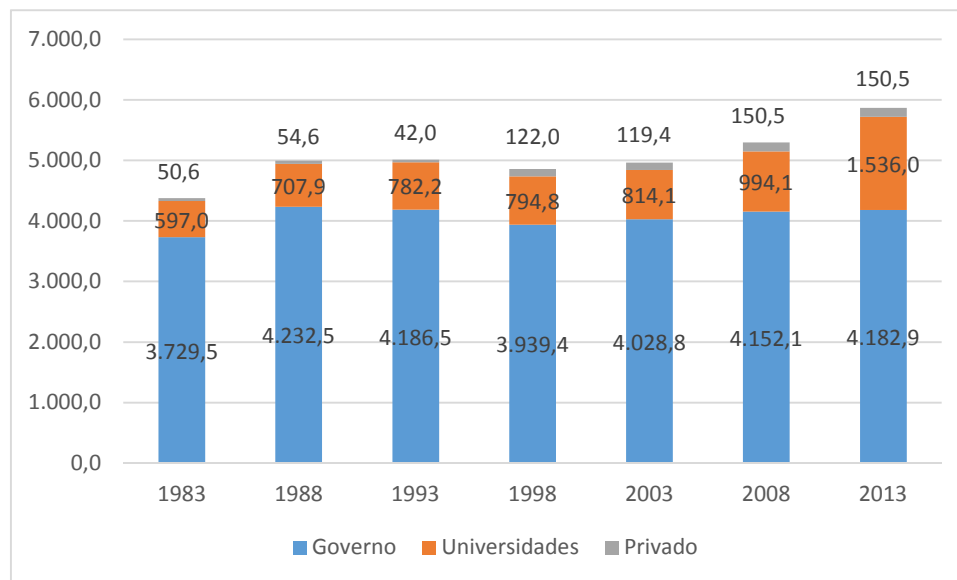
#### *4.3.1 Estatísticas de input*

Como visto na seção 1, as estatísticas de inovação podem ser divididas em estatísticas de input e output. O objetivo dessa subseção é analisar as estatísticas de input da Embrapa.

O gráfico 4.1 mostra o total de pesquisadores no setor agropecuário trabalhando no Brasil entre 1983 e 2013, *full-time equivalent* (equivalente período integral – FTE), que considera o número de horas trabalhadas pelos pesquisadores. É importante observar como a participação do setor privado é pequena na pesquisa agropecuária, apesar da tendência de crescimento (com taxa média de 3,58% a.a.). Em 2013, ele representou apenas 2,56% do total de pesquisadores. Deve-se ressaltar a escassez de dados sobre o setor privado e lembrar ainda que a presença do setor é mais

forte em apenas algumas áreas produção de sementes e germosplasmas (BEINTEMA, PARDEY e AVILA, 2006).

**Gráfico 4.1: Total de Pesquisadores no Setor Agropecuário entre Setores – 1983-2013**



Fonte: ASTI (2017). Elaboração Própria.

Em anos recentes, observa-se um aumento na quantidade de pesquisadores em instituições de ensino, com uma taxa de crescimento média semelhante a do setor privado de 3,1% a.a. e uma certa estabilidade no total de pesquisadores dos institutos públicos, com o maior período de crescimento entre 1983 e 1988. Um dos motivos para estabilidade de funcionários do governo em anos recentes foi o programa de aposentadoria lançado pela Embrapa entre 2005 e 2009, seguido por um novo período de contratação por concursos a partir de 2010, particularmente para ocupar as novas unidades criadas no Mato Grosso, Tocantins e Maranhão (ASTI, 2017).

No total de funcionários de institutos públicos de pesquisa agropecuária em 2013, a Embrapa representou 61% dos pesquisadores. A Embrapa também influencia no total de pesquisadores com doutorado, com 83% do seu corpo de pesquisadores como doutores comparado com 53% das OEPAS, levando o total de pesquisadores doutores dos institutos públicos para 71%. O motivo para a alta margem de doutores está tanto nos incentivos internos a empresa para qualificação de seus funcionários, quanto a renovação do quadro de pessoal da empresa, pois boa parte de seu mestres e bacharéis estavam entre os que entraram no programa de aposentadoria de 2009 (ASTI, 2017). Ou seja, observa-se que trata-se de um infraestrutura de pesquisa altamente qualificada.

O esforço de pesquisa da Embrapa também pode ser mensurado por meio do número de projetos desenvolvidos por suas unidades e em que culturas. A tabela 4.3 mostra o número de projetos tanto da Embrapa quanto das OEPAS nas áreas de pesquisa de relevância. Para selecionar essas áreas, baseia-se na pauta de exportação brasileira, onde foram identificados os principais produtos agropecuários exportados pelo país. Tais produtos não são simplesmente os mais exportados do setor agrícola, mas também estão entre os principais bens de exportação brasileiros: soja, açúcar, frango, celulose e café. A esses produtos foram acrescentados a laranja, o algodão e o milho, devido a posição brasileira entre os maiores produtores e exportadores dos produtos. Apesar destes sete produtos terem origem na agricultura, dois deles na verdade são processados de produtos agrícolas: açúcar e celulose. O açúcar brasileiro tem origem na cana-de-açúcar, então esta foi a área de pesquisa utilizada para representar o produto. Já a celulose é um polissacarídeo existente na maioria dos vegetais, servindo de matéria-prima para a fabricação de papel, plásticos, filmes, entre outros produtos químicos. A principal fonte para extração da celulose é a madeira de árvores como o Eucalipto, mas outras fontes, como o algodão, também são possíveis. Assim, madeira e celulose foram utilizados para identificar as pesquisas de relevância para a celulose.

Definidos os produtos: soja, cana-de-açúcar, frango, café, celulose e madeira, algodão, laranja e milho, passou-se a identificar os institutos que realizam pesquisa sobre o tema, bem como onde são os principais pontos de produção no país. Com base em dados de produção do IBGE, foram identificados a produção brasileira por Estado destes 9 itens. Os institutos de pesquisa utilizados, são as Unidades Descentralizadas de pesquisa da Embrapa e mais as OEPAS, que foram localizadas de acordo com sua presença nos estados brasileiros.

A identificação das atividades de pesquisas dos institutos nos temas escolhidos foi feito por meio de consulta às suas respectivas homepages. Os termos utilizados para identificar a presença de pesquisa em cada um dos produtos foram: soja, milho, açúcar, cana-de-açúcar, café, laranja, citros, madeira, celulose, algodão, frango, galinha, aves. O site da Embrapa, no link <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/todos?botao=todos-os-projetos> é possível encontrar os projetos de pesquisa mais recentes da empresa. Para as outras instituições, a informação não está tão facilmente disponível.



Como resultado, não foi possível identificar quantidade de projetos de alguns institutos de pesquisa, quais sejam: Epamig, Emepa, Epagri, Instituto Agrônômico de Campinas, Instituto Biológico, Instituto de Zootecnia e Instituto de Tecnologia de Alimentos. Devido a esse fator, optou-se por montar o espaço de pesquisa utilizando-se como informação a presença ou não da pesquisa no instituto/estado.

Como última observação, apesar de serem listados como OEPAS independentes, o IAC, IB, IEA, IP, IZ e ITAL na verdade são institutos ligados a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). Optou-se por representar estes institutos separadamente no mapameamento final. A tabela 4.3 apresenta o resultado do levantamento realizado:

**Tabela 4.3. Número de projetos por unidade da Embrapa e por OEPAS por produto**

Unidade	Município	UF	tipo	Soja	Milho	Açúcar	Cana-de-Açúcar	Café	Laranja	Citros	Madeira	Celulose	Algodão	Frango	Aves
Emdagro	Aracaju	SE	OEPA	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Epamig*	Belo Horizonte	MG	OEPA	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Instituto Agrônômico de Campinas	Campinas	SP	OEPA	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
Instituto de Zootecnia	Campinas	SP	OEPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Agraer	Campo Grande	MS	OEPA	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Empaer-MT	Cuiaba	MT	OEPA	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Epagri	Florianopolis	SC	OEPA	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Emater-GO	Goiania	GO	OEPA	3	0	0	1	0	3	8	0	0	1	0	0
Emepa	Joao Pessoa	PB	OEPA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Iapar	Londrina	PR	OEPA	1	2	0	0	40	0	1	8	0	1	0	0
Emater-AL	Maceio	AL	OEPA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pesagro-Rio	Niteroi	RJ	OEPA	1	3	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0
Instituto de Tecnologia de Alimentos	Nova Odessa	SP	OEPA	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Unitins – Universidade do Estado do Tocantins	Palmas	TO	OEPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emparn	Parnamirim	RN	OEPA	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Fepagro	Porto Alegre	RS	OEPA	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
IPA	Recife	PE	OEPA	0	1	0	9	3	0	1	1	0	3	0	0
Apta	Sao Paulo	SP	OEPA	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Instituto Biológico	Sao Paulo	SP	OEPA	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	5
Instituto de Economia Agrícola	Sao Paulo	SP	OEPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instituto de Pesca	Sao Paulo	SP	OEPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incaper	Vitoria	ES	OEPA	0	3	0	0	54	4	0	1	0	0	0	1
Embrapa Tabuleiros Costeiros	Aracaju	SE	Unidade Embrapa	1	22	13	14	0	3	4	0	0	0	1	1

Embrapa Pecuária Sul	Bage	RS	Unidade Embrapa	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Embrapa Amazônia Oriental	Belem	PA	Unidade Embrapa	3	19	0	5	0	0	0	14	1	0	0	0
Embrapa Uva e Vinho	Bento Goncalves	RS	Unidade Embrapa	0	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Agroenergia	Brasilia	DF	Unidade Embrapa	2	6	8	9	0	0	1	2	6	1	0	0
Embrapa Café	Brasilia	DF	Unidade Embrapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Cerrados	Brasilia	DF	Unidade Embrapa	6	6	1	3	1	0	0	2	0	0	0	0
Embrapa Hortaliças	Brasilia	DF	Unidade Embrapa	3	8	0	2	1	0	2	0	0	2	0	0
Embrapa Informação Tecnológica	Brasilia	DF	Unidade Embrapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Produtos e Mercado	Brasilia	DF	Unidade Embrapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Quarentena Vegetal	Brasilia	DF	Unidade Embrapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia	Brasilia	DF	Unidade Embrapa	4	1	1	3	2	0	1	1	0	1	0	1
Unidades Centrais	Brasilia	DF	Unidade Embrapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Algodão	Campina Grande	PB	Unidade Embrapa	5	4	0	0	1	0	0	0	0	19	0	0
Embrapa Gestão Territorial	Campinas	SP	Unidade Embrapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Informática Agropecuária	Campinas	SP	Unidade Embrapa	4	6	5	5	2	0	1	0	0	2	0	3
Embrapa Monitoramento por Satélite	Campinas	SP	Unidade Embrapa	3	3	3	5	3	0	2	1	1	0	0	0
Embrapa Gado de Corte	Campo Grande	MS	Unidade Embrapa	1	1	2	5	0	0	0	0	0	1	0	0
Embrapa Florestas	Colombo	PR	Unidade Embrapa	0	1	1	1	0	0	1	9	2	0	0	0
Embrapa Suínos e Aves	Concordia	SC	Unidade Embrapa	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	23
Embrapa Pantanal	Corumba	MS	Unidade Embrapa	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Embrapa Madioca e Fruticultura	Cruz das Almas	BA	Unidade Embrapa	0	0	1	1	0	0	6	0	0	0	0	0
Embrapa Agropecuária Oeste	Dourados	MS	Unidade Embrapa	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0

Embrapa Agroindústria Tropical	Fortaleza	CE	Unidade Embrapa	1	5	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0
Embrapa Meio Ambiente	Jaguariuna	SP	Unidade Embrapa	10	10	11	17	6	5	5	1	0	5	0	0
Embrapa Gado de Leite	Juiz de Fora	MG	Unidade Embrapa	1	3	0	5	0	0	0	2	1	0	0	1
Embrapa Soja	Londrina	PR	Unidade Embrapa	20	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Amapá	Macapa	AP	Unidade Embrapa	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Embrapa Amazônia Ocidental	Manaus	AM	Unidade Embrapa	0	7	1	3	2	1	3	3	0	0	0	0
Embrapa Pesca e Aquicultura	Palmas	TO	Unidade Embrapa	4	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Trigo	Passo Fundo	RS	Unidade Embrapa	7	13	0	7	0	0	2	0	0	1	0	0
Embrapa Clima Temperado	Pelotas	RS	Unidade Embrapa	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Semiárido	Petrolina	PE	Unidade Embrapa	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Embrapa Rondônia	Porto Velho	RO	Unidade Embrapa	2	8	0	11	15	0	1	4	0	0	0	1
Embrapa Acre	Rio Branco	AC	Unidade Embrapa	0	4	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0
Embrapa Agroindústria de Alimentos	Rio de Janeiro	RJ	Unidade Embrapa	9	8	3	12	4	1	2	0	0	1	0	0
Embrapa Solos	Rio de Janeiro	RJ	Unidade Embrapa	2	4	3	5	1	1	0	0	2	0	0	0
Embrapa Arros e Feijão	Santo Antonio de Goiás	GO	Unidade Embrapa	6	4	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0
Embrapa Instrumentação	Sao Carlos	SP	Unidade Embrapa	2	8	5	8	1	3	7	1	3	1	1	0
Embrapa Pecuária Sudeste	Sao Carlos	SP	Unidade Embrapa	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1
Embrapa Cocais	Sao Luis	MA	Unidade Embrapa	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Agrobiologia	Seropedica	RJ	Unidade Embrapa	12	20	25	25	3	0	0	5	1	1	0	0
Embrapa Milho e Sorgo	Sete Lagoas	MG	Unidade Embrapa	1	15	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Embrapa Agrossilvopastoril	Sinop	MT	Unidade Embrapa	3	1	1	1	0	0	0	3	0	1	0	0
Embrapa Caprinos e Ovinos	Sobral	CE	Unidade Embrapa	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Embrapa Meio Norte	Teresina	PI	Unidade Embrapa	0	4	5	7	1	0	1	0	0	1	0	1
Embrapa Roraima	Boa Vista	RR	Unidade Embrapa	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0

A tabela 4.4 traz a matriz de correlações dos projetos das diferentes culturas entre as unidades da Embrapa e OEPAS.

**Tabela 4.4 Matriz de Correlações dos Projetos de Pesquisa das culturas pesquisadas entre as unidades da Embrapa e OEPAS**

	Soja	Milho	Açúcar	Cana-de-Açúcar	Café	Laranja	Citros	Madeira	Celulose	Algodão	Frango	Aves
Soja	1.00	0.45	0.41	0.50	-0.01	0.17	0.11	0.08	0.03	0.24	-0.01	-0.04
Milho	0.45	1.00	0.63	0.72	0.03	0.30	0.21	0.38	0.20	0.09	0.02	-0.07
Açúcar	0.41	0.63	1.00	0.85	-0.01	0.34	0.23	0.14	0.30	0.08	-0.01	-0.04
Cana-de-Açúcar	0.50	0.72	0.85	1.00	0.03	0.37	0.30	0.21	0.26	0.10	-0.04	-0.10
Café	-0.01	0.03	-0.01	0.03	1.00	0.38	-0.01	0.25	-0.06	0.01	-0.04	-0.03
Laranja	0.17	0.30	0.34	0.37	0.38	1.00	0.63	-0.04	0.08	0.11	0.02	-0.06
Citros	0.11	0.21	0.23	0.30	-0.01	0.63	1.00	-0.03	0.15	0.07	-0.01	-0.12
Madeira	0.08	0.38	0.14	0.21	0.25	-0.04	-0.03	1.00	0.29	-0.05	-0.06	-0.10
Celulose	0.03	0.20	0.30	0.26	-0.06	0.08	0.15	0.29	1.00	-0.03	-0.01	-0.08
Algodão	0.24	0.09	0.08	0.10	0.01	0.11	0.07	-0.05	-0.03	1.00	-0.04	-0.06
Frango	-0.01	0.02	-0.01	-0.04	-0.04	0.02	-0.01	-0.06	-0.01	-0.04	1.00	0.85
Aves	-0.04	-0.07	-0.04	-0.10	-0.03	-0.06	-0.12	-0.10	-0.08	-0.06	0.85	1.00

Elaboração Própria.

Observa-se que algumas culturas indicam esforços de pesquisa próximos e possivelmente até ganhos de escala para algumas unidades, descrevendo a especialização que ocorre nas unidades da Embrapa. Curiosamente, entretanto, é que para OEPAS em um mesmo estado que Unidades da Embrapa, em raríssimos casos, a correlação do produto do projeto passa de 0,30 (e mesmo esses casos são poucos), indicando uma falta de aderência do que a Unidade da Embrapa pesquisa e a OEPA local pesquisa. Ou seja, a especialização e articulação da rede de pesquisa dentro da própria instituição da Embrapa parece funcionar mas há duas possíveis situações ocorrendo: ou há uma complementação de esforços com as OEPAS (em produtos diferentes mas também perdem a oportunidade de tirarem proveito de ganhos de escala e especialização como as unidades da Embrapa fazem entre si) ou uma dissociação completa de tal forma que as pesquisas sejam desarticuladas. Ou seja, há grande articulação dentro do sistema Embrapa, mas não há evidências de articulação fora dele.

#### 4.3.2. Estatísticas de output

Apesar de importantes, as estatísticas de input não descrevem perfeitamente o cenário de inovação de uma empresa ou um setor pois, devido o grande risco da

atividade, a taxa de retorno é altamente variável<sup>9</sup>. Por isso, tais variáveis devem ser complementadas com estatísticas de *output*, para contextualizar o retorno de tal investimento. Esse é o objetivo dessa seção.

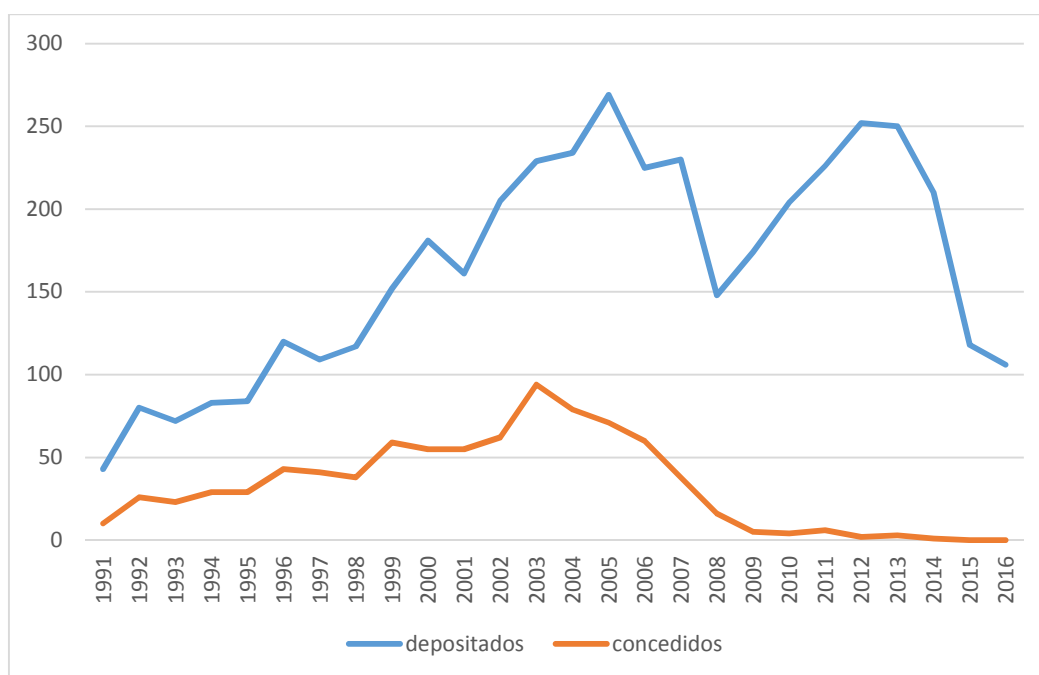
Entre as principais informações utilizadas pela literatura para se avaliar o resultado da inovação estão os dados de patentes concedidas. Patentes são uma concessão de direito de monopólio por um período determinado sobre uma determinada tecnologia. Em contrapartida por esse direito, o inventor deve divulgar o conteúdo de sua tecnologia e incorre em um custo de manutenção da patente.

A lógica da patente diz que enquanto o ganho econômico pelo monopólio da tecnologia for superior ao custo de manutenção da patente, o inventor desejará manter sua patente. Dessa forma, dependendo do arcabouço institucional do sistema de patentes vigentes, elas podem ser um bom indicador do valor de uma inovação, pois uma invenção que não entrar no mercado (se tornar, portanto, uma inovação) pode ter o custo de manutenção de sua patente insustentável. Logo, a duração de uma patente também se torna uma *proxy* para esse fim, pois mostra que o interesse do inventor em manter sua tecnologia, pois o retorno econômico é vantajoso. (GILBERT e SHAPIRO, 1990).

O órgão brasileiro responsável pela concessão de patentes é o Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Em seu website é possível consultar as patentes depositadas e concedidas no Brasil até o ano de 1964. Foi realizada uma consulta pelos termos “*agric\**” e “*pecuária*”, conforme sugestão de pesquisa do próprio INPI (2017), a fim de encontrar patentes que incluam as palavras agrícola, agricultura, pecuária ou agropecuária. O resultado da busca entre os anos 1991 e 2016 dá um total de 4282 patentes depositadas e 851 patentes concedidas. O Gráfico 4.2 mostra o total de patentes ano a ano:

---

<sup>9</sup> Deve-se lembrar, entretanto, que diversas estimativas consideram que o retorno da pesquisa agropecuária é bem alto.

**Gráfico 4.2: Patentes em Agropecuária no Brasil – 1991 a 2016**

Fonte INPI (2017). Elaboração Própria.

Apesar de não ser o total de patentes depositadas para o setor agropecuário, os dados obtidos no INPI servem de *proxy* para visualizar o comportamento da proteção da propriedade intelectual no setor agropecuário. Entre 1991 e 2016, a média de crescimento no depósito de patentes foi de 3,5% a.a., mas no período de 1991 até 2004, essa taxa foi de 12,9% a.a. É interessante observar este segundo período, pois ele mostra uma tendência de crescimento acompanhada pelas concessões de patentes, que cresceu 15,9% a.a.

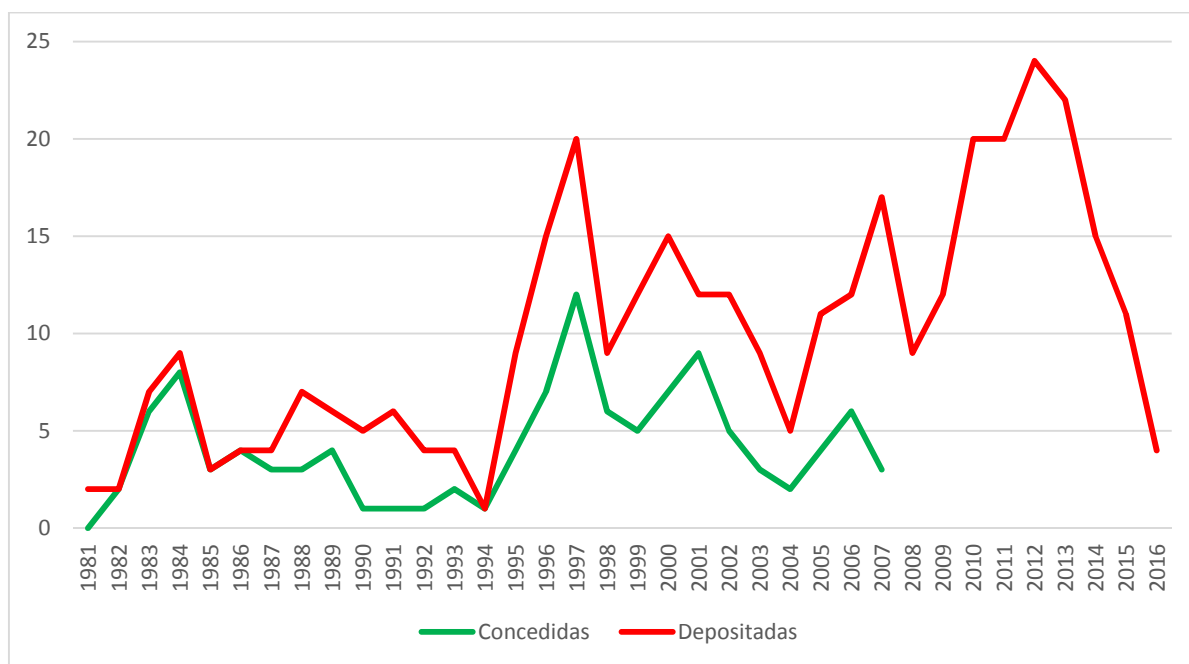
É importante ressaltar que o período médio para uma patente ser aprovada pelo INPI é de 9 anos (MATIAS-PEREIRA, 2011). Desse modo, a queda de 27,3% a.a. no total de patentes concedidas entre 2004 e 2008 pode estar associada ao prazo necessário para o INPI realizar suas investigações e aprovar o depósito. Assim, para considerar a taxa de aprovação de patentes, é melhor considerar inicialmente o período entre 1991 e 2004, com uma taxa 34,4% de aprovação das patentes depositadas.

Comparativamente, realizando uma consulta para todas as patentes depositadas pela Embrapa, encontra-se um total de 359 patentes depositadas entre 1981 e 2016, dos quais 112 foram concedidas. No entanto, é necessário observar que apenas 36 patentes (11 concedidas) destas 359 constam da base de patentes acima listadas – ou seja, apenas 36 patentes depositadas pela Embrapa tinham o termo “*agric\**” e/ou “*pecuária*” em



seu resumo, reflexo das restrições de pesquisa disponíveis no INPI. Isso significa também que, possivelmente, aquela amostra de 4282 itens possa estar sobre-estimada pois qualquer patente cuja descrição cite essas duas palavras foi captada, sem que ela tenha sido criada com interesses voltados para a agropecuária. O gráfico 4.3 apresenta o depósito e concessão de patentes entre 1981 e 2016 para a Embrapa:

**Gráfico 4.3: Patentes Depositadas pela e Concedidas a Embrapa – 1981 a 2016**



Fonte INPI (2017). Elaboração Própria.

Observa-se que a taxa de aprovação de patentes para a Embrapa é elevada, 31,2% no período analisado (mesmo entre as 36 que constam da pesquisa anterior a taxa de aprovação foi de 30,6%). Mas, ao se considerar o período entre 1991 e 2004, a taxa de aprovação sobe para 48,9%, ou seja, 14,5 pontos percentuais acima da taxa calculada para o setor.

Nos primeiros 15 anos da série, a média de depósitos foi de 4,87 patentes por ano. Entre 1995 e 1997, há um salto no número de depósitos de 122%, de modo que, entre 1996 e 2010, a média de depósitos subiu para 12,67 ao ano. É interessante notar a correlação com o comportamento do gasto público em pesquisa agropecuária – que também sofreu um salto em 1994, passando a um novo patamar médio. Inclusive, há um crescimento no depósito de patentes entre 2004 e 2013 de 16% a.a., ainda maior que a taxa de aumento nos gastos públicos que foi de 6% a.a., reflexo da Lei da Inovação. Já a queda no número de depósitos entre 2013 e 2016 requer mais tempo para ser

interpretada, pois não é reflexo do orçamento da Embrapa, como visto no capítulo três, que se manteve estável nos últimos anos.

Além das patentes, a proteção de variedades de cultivares é outro mecanismo de propriedade intelectual disponível no setor agropecuário. A primeira lei brasileira para proteção de variedades de plantas é de 1997, a lei nº 9.456. Para proteger uma cultivar, vegetal é necessário registrar a variedade junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), criado pela mesma lei. Cultivares são variedades de plantas cultivadas pelo ser humano, apresentando características selecionadas pelo produtor. Os requisitos para uma cultivar ser cabível de proteção são os seguintes (BRASIL, 2017):

- Ser produto de melhoramento genético;
- Ser de uma espécie passível de proteção no Brasil;
- Não haver sido comercializada no exterior há mais de 4 anos, ou há mais de 6 anos, no caso de videiras ou árvores;
- Não haver sido comercializada no Brasil há mais de um ano;
- Ser distinta;
- Ser homogênea;
- Ser estável.

A Tabela 4.5 apresenta o registro de cultivares realizados no Brasil entre 2007 e 2013:

**Tabela 4.5: Variedades de cultivares registradas no Brasil (2007 - 2013)**

Variedades de cultivares registradas no Brasil (2007 - 2013)								
Instituição		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Embrapa</b>		72	40	93	53	101	72	59
<b>Embrapa</b>	<b>com</b>	5	0	7	6	15	1	9
<b>parceiros</b>								
<b>OEPAS</b>		79	60	30	34	39	28	63
<b>Educação Superior</b>		12	17	11	2	5	8	11
<b>Setor privado</b>		854	1076	939	963	995	1012	1722
<b>Total</b>		1022	1193	1080	1058	1155	1121	1864

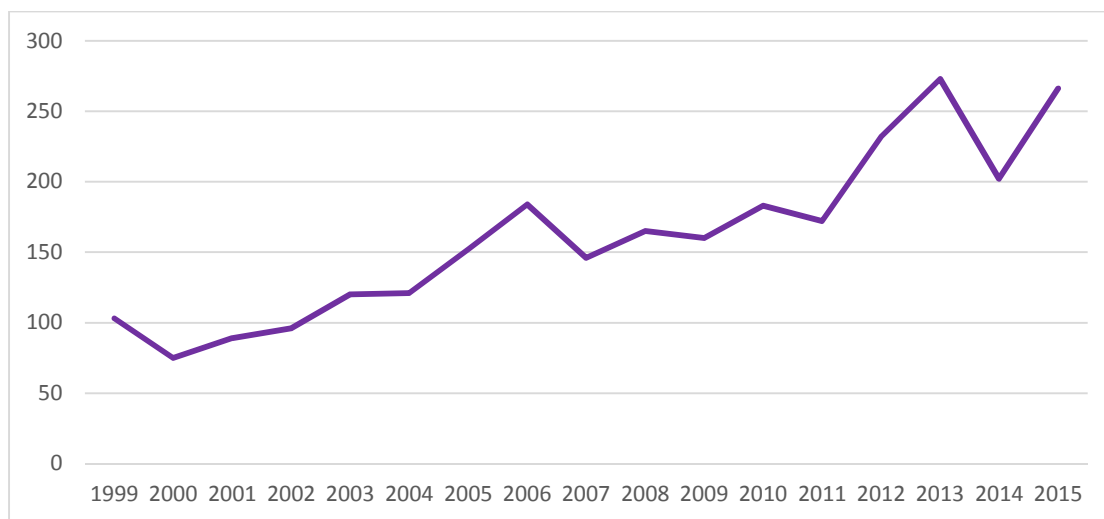
Fonte: ASTI (2017).

Percebe-se que o registro de cultivares é dominado em sua maioria pelo setor privado, representando 89% do total de cultivares registradas entre 2007 e 2013, com apenas 6,3% das cultivares serem de propriedade da Embrapa (com 0,5% dividido com parceiros). O registro de cultivares nesse período apresentou um crescimento de 82,4%,

devido principalmente ao setor privado que cresceu 101,6% no período. Os principais vegetais protegidos foram a soja, o milho e o tomate (ASTI, 2017).

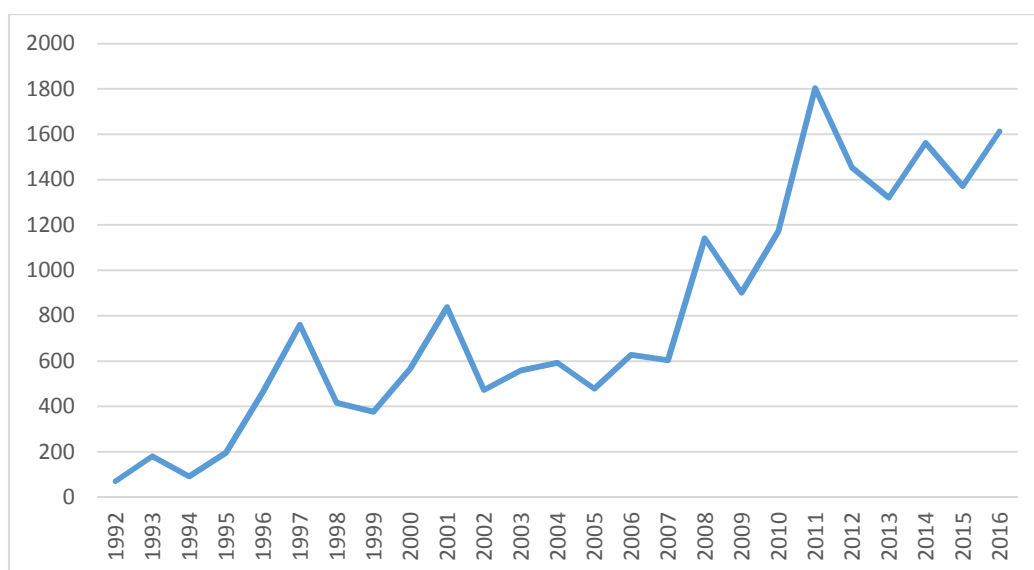
Já o registro de variedades de plantas junto a União Internacional para Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV) pelo Brasil também cresceu. A UPOV é uma organização vinculada à Organização Mundial de Propriedade Intelectual que disciplina a proteção de variedades e cultivares entre os países signatários de sua Convenção. O Brasil é consignatário desde 1999 (BRASIL, 2017). No gráfico 4.4, vê-se que o Brasil registrou cerca 160 variedades junto a UPOV por ano, chegando a registrar 273 variedades em 2015 e apresentando uma taxa média de crescimento de 5,7% a.a. no registro de plantas entre 1999 e 2015.

**Gráfico 4.4 – Número de Variedades Protegidas pelo Brasil – 1999 a 2015**



Fonte: UPOV (2017)

Por fim, além da produção de tecnologia a produção de conhecimento é outro *output* da pesquisa. O conhecimento gerado em um projeto pode servir para desenvolver novas tecnologias no futuro. Uma variável para avaliar a produção de conhecimento é a publicação de artigos. A partir do Repositório Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa (Alice) foi elaborado o gráfico 4.5 que mostra a publicação de artigos em revistas indexadas pela empresa entre 1992 e 2016:

**Gráfico 4.5: Artigos Publicados em Revistas Indexadas – 1992 a 2016**

Fonte: Embrapa (2017b). Elaboração Própria.

Mais uma vez, o comportamento de publicações acompanha a evolução dos gastos em pesquisa. Entre 1994 e 1997 houve um crescimento de aproximadamente 70% a.a. no total de artigos publicados, já entre 2004 e 2013 o crescimento foi de 8,4%, um pouco abaixo da média do período completo que foi de 12,8%. Em média, a Embrapa publicou cerca de 785 artigos por ano. Penteado Filho e Ávila (2010) analisam o impacto das publicações da Embrapa no mundo acadêmico e relacionam-na com uma estratégia de busca de resultados pela instituição, elogiando a própria seleção de periódicos, consistente com sua missão e busca por difusão de conhecimentos.

O objetivo dessas duas seções foi descrever, por meio de estatísticas de input e output, o esforço de inovação da Embrapa. No entanto, não faz sentido falar de inovação, e principalmente no caso da Embrapa, cuja missão claramente está ligada à busca do desenvolvimento, se tal esforço não for contextualizado junto aos resultados da agropecuária brasileira como um todo.

#### **4.4. Evolução da produção agropecuária**

O PIB agropecuário representa cerca de 5% do PIB brasileiro. Mesmo assim, a produção agrícola é parte importante da pauta de exportações brasileira. Por exemplo, dos 10 bens mais exportados pelo país em 2016, cinco eram provenientes do setor

agropecuário, sete considerando o açúcar, feito a partir da cana-de-açúcar, e a celulose, extraída de material vegetal. Essa capacidade exportadora é fruto das reformas iniciadas ainda na década de 1970, quando o regime militar promoveu uma política de modernização da agricultura brasileira (HEREDIA et al, 2010).

A criação da Embrapa foi uma das peças importante na modernização agropecuária. Responsável pelo desenvolvimento tecnológico na agricultura, foi sua missão tornar a produção agropecuária competitiva no mercado internacional. Um dos principais meios para atingir esse objetivo foi a ocupação do Cerrado brasileiro, que até a década de 1970 era considerado como solo impróprio para agricultura. Por meio do manejo da terra, água e controle de pragas, hoje mais de 200 milhões de hectares do Cerrado é produtivo, cerca de 24% da área total do país (CABRAL, 2005).

Espera-se, portanto, encontrar uma correlação entre a evolução da pesquisa agropecuária com a expansão da produção agrícola brasileira. Devido a seu peso na balança comercial brasileira e a importância do Brasil na produção mundial, foram escolhidos cinco produtos para representar a produção agrícola brasileira a fim de se avaliar o impacto do desenvolvimento tecnológico na agricultura. Os produtos são a soja, o milho, a cana-de-açúcar, o café e laranjas. É interessante notar que soja e laranja são também os produtos que melhor representam a integração de atividades produtivas na cadeia agroindustrial (CARMO, 1996 apud BARBOSA e ASSUMPCÃO, 2001).

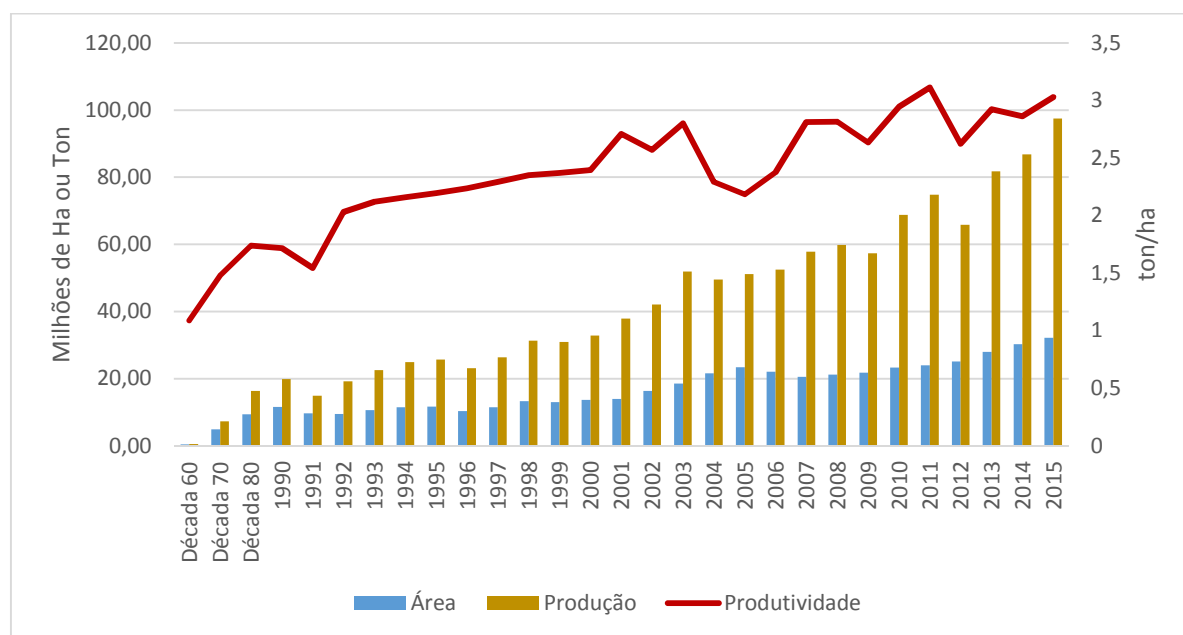
#### *4.4.1 Soja*

Entre 1991 e 2009 foram depositadas 102 patentes junto ao INPI abordando a produção de soja, aproximadamente 5 patentes foram depositadas por ano (INPI, 2017). Além disso, apenas a Embrapa possui 260 cultivares de soja registrado (EMBRAPA, 2016b). Estes são indicativos do investimento tecnológico na soja. A evolução da produção da soja dependeu dessas melhorias tecnológicas, que foram distribuídas em etapas separadas.

Inicialmente, a produção da soja no Brasil se expandiu graças a quebras de safra no mercado internacional, assim ela espalhou sua produção pelo Sul e Sudeste que possuíam as melhores condições climáticas, mas logo ficaram saturadas. Foi apenas com a expansão para o Cerrado a partir da década de 1970 que a produção realmente se expandiu (BARBOSA e ASSUMPCÃO, 2001).

O gráfico 4.6 apresenta a evolução da produção de soja, tanto em área quanto volume, além da produtividade em grãos desde a década de 1960. Na década de 1960, a produção média de grãos de soja foi de 499 mil toneladas, distribuídos numa área de aproximadamente 460 mil hectares. Com o avanço do interesse econômico na soja e as oportunidades comerciais surgidas na década de 1970, a produção anual média cresceu em mais de 1.300%.

**Gráfico 4.6: Evolução da Produção de Soja – 1960 a 2015**



Fonte: IBGE (2017). Elaboração Própria.

A criação da Embrapa e a expansão das áreas de produção para o Cerrado faz se sentir ainda na década de 1970, com um aumento de 975% na área de colheita média anual em relação a década anterior. Na década de 1980, o total anual médio de hectares produzindo soja foi de 9,4 milhões de hectares. Mas o ganho não foi apenas de área, pois a produção cresceu mais do que a expansão da fronteira agrícola, implicando em um ganho de produtividade. Entre a década de 1960 e 1970 o crescimento na produtividade foi de 36,2% e entre os anos 1970 e 1980 foi de 17,3%. Ao final dos anos 1980 a produtividade da soja no Brasil foi de 1.971,25 kg de soja produzidos por hectare (IBGE, 2017).

A partir dos anos 1990 uma nova etapa de modernização começou na agricultura brasileira, quando novas tecnologias passaram a ser utilizadas no setor agropecuário (SILVA et al, 2011). Além disso, as mudanças institucionais ocorridas no Brasil, como a abertura econômica no começo dos anos 1990, incentivaram o comércio

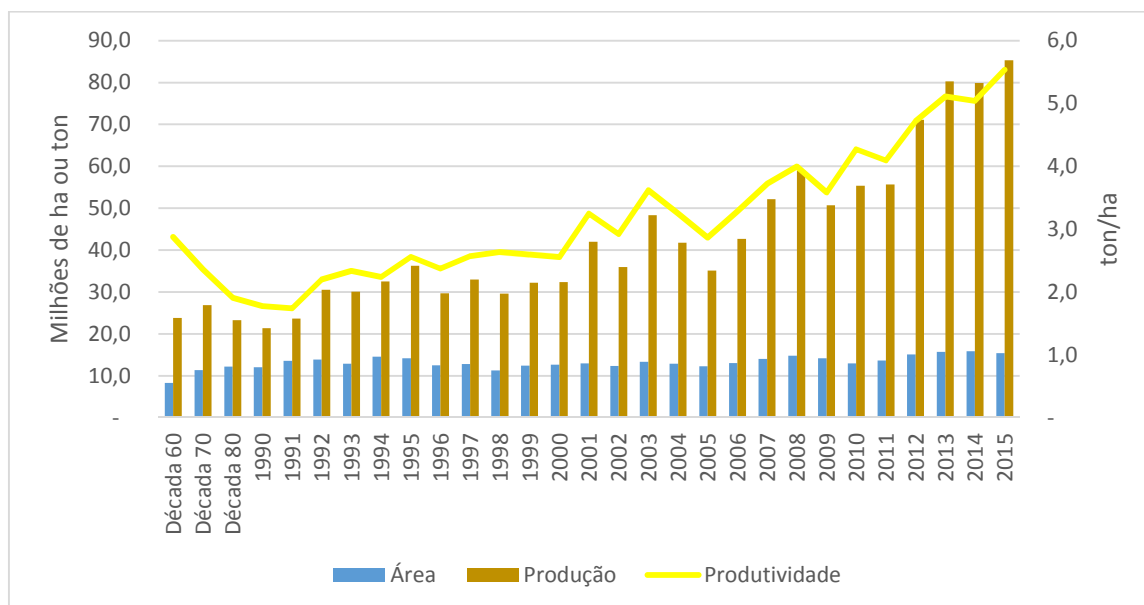
exterior e conseqüentemente influenciaram no aumento da produção (VIEIRA FILHO e FISHLOW, 2017).

A produção da soja também foi afetada por essas mudanças. Entre 1990 e 2015 a produção de soja brasileira cresceu a uma taxa média de 6,3% a.a., um crescimento de quase 400%. Por outro lado, área ocupada com produção pouco mais que dobrou (aumento de 178%) no mesmo período. Isso significa que houve um ganho de produtividade no país. Da produtividade média anual da década 1.482,06 kg/ha na década 1970, o produtor nacional chegou a 3.028,62 kg/ha em 2015, um ganho de 104,4%.

#### *4.4.2 Milho*

Semelhante a soja, o milho apresentou ganhos de produção e produtividade entre 1960 e 2015. No entanto, o aumento em área de produção não foi o mesmo que no total produzido. Isso está associado com o fato do milho ser produzido em duas safras, a primeira entre agosto e setembro na região Sul e outubro e dezembro no Sudeste/Centro-Oeste. A segunda safra é algumas vezes confundida com o chamado milho safrinha. Apesar do milho safrinha ser plantado na segunda safra, parte dela é de milho irrigado, diferente do safrinha. O milho safrinha é geralmente plantado no verão, após a colheita da soja precoce e possui alta produtividade, apesar do nome (CRUZ et al, 2011). Segundo Cruz et al (2017), o milho safrinha começou a ser usado apenas no final da década de 1970.

O gráfico 4.7 apresenta a evolução da produção de milho entre 1960 e 2015. Observa-se que entre a década de 1960 e 1980 houve uma queda na produtividade do milho de uma produtividade média 2.873,08 kg/ha ao ano na década de 1960 para 1.906,31 kg/ha nos anos 1980, em parte reflexo do aumento da área de produção. Pinazza (2007) afirma que na década de 1980 houve forte intervenção estatal na produção de milho, por meio de políticas de subsídios.

**Gráfico 4.7: Evolução da Produção de Milho – 1960 – 2015**

Fonte: IBGE (2017). Elaboração Própria.

A partir dos anos 1990 há uma retomada do crescimento da produtividade do milho, com uma taxa média de crescimento anual de 4,47% até 2015. Pinazza (2007) argumenta que a liberalização econômica da década de 1990 foi um dos incentivos para a retomada na produtividade do milho, além disso, a difusão do milho safrinha a partir desta mesma década também foi importante para influenciar no ganho de produtividade. É fácil observar como se dá o ganho de produtividade no milho. A expansão da área cultivada entre 1990 e 2015 foi de apenas 28,1%, em compensação a produção cresceu a taxa média de 5,5% a.a., totalizando praticamente 300% ao final dos 26 anos analisados. Isso representou um ganho na produtividade do milho de aproximadamente 210%.

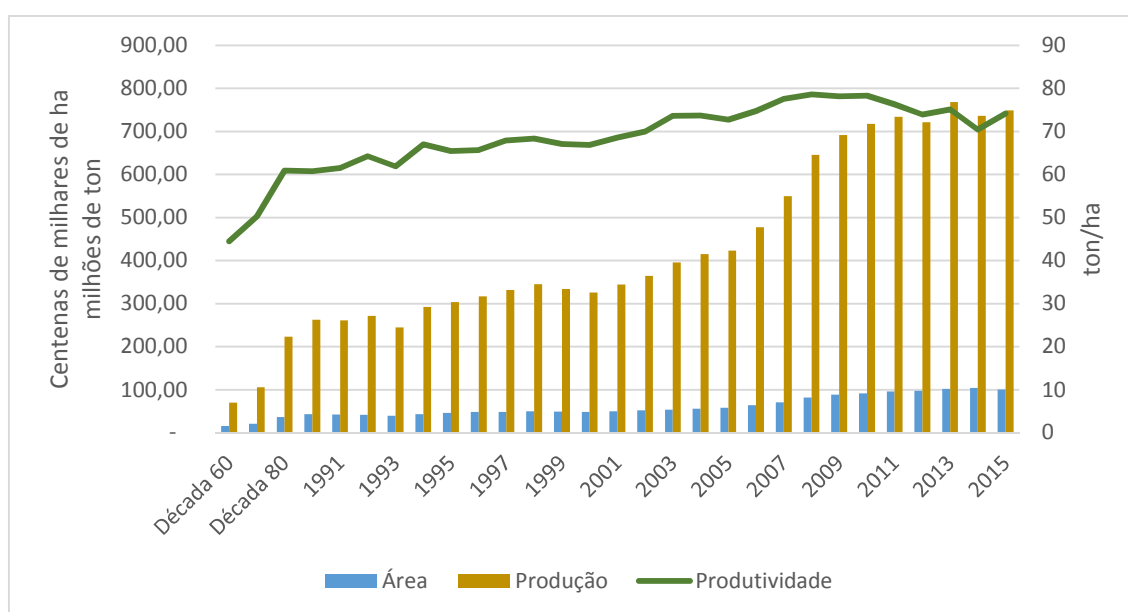
#### 4.4.3 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é produzida no Brasil desde a época do Descobrimento, trazida pelos primeiros portugueses a desembarcarem no país (CESNIK, 2007). A cana teve seu primeiro ciclo produtivo de sucesso no país que durou cerca de 150 começando no século XVII, nessa época o Brasil se tornou o maior produtor do mundo de cana-de-açúcar (RODRIGUES e ORTIZ, 2006).



Em anos recentes, a crise do petróleo da década de 1970 foi outro promotor da expansão da cana-de-açúcar no Brasil. Em 1975 o governo lançou o Programa Nacional do Alcool (Pró-Alcool), incentivando o desenvolvimento de melhorias genéticas e nas sementes da planta, melhorias tecnológicas nas usinas e o surgimento de uma indústria de veículos movidos a álcool. No final da década de 1980 o programa foi desfeito devido a crises institucionais e financeiras do país (RODRIGUES e ORTIZ, 2006). No gráfico 4.8 é possível ver como evoluiu a produção brasileira da cana-de-açúcar a partir dos anos 1960.

**Gráfico 4.8: Evolução da Produção de Cana-de-Açúcar – 1960 a 2015**



Fonte: IBGE (2017). Elaboração Própria.

Pelo gráfico 4.8, observa-se o forte crescimento na produção entre as décadas de 1960 e 1980, com uma expansão de 133% da área plantada e um aumento de 219,8% no total produzido, reflexo dos incentivos do Pró-Alcool. Com o fim do programa, na década de 1990 há uma estabilização da produção, que apresentou taxa de crescimento média de 2% ao ano e uma produtividade que passou de 60,8 toneladas por hectare em 1990 para 66,8 em 2000.

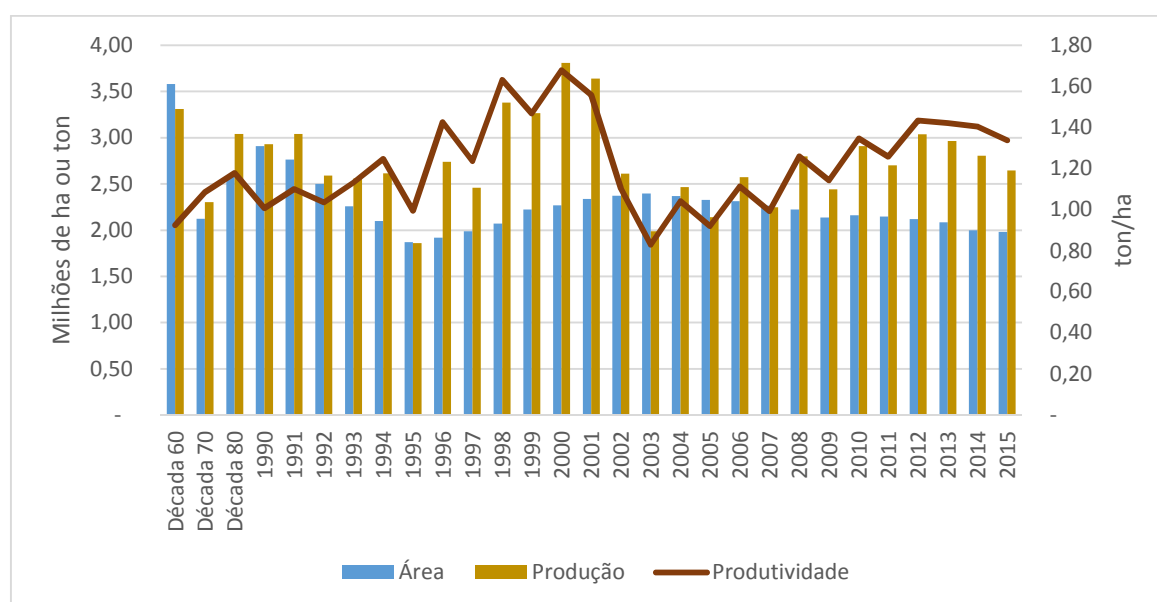
A partir da década de 2000 houve uma recuperação na produção de cana-de-açúcar, a preocupação com a questão ambiental e o interesse renovado por biocombustíveis aumentou a demanda pelo álcool da cana-de-açúcar, inclusive internacionalmente (CESNIK, 2007). A Embrapa, em resposta a este interesse renovado em biocombustíveis criou em 2006 a Embrapa Agroenergia, dedicada a pesquisa

envolvendo a conversão de biomassa em energia. A partir do ano 2000 até 2015 a produção cresceu a uma taxa de 5,33% e a produtividade atingiu o patamar de 74,3 ton/ha.

#### 4.4.4 Café

Segundo dados da FAO (2017) o Brasil é maior produtor mundial de café. O gráfico 4.9 acompanha o comportamento da produção de café entre 1960 e 2015. Pelo gráfico observa-se que o nível de produção do café brasileiro manteve-se relativamente estável, com anos de alta produção (1998, 1999, 2000 e 2001) e anos de baixa (1995, 2003 e 2007). Entre 1990 e 2015 a produção caiu em média 0,4% a.a., por outro lado houve ganho de produtividade que saiu de uma média de 924 kg/ha por ano na década de 1960 para 1.340 kg/ha em 2015.

**Gráfico 4.9: Evolução da Produção de Café – 1960 a 2015**



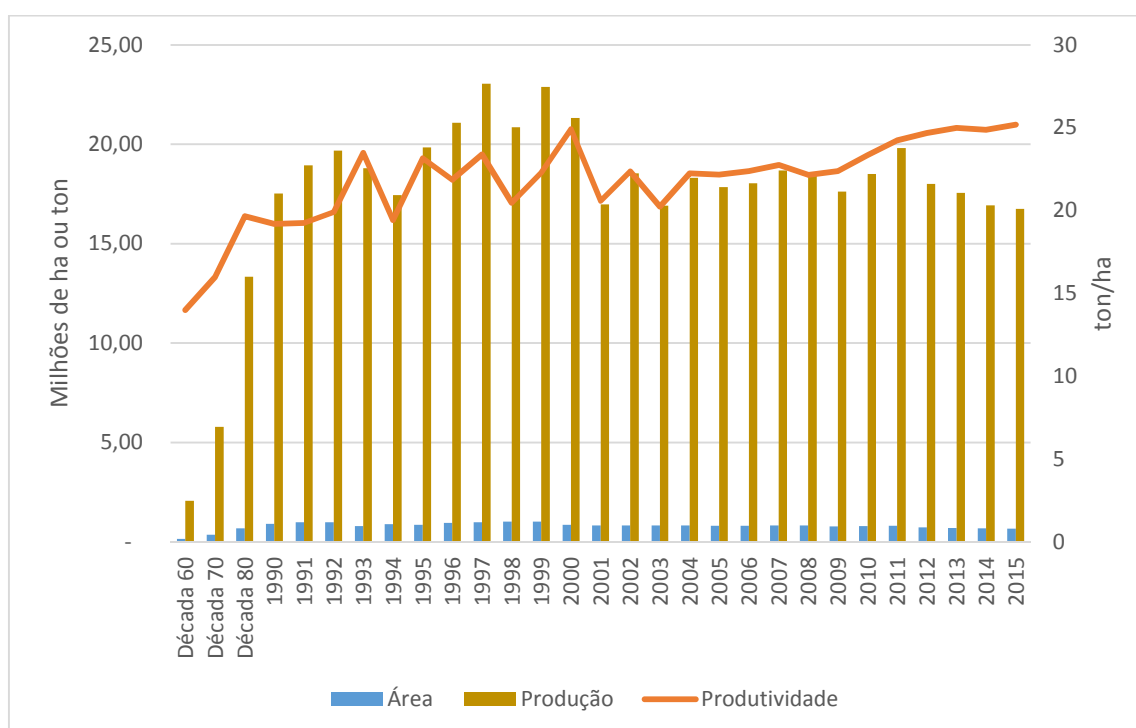
Fonte: IBGE (2017). Elaboração Própria.

Em termos de pesquisa e tecnologia, uma consulta ao INPI revela que entre 1990 e 2015 154 patentes foram depositadas tratando sobre café, no entanto só uma pela Embrapa. Apesar disso, a Embrapa coordena o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café desde 1999, este consórcio conta com a participação de 103 instituições de ensino, pesquisa e extensão e mais de 700 pesquisadores. O consórcio promoveu incrementos nas ações de pesquisa como desenvolvimento de cultivares, controle de pragas, técnicas de irrigação, entre outras (EMBRAPA, 2016b).

#### 4.4.5 Laranja

A produção de laranja é importante para o país, pois o Brasil é o maior exportador de suco de laranja do mundo. A laranja está entre as cinco variedades com mais cultivares desenvolvidas pela Embrapa, no total de 71 cultivares registradas (EMBRAPA, 2016b). O Gráfico 4.10 acompanha a produção de laranja no Brasil a partir da década de 1960.

**Gráfico 4.10: Evolução da Produção de Laranja – 1960 a 2015**



Fonte: IBGE (2017). Elaboração Própria.

Pelo gráfico 4.10, observa-se que foi durante a década de 1980 que o Brasil deu seu primeiro grande salto de produção e produtividade na cultura da laranja. Entre 1960 e 1980, a produção média anual de laranja cresceu 544,4% e a área ocupada pelas laranjeiras aumentou em 358,9%, acarretando um ganho de produtividade de 40,4%. Esse ganho de produtividade perdeu pouca força nos anos seguintes, crescendo 31% entre 1990 e 2015. A principal razão para o ganho de produtividade foi o aumento na eficiência da produção, pois apesar da área total ocupada para cultivo ter se reduzido a taxa média de -1,21% a.a., a quantidade colhida continuou a crescer pelo menos até 1999, a taxa média de 2,7% a.a. e se a partir dos anos 2000 a produção caiu, foi a uma velocidade menor. Como resultado, a taxa média de crescimento da produção entre

1990 e 2015 foi de -0,17% a.a. e o ganho de produtividade médio foi de 1,05% a.a., totalizando 25,17 ton/ha de laranja em 2015.

#### 4.5. Comentários Finais

A disponibilidade de dados mostra que o progresso da inovação não é tão extenso quanto seria necessário para se visualizar a evolução de um sistema setorial de inovação. O que se tem é uma série de informações que podem ser utilizados para inferir o funcionamento e os resultados do desenvolvimento tecnológico.

Para descrever o funcionamento de um sistema de inovação, dados de *input* como gastos em pesquisa ou número de pesquisadores, permitem verificar o grau de desenvolvimento do setor. Por outro lado, os *outputs* da pesquisa ficam claros em números de patentes ou publicações, mas não necessariamente isso implica em inovações. Outras informações, como resultados da produção, podem servir de indicativo de que houveram mudanças tecnológicas ampliando a produção. No entanto, são diversos os fatores econômicos que podem afetar uma cadeia produtiva, desde subsídios até abertura comercial.

No setor agropecuário, um dos fatores de maior influência foi a intenção do governo militar da década de 1970 de difundir um sistema de produção agrícola capitalista, incentivar o desenvolvimento do agronegócio brasileiro. Além dos incentivos de créditos para a produção, uma das principais políticas com maior impacto de longo prazo foi a criação da Embrapa, que estabeleceu os primórdios do sistema setorial de inovação da agropecuária brasileira.

Como foi visto, inclusive em capítulos anteriores, a Embrapa esteve presente nas principais etapas de introdução de novas tecnologias na agricultura brasileira. Além disso, foi uma das principais responsáveis pela expansão da fronteira agrícola para o Cerrado brasileiro e além.

Este capítulo mostrou como a Embrapa é peça fundamental do sistema setorial de inovação brasileiro. É a principal fonte geradora de conhecimento em agricultura no país, continuamente desenvolvendo tecnologias, reproduzindo e fortalecendo as instituições do país, em especial de propriedade intelectual.

## CONCLUSÃO

Como apontado no capítulo um, a atividade de inovação tem como uma de suas maiores características a existência de falhas de mercado que fazem com que a quantidade ofertada de pesquisa e inovação pelo mercado não seja a ótima do ponto de vista social. Destacadamente, essa condição é mais acentuada para a pesquisa agropecuária, devido às particularidades referentes à estrutura de mercado e à questão locacional.

Assim, na presença de falhas de mercado, é esperado que o Estado atue de forma a mitigar seus efeitos sobre o bem-estar social, garantindo uma quantidade ofertada adequada para a maximização da utilidade da população. Para essa intervenção, como apresentado, existem diversas opções devendo, então, o Estado adotar aquela de melhor custo-benefício (ou uma combinação entre elas).

Uma das soluções é o modelo de incentivos à inovação por propriedade intelectual, que implica em garantias para que o setor privado se autorregule no desenvolvimento tecnológico, no entanto ela apresenta um *tradeoff*: uma restrição de acesso em troca de divulgação de informação à sociedade. Esse *tradeoff* pode ser entendido de outra forma, entre uma maior possibilidade de financiamento e uma maior difusão de conhecimento. Isso porque a restrição ao acesso está associada a um monopólio, a uma possibilidade de obtenção de rendas que, em última instância, podem ser utilizadas no refinanciamento do próprio processo de pesquisa.

Entretanto, isso vem às custas da decisão de difusão do conhecimento de forma ampla e irrestrita, da possibilidade de se trancar trajetórias de inovação. Logo, pode-se falar em um nível ótimo de proteção, o que talvez justifique o porque de a Embrapa não ter uma política agressiva de propriedade intelectual, indicado pela queda no número de patentes depositadas como visto no capítulo quatro, sua natureza pública e missão lhe impede de fazer isso. O setor privado, se por um lado não opta por pela proteção direta da propriedade intelectual, recorre ao segredo industrial, como sugerem os dados da PINTEC. A questão é analisar se isso realmente traz o máximo de benefícios para a sociedade brasileira.

Ou seja, o que se argumenta aqui é que não negar o acesso à pesquisa e à inovação tem um custo. E para se seguir tal rota é preciso recorrer a outras fontes de

financiamento para poder, de forma deliberada, abrir mão de uma política de direitos de propriedade intelectual mais restrita.

As universidades também enfrentam tal desafio e muitas tem recorrido a políticas de propriedade intelectual mais rígidas. De acordo com a observação de Moschini e Lapan (1997, p. 1231): *“in an environment of declining public support for state universities, patent protection is now being routinely sought for many innovations developed by land grant universities in an effort to increase revenue from non-traditional sources.”*

Essa necessidade de outras fontes de financiamento se relaciona ainda com a sobrevivência de longo prazo da instituição como instituto público de pesquisa. Mundialmente, como descrito no capítulo um, tem havido uma tendência de retração de recursos a esse tipo de instituição, o que levou, inclusive, em alguns casos, a privatização e fechamento de institutos. No caso da Embrapa, o capítulo três mostra que se os recursos não caíram de forma permanente, eles ficaram em segundo plano frente as prioridades do governo, evidenciando forte influência de fatores políticos e conjunturais.

Logo, qualquer previsão para o futuro nesse sentido é extremamente arriscada. Isso, portanto, é mais um argumento em favor de uma estratégia de diversificação de fontes de financiamento (algo, que pelo menos em tese, a empresa já busca há algum tempo). Além disso, dado essa possibilidade de futuro incerto, o que a literatura aponta é a exigência sobre institutos públicos de pesquisa de justificar cada vez mais sua existência e essa justificativa se dá sobre eficiência e satisfação das demandas da sociedade.

Por um lado, há as demandas de mercado, guiado pelo lucro que, exatamente por isso, não tem problemas de financiamento. Por outro, tem-se todas aquelas falhas de mercado mencionadas e pesquisas que favorecerem outros agentes e que tem um interesse público, mas que é mais difícil de se justificar seguindo uma lógica puramente privado-econômica. Nesse ambiente de restrições, são essas pesquisas que mais seriam ameaçadas. E essas são as pesquisas mais necessitadas de uma estratégia ampla de difusão (e não de um sistema fechado de direitos de propriedade intelectual, até porque por elas, por não haver ampla demanda, não há mercado). Para as pesquisas com ampla demanda, pode-se falar inclusive em um “Mercado de Conhecimento Agropecuário”.

Klerkx e Leeuwis (2008b, p. 365) consideram esse mercado como produto da retração do papel dos institutos públicos de pesquisa:

*“Privatization has led, depending on the local context, to either the emergence or acceleration of a market for agricultural R&D and KIBS [‘knowledge-intensive business services’] for the support of agricultural innovation [...] knowledge and information become private or toll goods (as far as characteristics such as excludability and rivalry [...]) for which users have to pay”*

Em outro trabalho, os autores elaboram mais essas ideias, observando um papel mais restrito do setor público - segundo eles (KLERKX e LEEUWIS, 2008a, p. 261):

*“because knowledge for the support of agricultural innovation is typically embedded in intermediate products and services, we prefer to speak about a market in agricultural R&D and ‘knowledge-intensive business services’ [...] agricultural entrepreneurs generally have become responsible for the acquisition of services to support innovation on issues that are seen as been in the private interest. Often, governments only continue funding activities that are related to public interest issues.”*

Ou seja, a restrições de recursos torna a instituição pública mais especializada, mais voltada para aquilo que realmente está relacionado com o interesse público. O problema que se coloca é como financiar tais pesquisas relacionadas com o “interesse público” em um ambiente de restrições fiscais, em que a própria existência do instituto é questionada dada a escassez de recursos e as demais prioridades da sociedade. Logo, observa-se uma situação que favorece estratégias mistas: por um lado, pesquisas claramente voltadas para o mercado e que tem capacidade de angariar financiamento e atuar de acordo com um Mercado de Pesquisa Agropecuário. Por outro, pesquisas que, apesar de escaparem à lógica privado-econômica, satisfazem a um grupo de pequenos produtores desarticulados, atomizados e que por causa disso, são permeados por problemas característicos de financiamento de inovação, exigindo uma presença clara do setor público.

Tal estratégia mista seria uma espécie de subsídio cruzado: as pesquisas que satisfazem as grandes demandas de mercado financiando aquelas que satisfazem pequenas parcelas. Isso implica, inclusive, regimes diferentes de propriedade intelectual – escolhas discricionárias de propriedade intelectual, que permitam um arranjo ótimo, maximizando tanto a capacidade de arrecadação de *royalties* quanto difusão de

conhecimentos aqueles que precisam mas não tem acesso. Um outro fator nessa direção seria, como Stads e Beitema (2009) observam, que mesmo a pesquisa mais básica realizada por institutos públicos de pesquisa que buscam manter aberta a inovação acaba sendo insumo de pesquisas aplicadas que, por sua vez, são protegidas por propriedade intelectual privada.

Ainda seguindo essa linha, Bin et al (2013) também observam que o produto da pesquisa agropecuária geralmente se refere a bens exclusivos, mas não rivais e isso tem consequência para a política de propriedade a ser utilizada:

*“the key point for agricultural public research institutes is no longer contributing to the production of knowledge and technology but incorporating efforts and competencies relating to the use of knowledge and technology they produce. They not only have to produce ‘relevant knowledge’ but they also have to compete with other actors, driving themselves to a club-like behavior, normally quite similar to the rules of private research organizations.” (BIN et al, 2013, p 217).*

Ou seja, em um ambiente de escassez de recursos, o tipo de gestão de propriedade intelectual se torna uma decisão mais crucial mas suas repercussões e sua relação com a missão da Empresa – a questão da difusão do conhecimento, deve ser ponderada.

Nesse sentido, a busca por alternativas de financiamento e até parcerias com outros agentes que viabilizem uma restrição orçamentária mais flexível permitiria o alcance da missão de difusão – ou seja, essas duas questões não podem ser vistas de forma dissociada. A Lei de Inovação permite esse tipo de flexibilização, como mostra o capítulo dois. Logo, se a política de propriedade intelectual da Embrapa, que atualmente favorece a difusão do conhecimento, for atingida pela escassez de recursos que afetou diversas universidades no mundo, a alternativa oferecida pela nova regulação brasileira pode permitir a rigidez excessiva no controle de sua propriedade intelectual. Essa situação se torna cada vez mais nítida a medida que as restrições macroeconômicas se intensificam – nesse cenário, para continuar a agir em favor do público e da difusão é necessário agir em favor do mercado, mas em segmentos diferentes muitas vezes.

Na prática, o que isso significa? O sistema de inovação brasileiro como um todo é criticado pela falta de interação com o sistema privado. No caso do sistema de inovação agropecuário, ele tem a característica de ser centralizado na figura da



Embrapa. O que foi observado no capítulo quatro é alta concentração do capital humano, infraestrutura e recursos em geral na Embrapa, o que a princípio não é negativo, pois até o momento o investimento na empresa tem trazido retornos em avanços tecnológicos. Mesmo assim, tal centralização levantou críticas da literatura pois alude ao modelo linear de proporcionalidade do investimento em ciência e inovação, mesmo que alguns autores concedam que avanços na gestão da empresa consideraram questões de demanda e *feedbacks* de outras fontes.

Como Hall et al (2003, p. 220) observam,

*“It is now recognized that agricultural innovations come from multiple sources [...] Each set of actors has its own agenda and these agendas may often be divergent and contested. This implies a model of agricultural innovation where interactions between actors are multiple, iterative and evolving, and where the groupings of actors that exist at a given point in time reflect the relative strengths of current political and institutional interest groups.”*

A interação entre os diversos agentes é benéfica para o sistema. A centralização, *a priori*, não é problemática, desde que ela venha acompanhada de um engajamento do agente principal em acolher e inserir os demais agentes no sistema. Entretanto, questiona-se como um modelo tão centrado em um agente único se permite ser tão inclusivo e sensível a *feedbacks*.

Nesse sentido, observa-se que há diversos papéis que a Embrapa assume (e deveria dar mais ênfase) e que são essenciais no sistema e que vão além da geração da tecnologia e o de intermediação é um deles. Por exemplo, como exposto no capítulo três, a formação de uma rede de pesquisa que se retroalimenta, apesar de pequena, contribuindo decisivamente para o surgimento de novas linhas de pesquisa. Ao disponibilizar ao mercado de inovação profissionais qualificados, a empresa gera externalidades positivas que podem ser incorporadas por diversos agentes e segmentos econômicos.

Essa articulação entre os diversos agentes do sistema, vista como deficitária, deve ser reforçada, ainda mais em um ambiente cuja tendência internacional é a privatização das relações. Além disso, seu compromisso com a difusão e transferência de tecnologia evocam a ideia de um repositório técnico ao qual o setor privado poderia

recorrer para solucionar problemas específicos, dada a natureza da agricultura de utilizar insumos de inovação de outros setores aplicados (MARTIN e SCOTT, 2000)

Esses papéis, assim, requerem um sistema mais integrado. A própria estratégia de integração entre pesquisas mista requer, nesse sentido, uma maior integração com o setor privado. E isso nos leva a outro problema relacionado à centralização do sistema e sua sobrevivência de longo prazo – a falta de interação entre os agentes. Além de uma baixa participação interativa entre eles, os principais agentes voltados para a pesquisa têm problemas estruturais: as OEPAS sofrem com volatilidade e volumes inadequados de recursos e problemas de retenção de quadros de qualidade; já as universidades sofrem com a pulverização de recursos para a área, uma dispersão de atenção para atividades de ensino e um foco demasiado em pesquisa básica. Esta interação acaba fazendo falta, tendo em vista a discussão feita no capítulo dois sobre o papel de cada nível de instituição de pesquisa (Embrapa, OEPAS e Universidades) quanto ao foco dado as suas pesquisas. Enquanto as universidades focam em publicações, a empresa tem uma orientação mais voltada ao mercado, com metas de contribuição para aumento de produtividade e equidade social.

Dessa forma, há uma centralização excessiva na Embrapa, que abraça os principais papéis do sistema, fazendo com que não haja um papel claro para os demais agentes e, quando há interação, há muitas vezes uma repetição de esforços. Dessa forma, uma especialização de tarefas mais clara entre instituições talvez seja uma estratégia interessante.

A exigência de captação de recursos deve ser analisada ainda sob o ponto de vista da própria estrutura interna da Embrapa. Essas fontes alternativas são buscadas, em sua maioria, pela Sede da Empresa, enquanto os royalties são obtidos por pesquisas realizadas pelas unidades. Além disso, os reinvestimentos ocorrerão nas unidades. Ou seja, há uma separação entre o esforço de captação e a necessidade de utilização e de geração de recursos que tornaria o esforço de captação desnecessário.

Tal situação pode levar a uma competição por fundos principalmente se: i) o potencial de geração de *royalties* for diferente entre os produtos de cada unidade – ou seja, tais *royalties* são, em última instância um indicativo da produtividade (de acordo com a valoração do mercado dessas inovações) de cada unidade; ii) a recepção de fundos for muito discrepante entre as unidades. A ideia de subsídio cruzado entre tipos de pesquisa, de certa forma, propõe isso – e o que se está chamando a atenção é que isso

pode ter efeitos sobre a própria produtividade de pesquisa das unidades, uma vez que distorce os incentivos de remuneração entre elas. Em outras palavras, o fato de não estar completamente sujeita a uma lógica de mercado e sim a decisões tidas como política-estratégicas pode levar a conflitos e a situações delicadas que devem ser consideradas pela literatura e a própria empresa.

No entanto, esta sujeição a decisões política-estratégicas é essencial para justificar a Embrapa frente às necessidades do Estado de maximizar o bem-estar promovido pela inovação. A empresa acaba por ter objetivos que vão além dos institutos privados financiados, ou não, por recursos públicos, a Embrapa tem como uma de suas funções atender pequenos produtores e lavouras de subsistência, gerando, desta forma, transbordamentos para a sociedade. Isso acontece porque, sem a empresa, esses teriam poucas chances de ter acesso a tecnologias mais avançadas, devido ao elevado custo afundado envolvido na pesquisa. Além disso, a instituição tem um claro compromisso ambiental, contando com uma unidade dedicada ao tema.

O acesso à inovação é também um ponto que destaca a Embrapa quando se considera, como alternativa principal, a garantia de reserva de mercado, mesmo que temporária, para os pesquisadores ou empresas que desenvolveram alguma inovação agrícola. Essa estratégia, apesar de incentivar a pesquisa, confere ganhos não triviais ao proprietário da inovação. Assim, se adotada como a principal forma de inovação pode transformar a agricultura brasileira em um mercado oligopolístico, reduzindo, assim, significativamente os ganhos sociais.

Contudo, ainda que necessária no processo de desenvolvimento agropecuário nacional, a Embrapa não é suficiente. Apesar de sua ampla contribuição, o sistema de inovação agropecuário nacional não deve estar restrito à empresa. É verdade que o sistema setorial de inovação centralizado no instituto público de pesquisa se apresentou como eficiente para inovar ao longo dos anos, mas a dependência de interesses políticos pode desfazer as conquistas alcançadas.

O caminho para garantir a sustentabilidade do sistema seria uma estratégia mista, que diminua a dependência do recurso público, aumentando a participação do setor privado junto da pesquisa realizada pela Embrapa. Essa resposta não é privatizar, mas aumentar a parceria público-privado, o que parece ser o caminho escolhido pelo governo, dado a nova Lei de Inovação, que criou regras claras que possibilitam a interação mais efetiva entre a iniciativa privada e o setor público.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abelson, D. “Is Anybody Listening? Assessing the Influence of Think Tanks” In: Garcé, A. e Uña, G., Think Tanks and Public Policies in Latin America, Fundación Siena, 2010.
- Albuquerque E. Suzigan W, A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica. 2008. Interações de universidades e institutos de pesquisas com empresas no Brasil. Belo Horizonte: Autêntica. 1:17-44. 2011
- Albuquerque ED. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. Revista de Economia Política. Jul;16(3):56-72. 1996
- Alston, J.M. Norton, G. Pardey, P. Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting, Cornell University Press, 1995.
- Alves, ERA. Enfoque de Sistemas na Pesquisa Agropecuária. In: Yeganiantz, L. (Org.). Pesquisa agropecuária: perspectiva histórica e desenvolvimento institucional. 521 p. Brasília, DF: EMBRAPA-DEP, 1985.
- Alves E. Agricultura familiar prioridade da Embrapa. Embrapa Informação Tecnológica; 2001.
- Alves E, Contini E. Transformações da agricultura brasileira e pesquisa agropecuária. Cadernos de Ciência & Tecnologia. 1;22(1):37-51. 2005.
- Alves, E.; Contini, E.; Hainzelin, E. Transformações da agricultura brasileira e pesquisa agropecuária. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 22, n. 1, p. 37-51, jan./abr. 2005.
- Araújo BC. Políticas de apoio à inovação no Brasil: uma análise de sua evolução recente. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); 2012.
- Arrow K. “Economic welfare and the allocation of resources for invention.” In: The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors (pp. 609-626). Princeton University Press. 1962
- Arthur, B. “Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events.” Economic Journal, 99(394), pp. 116-131. 1989
- Asheim, B. Isaksen, A. Regional Innovation Systems: The Integration of Local 'Sticky' and Global 'Ubiquitous' Knowledge, The Journal of Technology Transfer, 27, (1), 77-86, 2002.
- Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI). Brazil Factsheet. Disponível em: <http://www.asti.cgiar.org/publications/brazil-factsheet> Acesso: 15/03/2017.
- Barbosa, MZ. Assumpção, R. Ocupação territorial da produção e da agroindústria da soja no Brasil, nas décadas de 80 e 90. Informações Econômicas, SP, v.31, n.11, p.7-16, nov. 2001.

- Barbosa, MZ. Assumpção, R. Ocupação territorial da produção e da agroindústria da soja no Brasil, nas décadas de 80 e 90. *Informações Econômicas*, SP, v.31, n.11, p.7-16, nov. 2001.
- Beintema NM, Pardey PG, Avila F. Brazil: Maintaining the momentum. *Agricultural R&D in the Developing World: Too Little, Too Late?*. 1:257. 2006.
- Biggs, S. D. “A multiple source of innovation model of agricultural research and technology promotion” *Agricultural Administration (Research and Extension) Network* Overseas Development Institute, 1989.
- Bin, A. Gianoni, C., Mendes, P., Rio, C., Salles-Filho, S. e Campanema, L. “Organization of Research and Innovation: a Comparative Study of Public Agricultural Research Institutions”, *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 8 Special Edition ALTEC, 2013.
- Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Inovagro. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/inovagro> Acesso: 05/04/2017.
- Boldrin M, Levine DK. *Against intellectual monopoly*. Cambridge: Cambridge University Press. 2008.
- Boldrin M, Levine DK. The case against patents. *The journal of economic perspectives*. 1;27(1):3-22. 2013
- Bonelli R, Pessoa ED. O papel do Estado na pesquisa agrícola no Brasil. Texto para Discussão do IPEA no. 576, Rio de Janeiro, julho de 1998.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. *Analyzing Social Networks*. Thousand Oaks, CA: Sage. 296 pp, 2013.
- Braczyk, H.J., Cooke, P., Heidenreich, M. (eds) *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalized World*. London: UCL Press, 1998.
- Brasil. *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação*, 2016.
- Brasil . *Constituição Federal (1988)*. Emenda Constitucional no 85, de 26 de fevereiro de 2015. Brasília, 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/emendas/emc/emc85.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc85.htm). Acesso em 08/04/2017.
- Brasil. Decreto no 5.563/2005 . Brasília, 2005. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/decreto/d5563.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5563.htm). Acesso em 08/04/2017.
- Brasil. Lei no 10.973/2004 . Brasília, 2004. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm). Acesso em 08/04/2017

- Brasil. Lei no 13.243/ 2016 . Brasília, 2016. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/113243.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113243.htm). Acesso em 08/04/2017.
- Brasil. Lei no 9.456/1997 . Brasília, 1997. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9456.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9456.htm). Acesso em 08/04/2017
- Brasil. Projeto de Lei no 2177 de 2011. Brasília, Câmara dos Deputados, 2011. Disponível em [http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=B8B9E88C8B44C9E1D2AFD102B052C445.proposicoesWebExterno2?codteor=915135&filename=PL+2177/2011](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=B8B9E88C8B44C9E1D2AFD102B052C445.proposicoesWebExterno2?codteor=915135&filename=PL+2177/2011) . Acesso em 02/04/2017.
- Brasil. Registro Nacional de Cultivares - RNC. Ministério da Agricultura. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/guia-de-servicos/registro-nacional-de-cultivares-rnc>. Acesso em 03/04/2017.
- Brasil. SIGA BRASIL. Senado Federal – Portal do Orçamento – Leis Orçamentárias Anuais (LOA): 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/orcamento/sigabrasil>. Acesso em 03/04/2017.
- Breschi, S., Malerba, F. Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: Edquist, C. (Ed.), *Systems of Innovation: Technologies Institutions and Organizations*. Pinter, London and Washington, pp. 130–156, 1997.
- Cabral, J.I. *Sol da Manhã: Memória da Embrapa*. Brasília: Unesco, 2005.
- Carlsson, B. & Stankiewicz, R. J. On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economy* vol 1, ed. 2 , pp. 93-118. 1991.
- Carlsson, B. *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1995.
- Carmo, MS. do. (Re)estruturação do sistema agroalimentar no Brasil: a diversificação da demanda e a flexibilidade da oferta. São Paulo: IEA, 1996. 256p.
- Carvalho, Antonio Paes de, "Biotecnologia", in S. Schwartzman (coord.), *Ciência e Tecnologia no Brasil: Capacitação Brasileira para a Pesquisa Científica e Tecnológica*. Rio de Janeiro, Fundação Getulio Vargas Editora, vol. 3, pp. 19-72, 1976.
- Carvalho, J. C. M. *O desenvolvimento da agropecuária brasileira: da agricultura escravista ao sistema agro-industrial*. Brasília: Embrapa-SPI, 1992.
- Cassiolato JE, Lastres HM, *Sistemas de inovação: políticas e perspectivas*. 2000
- Castro, c. “Pesquisa Agropecuária Pública Brasileira: Histórico e Perspectivas”, *Boletim, Regional, Urbano e Ambiental*, Jul-dez, 2016.

- Cavalcante LR. Consenso difuso, dissenso confuso: paradoxos das políticas de inovação no Brasil. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); 2013.
- Cesnik, R. Melhoramento da cana-de-açúcar: marco sucro-alcooleiro no Brasil. In: Com Ciência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, n.86, p.1-4, 2007.
- Chataway, J., Tait, J. and Wield, D., “The governance of agro-and pharmaceutical biotechnology innovation: public policy and industrial strategy” *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(2), pp.169-185, 2006
- Clark, N. “Innovation Systems, Institutional Change and the new knowledge Market: implications for third world agricultural development”, *Economics of Innovation and New Technology*, 11 (4-5), pp. 353-368, 2002.
- Cochrane, W. *The Development of American Agriculture: A Historical Analysis*, University of Minnesota, 1993.
- Coenen, L. Díaz-López, FJ. Comparing systemic approaches to innovation for sustainability and competitiveness. *Journal of Cleaner Production* 18 (2), 1149-1160. 2010
- Cohen WM, Levinthal DA. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*. 1:128-52. 1990.
- Cooke, P., Uranga, M.G., Etxebarria, G. 1998 *Regional Systems of Innovation: an Evolutionary*
- Cooper, R.G., Edgett, S.J., Kleinschmidt, E.J. Portfolio management in new product development: lessons from the leaders – I. *Res. Technol. Manag.* 40 (5), 16–28, 1997.
- Correa P, Schmidt C. Public Research Organizations and Agricultural Development in Brazil: How Did Embrapa Get It Right?. *World Bank-Economic Premise*. 2014 Jun;145:1-0
- Cruz, JC. Magalhães, PC. Pereira Filho, IA. Moreira, JAA. (eds) *Milho: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Coleção 500 perguntas, 500 respostas. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, 2011.*
- Cruz, JC. Pereira Filho, IA. Duarte, AP. *Milho Safrinha. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fya0krse02wx5ok0pvo4k3mp7ztkf.html> Acesso em: 03/04/2017.*
- Dahlman, C. J.; Frischtak, C. R. National systems supporting technical advance in industry: the Brazilian experience. In: Nelson, R. (org.), *National innovation systems: a comparative analysis*. New York, Oxford: Oxford University, 1993, Chapter 13, p. 76-114
- David, P. Clio and the economics of QWERTY. *The American Economic Review*. V. 75, n. 2, pp. 332-337. 1985
- De Negri F. *Inovação e produtividade: por uma renovada agenda de políticas públicas*. 2015.

- De Negri JA, Lemos, MB. Avaliação das políticas de incentivo à P&D e inovação tecnológica no Brasil. Nota Técnica IPEA 2009.
- Doloreux D, Parto, S. Regional Innovation System: A Critical Review, Discussion Paper Series, Vol. 17, United Nations University, Institute for New Technologies, New York, August, 2004.
- Dossa AA, Segatto AP. Pesquisas cooperativas entre universidades e institutos públicos no setor agropecuário brasileiro: um estudo na Embrapa. Revista de Administração Pública. 44(6):1327-52. 2010
- Edquist C. Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. Psychology Press; 1997.
- Edquist, C. "Systems of Innovation: Perspectives and Challenges" In: Fagerberg, J. Mowery, D. e Nelson, R. The Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press, 2005.
- Eecke, WV e Nowacki, M. Using the Economic Concept of a 'Merit Good' to Justify the Teaching of Ethics across the University Curriculum" (2008). Research Collection School of Social Sciences. Paper 542. [http://ink.library.smu.edu.sg/sooss\\_research/542](http://ink.library.smu.edu.sg/sooss_research/542). Disponível em: [http://ink.library.smu.edu.sg/sooss\\_research/542](http://ink.library.smu.edu.sg/sooss_research/542). Acesso em 02/04/2017.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Balanço Social 2015. Brasília, DF: Embrapa, Secretaria de Comunicação – Secom, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional – SGI, 2016a
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Embrapa em números. Disponível em: <https://www.embrapa.br/embrapa-em-numeros> Brasília, DF: Embrapa, 2016b
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Homepage da Embrapa. Disponível em: <http://www.embrapa.br> Acesso em: 05/03/2017a.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Repositório Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa (Alice). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/> Acesso em: 04/04/2017b.
- Evenson RE, Alves DC. Technology, climate change, productivity and land use in Brazilian agriculture. Planejamento e políticas públicas. 14(18). 2009.
- Evenson RE. Economic impacts of agricultural research and extension. Handbook of agricultural economics. 31;1:573-628. 2001.
- Fagerberg, I, Srholec, M. e Verspagen, B. "Innovation and Economic Development" In Hall, BH; Rosenberg, N. Handbook in Economics: Economics of Innovation, vol. 1. Eselvier, 2010.
- Fagerberg, J. Innovation: A guide to the literature. In: Fagerberg, J. Mowery, D. e Nelson, R. The Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press, 2005.
- Fagerberg, J., "Technology and international differences in growth rates" Journal of economic Literature, 32(3), pp.1147-1175, 1994.



- Farina, EMMQ. Competitividade e Coordenação de Sistemas Agroindustriais: um ensaio conceitual. *Revista Gestão e Produção*. v. 6, n.3, p. 147-161, 1999. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/gp/v6n3/a02v6n3.pdf>. Acesso em 02/04/2017.
- Food and Agriculture Organization (FAO). Faostat. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/?#home> Último acesso: 11/04/2017
- Free Online Patents (FPO). Free Online Patents website. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/> Acesso em: nov 2015.
- Freeman, C. *Technology Policy and Economic Performance*, London: Pinter. 1987
- Fuck MP. *Funções públicas e arranjos institucionais: o papel da Embrapa na organização da pesquisa de soja e milho híbrido no Brasil*. Dissertação de Mestrado em Política Científica e Tecnológica, Unicamp, 2005.
- Gilbert R, Shapiro C. Optimal patent length and breadth. *The RAND Journal of Economics*. 1990 Apr 1:106-12.
- Gorter H, Zilberman D. On the political economy of public good inputs in agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*. 1;72(1):131-7. 1990
- Griliches Z. Research costs and social returns: Hybrid corn and related innovations. *Journal of political economy*. 1;66(5):419-31. 1958
- Hall A, Sulaiman VR, Clark N, Yoganand B. From measuring impact to learning institutional lessons: an innovation systems perspective on improving the management of international agricultural research. *Agricultural systems*. 30;78(2):213-41. 2003.
- Hall A. Public-private sector partnerships in an agricultural system of innovation: concepts and challenges. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*. 1;5(1):3-20. 2006.
- Hall J, Matos S, Silvestre B, Martin M. Managing technological and social uncertainties of innovation: the evolution of Brazilian energy and agriculture. *Technological Forecasting and Social Change*. Sep 30;78(7):1147-57, 2011.
- Hall, BH. Mairesse, J. Mohnen, P. "Measuring the returns to R&D" In Hall, BH; Rosenberg, N. *Handbook in Economics: Economics of Innovation*, vol. 2. Pp. 1033-1082. Elsevier, 2010.
- Hamilton SF, Sunding DL. The effect of farm supply shifts on concentration and market power in the food processing sector. *American Journal of Agricultural Economics*. 1;79(2):524-31. 1997
- Hausmann, R. Cunningham, B. Matovu, J. Osire, R. Wyatt, K. *How should Uganda Grow?* Faculty Research Working Paper Series. Harvard: 2014.
- Heredia, B. Palmeira, M. Leite, SP. *Sociedade e Economia do "agronegócio" no Brasil*. In: *Revista Brasileira de Ciências Sociais*. Vol. 25 n° 74 outubro/2010.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). SIDRA, Banco de Tabelas e Estatísticas. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil> Último acesso: 11/04/2017.
- Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Base de patentes. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/LoginController?action=login> Último acesso: 11/04/2017.
- James, JS; Pardey, PG; Alston, JM. Agricultural R&D Policy: a tragedy of the international commons. Staff Paper P08-08. Setembro 2008.
- Júnior, E. G., Dalla Costa, A., de Oliveira Gonçalves, F., & Duenhas, R. A.. Sistema de Inovação do Agronegócio Brasileiro? Dualismo estrutural-tecnológico e desafios para o desenvolvimento do país. *Desenvolvimento em Questão*, 12(28), 279-317, 2014.
- Klerkx L, Leeuwis C. Balancing multiple interests: Embedding innovation intermediation in the agricultural knowledge infrastructure. *Technovation*. Jun 30;28(6):364-78, 2008b.
- Klerkx L, Leeuwis C. Matching demand and supply in the agricultural knowledge infrastructure: Experiences with innovation intermediaries. *Food policy*. Jun 30;33(3):260-76, 2008a.
- Kline, J. and Rosenberg, N, “An Overview of Innovation”, in R. Landau and N. Rosenberg (eds), *The Positive Sum Strategies: harnessing Technology for Economic Growth*, Washington DC, National Academic Press, 00.275-305, 1986.
- Luciano, MC. Sistema Nacional de Inovação Agrícola: um exame de interação entre a Embrapa e as Empresas Privadas. Dissertação. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”: Araraquara/SP, 2013.
- Luna, F; Moreira, S; Gonçalves, A. Financiamento à inovação. De Negri, JA; Kubota, LC. (Orgs.) *Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil*. Brasília: IPEA, 2008, pp. 229-262.
- Lundvall BA. 1992. National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. 1992.
- Malerba F, editor. *Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge University Press; 2004.
- Malerba, F. “Sectoral Systems: How and Why Innovation Differs Across Sectors” In: Fagerberg, J. Mowery, D. e Nelson, R. *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, 2005.
- Malthus, T. *An Essay on the Principle of Population*. Londres, 1798. Disponível em <http://www.esp.org/books/malthus/population/malthus.pdf>.
- Markard, J. Truffer, B. Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework, *Research Policy*, 37, (4), 596-615, 2008.

- Martin S, Scott JT. The nature of innovation market failure and the design of public support for private innovation. *Research policy*. Apr 30;29(4):437-47, 2000.
- Matias-Pereira, J. A gestão do sistema de proteção à propriedade intelectual no Brasil é consistente?. *Rev. Adm. Pública*, vol.45, n.3, pp.567-590, 2011.
- Mazzoleni R, Nelson RR. Public research institutions and economic catch-up. *Research policy*. 31;36(10):1512-28. 2007
- Mendes JT, Padilha Júnior JB. *Agronegócio: uma abordagem econômica*. Pearson Prentice Hall; 2007.
- Mendes, P. J. V. *Organização da P&D agrícola no Brasil: evolução, experiências e perspectivas de um sistema de inovação para a agricultura*. 2009, 217 p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2009.
- Mengel, AA. *Modernização da Agricultura e Pesquisa no Brasil: A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa*. Tese de Doutorado em Ciências, UFRRJ, 2015.
- Metcalfe JS. Technology systems and technology policy in an evolutionary framework. *Cambridge Journal of Economics*. 1;19(1):25-46. 1995
- Moreira, GC. Teixeira, E. Política pública de pesquisa agropecuária no Brasil. In: *Revista de Política Agrícola*, Ano XXIII n. 3, pp 5-17. 2014.
- Moschini G, Lapan H. “Intellectual property rights and the welfare effects of agricultural R&D.” *American Journal of Agricultural Economics*. 1;79(4):1229-42. 1997
- MTC, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Tabela 2.1.3 – Brasil: Dispendio o nacional em pesquisa e desenvolvimento (P&D) por setores, em relação ao total de P&D e ao produto interno bruto (PIB), 2000-2014. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0241/241716.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0241/241716.pdf) Última consulta: 11/04/2017
- Musgrave, Richard A. 1957. A multiple theory of budget determination. *Finanzarchiv*, 17 (3): 333–343.
- Nagaoka, S. Motohashi, K. Goto, A. "Patent Statistics as an Innovation Indicator" In Hall, BH; Rosenberg, N. *Handbook in Economics: Economics of Innovation*, vol. 2. Pp. 1083-1127. Eselvier, 2010
- Nazareno, C. AS MUDANÇAS PROMOVIDAS PELA LEI Nº 13.243, DE 11 DE JANEIRO DE 2016 (NOVO MARCO LEGAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO) E SEUS IMPACTOS NO SETOR. Estudo técnico. Consultoria Legislativa Câmara dos Deputados. Brasília, Câmara dos Deputados, 2016. Disponível em [http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema11/2016\\_7581\\_mudancas-promovidas-pela-lei-13-243-marco-legal-cti-claudio-nazareno](http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema11/2016_7581_mudancas-promovidas-pela-lei-13-243-marco-legal-cti-claudio-nazareno). Acesso em 01/04/2017.

- Nelson RR, editor. National innovation systems: a comparative analysis. Oxford university press; 1993
- Nelson RR. The simple economics of basic scientific research. Journal of political economy. 1;67(3):297-306. 1959
- North, D. Institutions, Institutional Change and Economic Performance, Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Frascati Manual Proposed standard practice for surveys on research and experimental development. 2002.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Oslo Manual - The measurement of scientific and technological activities. Proposed guidelines for collecting and interpreting innovation data. 2005.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in Brazil, OECD Publishing, Paris, 2015.
- Pacheco CA. As reformas da política nacional de ciência, tecnologia e inovação no Brasil (1999-2002). Trabalho realizado para la CEPAL, Campinas, Brasil. 2003.
- Pardey, PG; Alston, JM; Rutta, VW. The economics of innovation and technical change in agriculture, in: Hall, BH; Rosenberg, N. Handbook in Economics: Economics of Innovation, vol. 2. Elsevier, pp. 939-984, 2010.
- Pavitt, K. "Innovation Process", In: Fagerberg, J. Mowery, D. e Nelson, R. The Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press, 2005.
- Penteadó Filho RD, Avila AF. Reflections on a Scientometrical Analysis of Embrapa Brazil Web of Science Articles from 1977 to 2006. Collnet Journal of Scientometrics and Information Management. 2010 Jun 1;4(1):9-20.
- Perez N, Rosegrant MW. The impact of investment in agricultural research and development and agricultural productivity. Mimeo, 2015.
- Perspective. Environment and Planning A, 30: 1563-1584
- Philip Cooke, (2001), Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy, Industrial and Corporate Change, 10, (4), 945-74
- Pinazza, LA. (coord). A cadeira produtiva da soja. Volume 2. Série Agronegócios. MAPA: Brasília, 2007.
- POMBO, R.G.F. A Lei 13.243/2016 (Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação): alterações na legislação sobre licitação e contratos administrativos. Informativo Justen, Pereira, Oliveira e Talamini Advogados, no 108. Curitiba, 2016. Disponível em <http://www.justen.com.br/pdfs/IE108/rodrigo-inova%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- Póvoa LM. Cabello AF, Análise econômica da primeira Lei de Patentes brasileira. Estudos Econômicos (São Paulo). Dec;46(4):879-907. 2016.

- Póvoa LM. Depósitos de patentes de universidades brasileiras (1979-2004). Anais do XII Seminário sobre a Economia Mineira [Proceedings of the 12th Seminar on the Economy of Minas Gerais], 2006
- Póvoa LM. Patentes de universidades e institutos públicos de pesquisa e a transferência de tecnologia para empresas no Brasil. Tese de Doutorado, UFMG, 2008.
- Prahalad, C. K. and G. Hamel 'The core competence of the corporation', Harvard Business Review, 68(3), pp. 71–91. 1990.
- Quental, C. Cooperação entre empresas em P&D: a biotecnologia e a indústria farmacêutica. Rio de Janeiro, Coppead/UFRJ, 1995.
- Quental, C.; Gadelha, C. A. G. & Fialho, B. C.,. O papel dos Institutos Públicos de Pesquisa na inovação farmacêutica: O caso brasileiro. In: IX Seminario Ibero-americano de Gestión Tecnológica, Anales, CD-ROM, San Jose: Asociación Latino Ibero-Americana de Gestión Tecnológica. 2001
- Quirino TR, Macedo MM. Impacto social de tecnologia agropecuária: construção de uma metodologia para o caso da Embrapa. Cadernos de Ciencia e Tecnologia (Brazil). 2000.
- Rauen, CV. O NOVO MARCO LEGAL DA INOVAÇÃO NO BRASIL: O QUE MUDA NA RELAÇÃO ICT-EMPRESA? Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 43. Brasília: Ipea, 2016. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6051/1/Radar\\_n43\\_novo.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6051/1/Radar_n43_novo.pdf). Acesso em 01/04/2017.
- Raussler, G. e Zusman, P. Political Economic Analysis: Explanation and Prescription, Crambridge University Press, 1991.
- Rigolin, C. C. D. e Hayashi MC. A produção de conhecimento institucionalizado nos Think tanks brasileiros: ciência, tecnologia e inovação segundo o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. universitas humanística. Jul(76): 393-418, 2013.
- Rockett, K. Property Rights and Invention in , Handbook of the Economics of Innovation, vol 1, Elsevier, 2010
- Rodrigues, D. Ortiz, L. Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana de açúcar no Brasil. Brasília, DF: Amigos da Terra, 2006.
- Rogers. Diffusion of Innovations, New York Free Press, 1962.
- Rosenberg N. Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia. Unicamp; 2006.
- Rothwell, R. (1994), Towards the Fifth-generation Innovation Process, International Marketing Review, Vol. 11 No. 1, 1994, pp. 7-31
- Rush, H.; Hobday, M.; Bessant, J. & Arnold, E. Strategies for best practice in research and technology institutes: an overview of a benchmarking exercise. R&D Management, 25(1), 1995

- Salles Filho S, Bonacelli MB, Mello D. “Metodologia para o estudo da reorganização institucional da pesquisa pública.” *Parcerias Estratégicas*. 19;5(9):86-108. 2010
- Salles Filho S, Kageyama A. “A reforma do IAC: um estudo de reorganização institucional.” *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. 1;15(2):35-58. 1998
- Salles-Filho S, Bonacelli MB. “Em busca de um novo modelo para as organizações públicas de pesquisa no Brasil.” *Ciência e Cultura*.;59(4):28-32. 2007
- Salles-Filho S.L, Paulino S.R, Carvalho S.M. “Reorganização em instituições públicas de pesquisa: Embrapa e Fiocruz” *Cadernos de Ciência e Tecnologia*. Sep;18(3), 2001.
- Salles-Filho, S. (Coord.) *Ciência, Tecnologia e Inovação: reorganização da pesquisa pública no Brasil*. Campinas, Editora Komedi, 2000.
- Salles-Filho, S. Garcia, AEB. Trajetória institucional de um instituto público de pesquisa: o caso do Itai após 1995. *Revista de Administração Pública* 43(3):661-93, maio/jun. Rio de Janeiro: 2009
- Scherempff, B.; Kaplan, D.; Schroeder, D. National, regional, and sectoral systems of innovation – an overview. Report for FP7 Project "Progress". European Commission, 2013.
- Schumpeter JA. *Capitalism, Socialism and Democracy*, Routledge 1942.
- Schumpeter JA. *Teoria do desenvolvimento econômico*. Fundo de Cultura; 1961.
- Schumpeter, J. *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. London: McGraw-Hill. 1939
- Schumpeter, J. *Capitalism, Socialism and Democracy*. London: 1942
- Schwartzman, S. A pesquisa científica e o interesse público. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 1, n. 2, p. 361-395, 2009
- Silva, AC; Lima, EPC; Batista, HR. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. In: *ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE*, 5. 2011, Florianópolis, Santa Catarina. Anais... Florianópolis: APEC, 29 abr. 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/EPqWJe>>.
- Smith, K. “Measuring Innovation” In: Fagerberg, J. Mowery, D. e Nelson, R. *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, 2005.
- Soete, L. Verspagen, B. ter Weel, B. *System of Innovation*. In: Hall, BH; Rosenberg, N. *Handbook in Economics: Economics of Innovation*, vol. 2. Elsevier, pp. 1159-1180, 2010.
- Solow, RM. A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly Journal of Economics*, vol 70, n.1, 1956, pp 65-94
- Sousa IS. *Agricultura familiar na dinâmica da pesquisa agropecuária*. 2006
- Stads GJ, Beintema NM. *Public agricultural research in Latin America and the Caribbean: Investment and capacity trends*. Inter-American Development Bank; 2009.
- Sternberg, R. *Innovation Networks and Regional Development—Evidence from the European Regional Innovation Survey (ERIS): Theoretical Concepts, Methodological*

Approach, Empirical Basis and Introduction to the Theme Issue, *European Planning Studies*, 8:4, 389-407, 2000.

- Stiglitz, J.E., "Knowledge as a global public good" *Global public goods*, 1(9), pp.308-326, 1999.
- Sunding D, Zilberman D. The agricultural innovation process: research and technology adoption in a changing agricultural sector. *Handbook of agricultural economics*, pp. 207-61, 2001.
- International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). UPOV's Homepage. Disponível em: <http://www.upov.int/portal/index.html.en>. Acesso em: 04/04/2017.
- Vanloqueren G, Baret PV. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research policy*. 31;38(6):971-83. 2009
- Vieira Filho JER, Vieira AC. Panorama das inovações na pesquisa agrícola no Brasil: o sistema de propriedade intelectual. *Radar*, no. 24, 2013a.
- Vieira Filho, JER; Fishlow, A. *Agricultura e Indústria no Brasil: Inovação e Competitividade*. IPEA: Brasília, 2017.
- VIOTTI E. Brasil: de política de ciência e tecnologia para política de inovação? Evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICO (CGEE). Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogos entre experiências estrangeiras e brasileira. Brasília: CGEE. 2008.
- Wright BD. The economics of invention incentives: Patents, prizes, and research contracts. *The American Economic Review*. 1;73(4):691-707. 1983
- Zilberman D. Technological change, government policies, and exhaustible resources in agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*. 1984 Dec 1;66(5):634-40.