



SENAI CIMATEC

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM
COMPUTACIONAL E TECNOLOGIA INDUSTRIAL
Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Tese de Doutorado

Inovação no setor agrícola: Proposta de um modelo estratégico do papel da Embrapa na evolução do agronegócio brasileiro

Apresentada por: Mariângela Terumi Nakane
Orientador: Prof. Renelson Ribeiro Sampaio, PhD
Coorientador: Prof. Paulo Soares Figueiredo, PhD

Salvador

2017

MARIÂNGELA TERUMI NAKANE

Inovação no setor agrícola: Proposta de um modelo estratégico do papel da Embrapa na evolução do agronegócio brasileiro

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial, Curso de Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do SENAI CIMATEC, como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutor em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial.**

Área de conhecimento: Interdisciplinar

Orientador: Prof. Renelson Ribeiro Sampaio, PhD
SENAI CIMATEC

Coorientador: Prof. Paulo Soares Figueiredo, PhD
UFBA

Salvador
SENAI CIMATEC
2017

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Centro Universitário SENAI CIMATEC

N163i Nakane, Mariângela Terumi

Inovação no setor agrícola: proposta de um modelo estratégico do papel da Embrapa na evolução do agronegócio brasileiro / Mariângela Terumi Nakane. – Salvador, 2017.

89 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Renelson Ribeiro Sampaio.

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Soares Figueiredo.

Tese (Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial) – Programa de Pós-Graduação, Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2017.

Inclui referências.

1. Embrapa. 2. Agronegócio. 3. Inovação – Setor agrícola. 4. Dinâmica de sistemas. I. Centro Universitário SENAI CIMATEC. II. Sampaio, Renelson Ribeiro. III. Figueiredo, Paulo Soares. IV. Título.

CDD: 658. 4062

Nota sobre o estilo do PPGMCTI

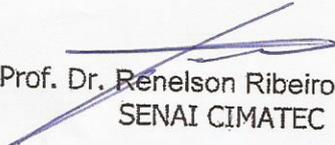
Esta tese de doutorado foi elaborada considerando as normas de estilo (ie, estéticas e estruturais) propostas aprovadas pelo colegiado do Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial e estão disponíveis em formato eletrônico (*download* na PáginaWeb http://ead.fieb.org.br/portal_faculdades/dissertacoes-e-teses-mcti.html ou solicitação via e-mail à secretaria do programa) e em formato impresso somente para consulta.

Ressalta-se que o formato proposto considera diversos itens das normas da Associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT), entretanto opta-se, em alguns aspectos, seguir um estilo próprio elaborado e amadurecido pelos professores do programa de pós-graduação supracitado.

Centro Universitário SENAI BAHIA
Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, leu e aprovou a Tese de doutorado, intitulada "Inovação no setor agrícola: Proposta de um modelo estratégico do papel da Embrapa na evolução do agronegócio brasileiro", apresentada no dia 30 de junho de 2017, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Doutor em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial.

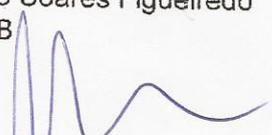
Orientador:


Prof. Dr. Renelson Ribeiro Sampaio
SENAI CIMATEC

Coorientador:


Prof. Dr. Paulo Soares Figueiredo
UNEB

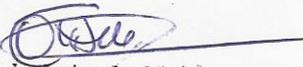
Membro Interno:


Prof. Dr. Alex Alisson Bandeira Santos
SENAI CIMATEC

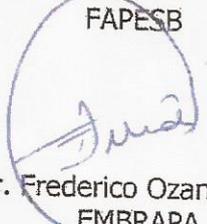
Membro Externo:


Prof.ª Dr.ª Josiane Dantas Viana Barbosa
FIEB

Membro Externo:


Prof. Dr. Alzir Antonio Mahl
FAPESB

Membro Externo:


Prof. Dr. Frederico Ozanan Machado Durães
EMBRAPA

A

*Meus pais e avós
que me ensinaram o valor do trabalho e da terra*

AGRADECIMENTOS

Aos professores orientadores Renelson Ribeiro Sampaio e Paulo Soares Figueiredo pelo grande apoio, ajuda, compreensão, incentivo e persistência em conduzir este trabalho. Sem vocês, esta pesquisa não seria possível,

A Embrapa, em nome do Dr. Frederico Durães que gentilmente nos forneceu informações e dados sobre a empresa;

Aos gerentes que fizeram parte de minha trajetória profissional no SENAI BA - Cid Vianna, Patrícia Evangelista e Alessandro Ferro que me incentivaram nos primeiros anos desta pesquisa;

A FAPESB, pelo financiamento da bolsa de doutorado no ano de 2015 e ao Sistema FIEB, pela contribuição no período 2012-2014,

Aos colegas Rogério Lacerda e Eduardo Seixas e ao professor Hernane Borges Pereira pelo apoio na publicação dos artigos e ao professor Marcelo Moret, pela “lembrança” para a bolsa de doutorado,

As ex colegas do SENAI BA Eurídice Costa, Maria Augusta Oliveira, Maria Célia Santos, Benisane Santana, Francisco Nascimento, Elizama Oliveira, Carolina Galvão, Carla Simões, Tatiana Nery e Danile Sanches que me auxiliaram em diversos momentos,

A Luiz Reina, Suely Ceravolo, Sílvia Yokoyama, Renata Nassu, Carolina Santana Magalhães, Ângela Nolasco, João Pujals e Jorge Santos pelo apoio moral, incentivos, troca de ideias e de informações em alguns encontros (presenciais ou virtuais) “regados” algumas vezes a café, pastel e acarajé,

Aos colegas de pós graduação, pelas contribuições e “embates” nas inúmeras apresentações realizadas nas reuniões do Oficina do Saber,

A Julie Miranda e ao pessoal da Secretaria Acadêmica – Michela, Cris, Sara, Urânia, Robson, Angélica e Maria Verônica que em diversos momentos me auxiliaram nas dúvidas sobre os trâmites do doutorado,

E a todos os demais colegas do SENAI BA e da Faculdade de SENAI Cimatec que me acompanharam nesta extensa trajetória.

*“It is not knowledge, but the act of learning,
not possession but the act of getting there,
which grants the greatest enjoyment”.*
Gauss

RESUMO

O setor agropecuário brasileiro passou por um intenso desenvolvimento nas últimas quatro décadas. Algumas culturas como soja e milho obtiveram um crescimento significativo em sua produção e melhoria da produtividade desde os anos 1970. O Brasil possui vasta área agricultável e condições climáticas favoráveis, entretanto os arranjos institucionais, técnico científicos e produtivos permitiram uma franca evolução do agronegócio brasileiro, atingindo patamares de alta competitividade e sustentabilidade. As inovações tecnológicas e gerenciais desenvolvidas para o setor – como genética de cultivares (sementes e mudas) adaptadas para as diversas condições de solo e clima, suprimentos (adubos e fertilizantes, protetivos das lavouras – herbicidas, inseticidas, fungicidas), novos equipamentos e tecnologias de captura, análise e interpretação de dados ambientais, econômicos e tecnológicos, promotoras de tomada de decisão, foram responsáveis por este avanço. Neste contexto, destaca-se a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) que é uma empresa de referência mundial em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para o segmento. Sua atuação foi determinante para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro. Diante disto, configura-se a seguinte questão de pesquisa: Como é possível representar o comportamento dos processos da Embrapa que impactam na sua atuação junto ao mercado agrícola de sementes, no período mais recente de seu planejamento estratégico – 2008 a 2015? Foram selecionados três principais processos para esta pesquisa: licenciamento de cultivares, pesquisas em parceria e venda de publicações. O objetivo da pesquisa é propor um modelo dinâmico conceitual que explique a atuação da Embrapa junto ao mercado brasileiro de sementes no período de 2008 a 2015, incluindo os processos e variáveis de desempenho operacional mais significantes para suas atividades. A proposição do modelo foi realizada com base em Dinâmica de Sistemas. Este modelo proporciona uma compreensão sobre a influência das políticas associadas aos processos da Embrapa, possibilitando simular diferentes cenários e analisar possíveis efeitos da implantação de políticas no desempenho da empresa, assim como contribuir para futuros trabalhos acadêmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Embrapa. Agronegócio. Inovação. Tecnologia. Dinâmica de Sistemas.

ABSTRACT

The Brazilian farming sector has undergone intense development over the last four decades. Some crops such as soybeans and corn experienced a significant increase in production and improvement in productivity since 1970. Brazil has a large agricultural area and favorable climatic conditions. However, the institutional, technical scientific and productive arrangements allowed a ample evolution of Brazilian agribusiness, reaching levels of high competitiveness and sustainability. The technological and managerial innovations developed for the sector - such as genetics of cultivars (seeds and seedlings) adapted to the diverse soil and climate conditions, supplies (fertilizers and fertilizers, crop protectors - herbicides, insecticides, fungicides), new equipment and capture, analysis and interpretation environmental technologies, economic and technological data, promoting decision making were responsible for this advance.. It is worth highlighting the creation, in 1973, of Embrapa (Brazilian Agricultural Research Corporation) — a corporation which is a reference in the research and development (R&D) of new technologies for the agricultural sector and whose activity has been decisive for Brazilian agribusiness. Therefore, the problem to be addressed in this study follows the proposition is: How is it possible to represent the behavior of the Embrapa processes that impact on the seed market in the most recent strategic planning period of the company - 2008 to 2015? The licensing of cultivars, partnerships and sale of publications were selected as key processes. The purpose of this research is to propose a dynamic conceptual model that explains the performance of Embrapa in the Brazilian seed market from 2008 to 2015, including the most significant processes and operating performance variables for its activities. We proposed a model based on the System Dynamics methodology. This model provides an understanding of the influence of the policies associated with Embrapa's processes, making it possible to simulate different scenarios and to analyse the possible effects that the implementation of policies has on the company's performance, and contribute to other studies .

KEYWORDS: Embrapa. Agribusiness. Innovation. Technology. System Dynamics.

LISTA DE FIGURAS

3.1	Pesquisadores	33
3.2	Orçamento Embrapa	34
3.3	Artigos Publicados em Periódicos Indexados	35
3.4	Unidades de Pesquisa e Serviço	36
4.1	Comportamentos do sistema (mais comuns)	54
4.2	<i>Loop</i> de Reforço	55
4.3	<i>Loop</i> de Equilíbrio	56
4.4	Estoque e Fluxo	57
5.1	Diagrama Causal Processos Embrapa	58
5.2	Diagrama Causal Licenciamento de Cultivares.	60
5.3	Diagrama Causal Parcerias	65
5.4	Diagrama Causal Venda de Publicações	67
5.5	Diagrama Estoque e Fluxo Processos Embrapa	67
5.6	Diagrama Estoque e Fluxo Licenciamento de Cultivares.	68
5.7	Diagrama Estoque e Fluxo Parcerias.....	72
5.8	Diagrama Estoque e Fluxo Venda de Publicações.....	73

LISTA DE QUADROS

2.1	Principais características dos sistemas	21
3.1	Comparativo de área, produção e produtividade..	38
3.2	Plano Diretor da Embrapa	43
5.1	Visão Geral dos Loops.....	75
5.2	Variáveis.	76

LISTA DE SIGLAS

CIMATEC	Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTNBio	Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
CONAB.....	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA.....	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MCTI.....	Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação
PBDCT	Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PDE.....	Plano Diretor da EMBRAPA
PD&I.....	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PPGMCTI.....	Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
OECD.....	Organization for Economic Cooperation and Development
SENAI.....	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TT	Transferência de tecnologia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTO GERAL.....	1
1.2	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3	OBJETIVOS	3
1.4	IMPORTÂNCIA DA PESQUISA	3
1.5	MOTIVAÇÃO	4
1.6	LIMITES E LIMITAÇÕES	4
1.7	ASPECTOS METODOLÓGICOS	5
1.8	ORGANIZAÇÃO DA TESE DE DOUTORADO	8
2	SISTEMAS DE INOVAÇÃO E POLÍTICAS DE C&T	9
2.1	MODELOS DE INOVAÇÃO	9
2.1.1	A abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação	13
2.2	INOVAÇÃO EM AGRICULTURA.....	17
2.3	POLÍTICAS DE C&T.....	22
3	EMBRAPA	29
3.1	A CRIAÇÃO DA EMBRAPA.....	29
3.2	PERFIL DA EMBRAPA	32
3.3	EMBRAPA E INOVAÇÃO EM AGRICULTURA	39
3.4	EMBRAPA, CULTIVARES E SEMENTES	44
4	DINÂMICA DE SISTEMAS	49
4.1	INTRODUÇÃO A DINÂMICA DE SISTEMAS	49
4.2	MODELAGEM DE DINÂMICA DE SISTEMAS	51
4.2.1	Comportamento do Sistema	53
4.2.2	Diagrama Causal	54
4.2.2.1	Realimentação (<i>feedback</i>)	54
4.2.3	Diagrama de Estoque e Fluxo	56

5	MODELAGEM COMPUTACIONAL	58
5.1	DIAGRAMAS CAUSAIS	57
5.1.1	Diagrama Causal Licenciamento de Cultivares	59
5.1.2	Diagrama Causal Parcerias	63
5.1.3	Diagrama Causal Venda de Publicações	65
5.2	DIAGRAMAS DE ESTOQUE E FLUXO	67
5.2.1	Diagrama Estoque e Fluxo Licenciamento de Cultivares	68
5.2.2	Diagrama Estoque e Fluxo Parcerias	71
5.2.3	Diagrama Estoque e Fluxo Venda de Publicações	74
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E ESTUDOS FUTUROS	77
	REFERÊNCIAS	80

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa destina-se ao estudo da Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, sua atuação junto ao mercado brasileiro de sementes e sua influência na evolução do agronegócio brasileiro. Com a proposição de um modelo dinâmico conceitual, estruturado com base em Dinâmica de Sistemas, esta pesquisa possibilitará simular diferentes cenários e analisar seus efeitos no desempenho da empresa, assim como contribuir para futuros trabalhos acadêmicos.

1.1 CONTEXTO GERAL

A agropecuária brasileira passou por um intenso desenvolvimento desde os anos 1970. Algumas culturas como soja, milho e algodão e a produção de bovinos e aves obtiveram um crescimento significativo em sua produção e melhoria da produtividade. A produção de soja passou de 12 milhões de toneladas (safra 1976/77) para 32 milhões de toneladas (safra 2014/15), com variação de 692 %, produtividade de 1.748 kg/ha em 1976/77 para 2.998 kg/ha em 2014/15, com variação de 72%. Para milho, os resultados são igualmente crescentes, com produção variando de 19 milhões de toneladas (safra 1976/77) para 84 milhões de toneladas (safra 2014/15), com variação de 340% e aumento de produtividade de 1.632 kg/ha para 5.396 kg/ha, com variação de 231%, para a safra 2014/15 (BRASIL¹, 2016). As exportações de produtos agrícolas brasileiros passaram de U\$ 17 bilhões em 2002 para U\$ 74 bilhões em 2015 (BRASIL², 2016).

O Brasil, sendo um país de dimensões continentais, com vasta área agricultável e terras férteis, favorece este quadro, porém isto não seria possível sem o desenvolvimento de pesquisas e novas tecnologias no segmento agropecuário. A melhoria genética de cultivares e de animais, proporcionando a adaptação ao clima e solo das diferentes regiões do território nacional e o desenvolvimento de outras tecnologias envolvendo a cadeia agropecuária, como os defensivos agrícolas, fertilizantes e equipamentos, dentre outros, têm influenciado de modo significativo o posicionamento do Brasil no mercado mundial.

A Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, empresa ligada ao MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) tem sido de fundamental importância para

o desenvolvimento do agronegócio brasileiro. Fundada em 1973, sua atuação é baseada em geração de conhecimento científico e de tecnologias direcionados para cada região do país, disseminação e transferência de tecnologia ao setor produtivo e atuação em parceria com outras instituições de pesquisa. Considera-se que este modelo foi fundamental para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro nos últimos 40 anos.

O aumento da produtividade e redução de custos de produção levaram ao avanço da agricultura nacional e estão relacionados, dentre outros fatores, à melhoria genética das plantas (YOKOYAMA, 2014). Estas melhorias foram possíveis pelo crescente investimento em pesquisas, especialmente da Embrapa, com a criação de “variedades e espécies com plasticidade suficiente para se adaptar às diferentes condições ambientais” (GASQUES et al., 2010). As pesquisas são realizadas individualmente ou em parceria com empresas privadas ou públicas ou com instituições de pesquisa. No que tange à produção e comercialização de sementes, são estabelecidos contratos de licenciamento entre a Embrapa e as empresas produtoras de sementes (VILLAS-BOAS, 2008).

Dentre as parcerias estabelecidas e que resultaram em grande avanço para a agricultura brasileira, pode-se citar as estabelecidas com empresas privadas para o desenvolvimento de cultivares de soja e milho híbrido, importantes culturas em nível mundial. No caso da soja, com a cooperação técnica estabelecida com a Monsanto, a Embrapa obteve suporte legal para desenvolver pesquisas para avaliação do gene e da construção gênica de soja resistente ao herbicida à base de glifosato e posteriormente sua comercialização. Com relação ao milho, em 2011, a Embrapa iniciou um novo modelo de parcerias, com programa de licenciamento de linhagens para empresas que possuem programas próprios de melhoramento genético, buscando com isto o desenvolvimento de híbridos que incluam a linhagem da Embrapa e contribuindo para a ampliação da base genética nacional no mercado (ROCHA, 2014).

Com vistas a divulgação de suas tecnologias, a Embrapa disponibiliza sua produção técnica ou científica com acesso livre (repositório Infoteca-e e Alice e Sabiaa), assim como por meio de venda de publicações (BRASIL, 2017), sendo estes importantes meios para transferência da tecnologia (FEITOSA, 2008, MENDES, 2015; VILLAS BOAS, 2008).

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O setor agropecuário brasileiro passou por um intenso desenvolvimento nas últimas quatro décadas, com o crescimento significativo na produção e produtividade de culturas como soja e milho. Grande parte deste desenvolvimento deve-se à atuação da Embrapa. Portanto, diante do comprovado impacto das ações da Embrapa no setor agrícola nacional, argumentado no capítulo 3, configura-se a seguinte questão de pesquisa: Como é possível representar o comportamento dos processos da Embrapa que impactam na sua atuação junto ao mercado agrícola de sementes, no período mais recente de planejamento estratégico da empresa – 2008 a 2015?

Deste modo, a tese a ser defendida é que o modelo dinâmico que representa a atuação da Embrapa junto ao mercado de sementes pode ser composto pelos processos-chave e essenciais de licenciamento de cultivares, pesquisa em parceria e venda de publicações. .

O modelo apresentado proporciona uma compreensão sobre a influência das políticas associadas aos processos da Embrapa. O modelo possibilita simular diferentes cenários e analisar com antecedência, os efeitos da implantação de determinadas políticas e estratégias na performance da empresa.

Durante a elaboração e construção do modelo, houve alinhamento entre as informações que foram obtidas durante as entrevistas com a direção da empresa e as que foram obtidas na revisão da literatura.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa é propor um modelo dinâmico conceitual que explique a atuação da Embrapa junto ao mercado brasileiro de sementes no período de 2008 a 2015, incluindo os processos e variáveis de desempenho operacional mais significantes para suas atividades.

Os objetivos específicos são:

- Identificar as variáveis dos processos;
- Definir as relações causais e ciclos de realimentação (*feedback loops*), tendo como base dados primários ou entrevistas realizadas com a diretoria da empresa e;

- Definir equações que regem as relações entre as variáveis do modelo, por meio de consulta à literatura.

1.4 IMPORTÂNCIA DA PESQUISA

Houve grande avanço no agronegócio brasileiro nas últimas décadas, com o aumento das exportações, da produção e melhoria da produtividade dos produtos agrícolas. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2013), as exportações agrícolas brasileiras passaram de US\$ 17,4 bilhões em 2002 para US\$ 83,4 bilhões em 2012 (+378,6%), decorrente tanto do aumento do volume de exportação quanto da elevação do preço médio dos produtos.

A melhoria genética de cultivares, proporcionando aumento de produtividade e a adaptação ao clima e solo das diferentes regiões do território nacional e o desenvolvimento de outras tecnologias como os defensivos agrícolas, fertilizantes e equipamentos, têm influenciado de modo significativo o posicionamento do Brasil no mercado agrícola mundial.

Neste contexto, a Embrapa vem desempenhando um papel fundamental, com o desenvolvimento de pesquisas e inovação, e transferência de tecnologias para o setor agropecuário. Portanto, decidiu-se por analisar os processos chave de licenciamento de cultivares, parcerias e venda de publicações. Deste modo, poder-se-á compreender o modelo de atuação da Embrapa, construir um modelo dinâmico conceitual no software Vensim DSS e definir procedimentos para análise futura do impacto de diferentes cenários no desempenho operacional da empresa.

Esta pesquisa apresenta um modelo dinâmico e a complexidade inerente aos processos de desenvolvimento e transferência de tecnologia, sendo um passo a frente nas pesquisas empíricas realizadas nesta área. Muitos estudos abordaram os aspectos qualitativos destes processos (BASSI et al., 2014; CASTRO et al., 2013; CYSNE, 2005; FUCK, BONACELLI, 2007; GARNICA; TORKOMIAN, 2009; MENDES, 2015; PRYSTHON; SCHMIDT, 2002; TIMM, 2015; VILLAS BOAS, 2008; ZAMBERLAN, 2009.), no entanto esta pesquisa visa a compreensão das dinâmicas associadas às estratégias relacionadas aos processos de desenvolvimento de inovações e transferência de tecnologia, assim como seus aspectos quantitativos, mesmo que a análise quantitativa tenha sido apenas planejada de forma prescritiva, devido ao escopo da pesquisa.

1.5 MOTIVAÇÃO

A motivação para esta pesquisa tem como referência a importância da Embrapa como empresa desenvolvedora de tecnologias e inovações para o setor agropecuário. Aliado a isto, identificou-se algumas pesquisas acadêmicas relacionadas a atuação da Embrapa (BASSI; SILVA; FIGUEIREDO, 2015; ESCRIVÃO, 2015, MENDES, 2015; TIMM, 2015, VIEIRA et al., 2015; ROCHA, 2014; ALVARENGA NETO; VIEIRA, 2011; DOSSA; SEGATTO, 2010; VILLAS BOAS, 2008), porém não foi encontrada nenhuma pesquisa que analisasse sua atuação baseado em um modelo dinâmico, fato incentivador para o desenvolvimento desta pesquisa.

1.6 LIMITES E LIMITAÇÕES

O modelo tem como principal simplificação a utilização de dados de apenas duas culturas – soja e milho. Esta decisão foi tomada devido à importância destas culturas para o agronegócio nacional – para a safra 2014/2015, estas duas culturas somam 82% em área plantada em relação às 15 principais graminíferas cultivadas no país (BRASIL¹, 2016). Além disto, há de se considerar os resultados alcançados para as culturas de soja e milho – no período 2008 a 2015 foram investidos mais de R\$ 700 milhões em pesquisas, o valor de licenciamento ultrapassou R\$ 81 milhões, foram registradas 172 cultivares, publicados 1412 artigos e atendidas 1182 empresas sementeiras, conforme informações fornecidas pela Embrapa Produtos e Mercado.

Questões como a influência de empresas concorrentes na atuação da Embrapa, políticas de apoio e financiamentos para o desenvolvimento de pesquisas (outras fontes para P&D), fatores externos ou ambientais como regulação e normas e impacto da economia nas operações da Embrapa não foram abordados neste modelo, apresentando-se como limitações ao estudo.

1.7 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A primeira etapa do desenvolvimento da pesquisa refere-se à ampla revisão de literatura nos assuntos Embrapa, Dinâmica de Sistemas, Agronegócio, Sistemas de Inovação e Política de CT&I em base de dados Periódicos Capes, Google Acadêmico e Business Source Complete, com a leitura de artigos em periódicos, livros, relatórios e documentos internos da Embrapa, assim como a solicitação de dados específicos para a direção da empresa. Para o assunto Embrapa, o período da pesquisa abrangido foi dos anos 1970 até o período atual. Para o assunto agronegócio, foram coletados informações como indicadores de produção, produtividade, área plantada de

algumas culturas e dados de exportação.

Dentre as informações sobre a Embrapa, ressalta-se as obtidas em entrevistas e videoconferências realizadas com a Embrapa, com o apoio do Prof. Frederico Durães Gerente-Geral da Embrapa Produtos e Mercado. Foram solicitados dados referentes às variáveis do modelo proposto como Investimento em P&D, cultivares, licenciamento, artigos publicados, pool de produtores de sementes e taxa de venda de publicações, especificamente para as culturas de soja e milho, para o período de 2008 a 2015 - período mais recente da empresa e suficiente para representar sua atuação e desempenho.

A segunda etapa da pesquisa refere-se à seleção dos processos que representariam a atuação da Embrapa junto ao mercado de sementes. Portanto, com base nas informações obtidas, selecionou-se os processos que compõem o modelo dinâmico conceitual - licenciamento de cultivares, pesquisa em parceria e venda de publicações. Estes processos chave foram selecionados por estarem relacionados ao desenvolvimento e transferência de tecnologia, fundamentais para a evolução do segmento agrícola e em alinhamento à Missão da Embrapa e diretrizes estabelecidas no VI PDE – Plano de Desenvolvimento Estratégico da Embrapa.

Outrossim, o processo de licenciamento de cultivares foi selecionado, uma vez que o melhoramento genético e desenvolvimento de cultivares se posicionam como os principais instrumentos da Embrapa para apoiar a expansão e diversificação da agricultura e evolução da agricultura nacional (LOPES et al, 2012; VILLAS-BOAS, 2008). Em relação a parcerias, este tem sido um processo crucial para a inovação em cultivares, visto que “a Embrapa vem desempenhando o papel central de articular parceiros envolvidos na geração de novos cultivares” (CARVALHO; SALLES FILHO; BUAINAIN, 2005; FILOMENO, 2013). Com relação a venda de publicações, sua seleção está relacionada a importância destes processos para as atividades de transferência de tecnologia da Embrapa, fundamentais para a evolução do segmento agrícola (BASSI et al, 2014; BASSI; SILVA; FIGUEIREDO, 2015; FEITOSA, 2008; MENDES, 2015). Os dois últimos processos também estão em alinhamento a algumas das diretrizes estabelecidas no VI Plano Diretor da Embrapa (PDE), em vigência neste período.

A terceira etapa da pesquisa refere-se à proposição e construção do modelo conceitual baseado na metodologia de Dinâmica de Sistemas.

Os modelos de Dinâmica de Sistemas não são provenientes de série de dados estatísticos. São estabelecidos com base na estrutura do sistema, nas políticas que direcionam as decisões e na

interação entre os componentes ao longo do tempo, refletindo o comportamento do sistema. A Dinâmica de Sistemas é utilizada para modelar e simular sistemas complexos. Para desenvolver o modelo de simulação de um sistema, elabora-se o Diagrama Causal e o Diagrama de Estoque e Fluxos, de modo a demonstrar os estoques, fluxos, efeitos de feedbacks e não linearidades. (FORRESTER, 1971; STERMAN, 2001; STERMAN, 2002).

Para a construção do modelo, partiu-se de duas premissas - a de que a inovação possui caráter sistêmico e interativo; e que o lançamento de novas cultivares foi a maior causa do impacto da atuação da Embrapa no mercado agrícola brasileiro nas últimas décadas.

O caráter sistêmico e interativo da inovação é resultante das relações entre várias instituições e empresas públicas ou privadas, que lidam com ciência e tecnologia, ensino e difusão de tecnologias, ou seja, a inovação decorre das múltiplas e complexas relações existentes entre Governo, Infraestrutura Científico-Tecnológica e Estrutura Produtiva. Esta premissa segue em acordo com a revisão de literatura - referencial teórico de Sistemas Nacionais de Inovação, tendo como principais referências os autores Freeman, Lundvall, Pavitt e em acordo com o estudo realizado pelo Banco Mundial relacionado aos sistemas de inovação em agricultura. Porém nem todos os *players* mencionados estão representados explicitamente no modelo, devido à análise de dados empíricos primários obtidos na pesquisa.

A estrutura do modelo é baseado em dados empíricos, informações coletadas em entrevistas realizadas com a Direção da Embrapa e em consulta documental. Esta estrutura e as equações que regem as relações entre as variáveis foram confirmadas em literatura relacionada e validada com a empresa.

O Diagrama Causal, que compõe o modelo conceitual desta pesquisa, apresenta as interdependências entre as variáveis e processo de *feedback* do sistema de PD&I da Embrapa junto ao mercado de sementes, envolvendo os processos de licenciamento de cultivares, desenvolvimento de parcerias e venda de publicações.

O Diagrama Estoque e Fluxo apresenta as equações que regem as relações entre as variáveis. Estas equações foram determinadas por consulta à literatura ou estimadas com base em dados ou baseadas nas entrevistas realizadas com a diretoria da empresa. Alguns coeficientes e variáveis incertas serão estimadas por calibração automática realizada pelo Vensim, com o ajuste do comportamento do modelo a uma curva real.

Os diagramas foram construídos e validados preliminarmente com base na pesquisa

realizada por Hallam, Wurth e Mancha (2014) que estudaram o processo de transferência de tecnologia universidade-empresa sob a perspectiva de dinâmica de sistemas. Esta pesquisa fornece um modelo dinâmico e apresenta a complexidade inerente a este processo de transferência de tecnologia. A modelagem será explicitada no capítulo 5.

Considera-se esta pesquisa como um estudo de caso, com abordagem quantitativa, uma vez que traduz em números as informações para análise. (SILVA; MENEZES, 2005).

1.8 ORGANIZAÇÃO DA TESE

Este documento contempla seis capítulos e está estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1 – INTRODUÇÃO: Apresenta o contexto geral da pesquisa, seus objetivos, importância, motivação, limites e limitações, aspectos metodológicos e a estrutura da tese;
- Capítulo 2 – SISTEMAS DE INOVAÇÃO E POLÍTICAS DE C&T: Aborda aspectos relativos a modelos de inovação e políticas de C&T pertinentes para a compreensão da atuação da Embrapa;
- Capítulo 3 – EMBRAPA: Apresenta um breve histórico da empresa, desde sua criação em 1973 até o período atual e aspectos relacionados à sua atuação em PD&I agrícola;
- Capítulo 4 – DINÂMICA DE SISTEMAS: Aborda questões relacionadas à modelagem de dinâmica de sistemas;
- Capítulo 5 – MODELAGEM COMPUTACIONAL: Apresenta e descreve a modelagem computacional realizada para representar a atuação da Embrapa junto ao mercado de sementes, contemplando os três principais processos – licenciamento de cultivares, parcerias e venda de publicações;
- Capítulo 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E ESTUDOS FUTUROS: Apresenta as conclusões e próximos passos em continuidade a esta pesquisa.

SISTEMAS DE INOVAÇÃO E POLÍTICAS DE C&T

Esta pesquisa parte da premissa de que a inovação possui caráter sistêmico e norteou o desenvolvimento do modelo computacional proposto neste trabalho. Para uma melhor compreensão da atuação da Embrapa no mercado de sementes, é pertinente apresentar alguns dos aspectos relacionados aos modelos de inovação existentes e as políticas de C&T implantadas no país desde os anos 1970 e que possuem relação com o setor agrícola. Estes estão abordados neste capítulo.

2.1 MODELOS DE INOVAÇÃO

O Manual de Oslo define inovação de modo abrangente, como sendo a implementação de um novo ou significativamente melhorado produto (bem ou serviço), processo, método de marketing ou novo método organizacional em práticas de negócios, na organização ou relações externas. O mínimo requerido é que sejam novos ou significativamente melhorados para a empresa, ou seja, considera-se aquele produto, processo ou método desenvolvido pioneiramente pela empresa e os que foram adaptados de outras empresas ou organizações (OECD, 2005).

Para Edquist (2001) inovações são criações com significação econômica, desenvolvidas por empresas ou indivíduos, podendo ser novas ou mais frequentemente, novas combinações de elementos existentes. Referem-se ao “o que” a empresa produz e “como” produz. A inovação pode ser de produto (o que produz) – bens e serviços - ou processo (como é produzido) – tecnológico ou organizacional.

Johnson, Edquist e Lundvall (2003) relatam que na visão de Freeman (1987) e Freeman e Lundvall (1988), o conceito de inovação envolve também a difusão, absorção e o uso da inovação. Ela é vista como o reflexo da aprendizagem interativa que ocorre com a conexão com as atividades de aquisição, produção e vendas, além da ciência, pesquisa e desenvolvimento. O destaque para o processo de difusão e uso da inovação dá-se pela importância do treinamento e mudança organizacional para a transformação da inovação tecnológica em resultados econômicos. A inovação ocorre com a interação entre firmas e com a interação das firmas com a

infraestrutura tecnológica que contempla universidades e institutos de tecnologia. As atividades inovativas das firmas dependem de sua organização, dos sistemas nacionais de educação, mercado de trabalho, mercado financeiro, direitos de propriedade intelectual e mercado competidor. Além disto, firmas pertencentes a diferentes setores diferem no modo como inovam e como interagem com a infraestrutura de conhecimento (LUNDVALL, 2007).

A utilização de modelos para análise do processo de ciência e tecnologia surge no período pós Segunda Guerra Mundial, com o modelo Linear de Inovação. Este modelo foi adotado a partir do Relatório de Vannevar Bush – *Science, the Endless Frontier*, que dominou o pensamento sobre inovação nos anos 1950 até os anos 1980. Nesta abordagem, a inovação se inicia com a pesquisa científica básica, seguido por atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento, resultando na introdução de novos produtos e processos no mercado (FREEMAN, 1996). A ciência leva à tecnologia e a tecnologia satisfaz as necessidades do mercado, porém não há *feedback* entre o processo inicial de pesquisa e os estágios posteriores ao processo de inovação (desenvolvimento de produtos, produção e marketing, por exemplo) (EDQUIST; HOMMEN, 1999).

A profissionalização da P&D industrial, com a introdução de grandes laboratórios internos às indústrias de transformação, proporcionou grandes mudanças no comportamento produtivo, impulsionando a adoção deste modelo (FREEMAN, 1995; FREEMAN, SOETE, 2008). Outrossim, outras influências foram exercidas no período da adoção deste modelo, geradas pelo desenvolvimento e uso de armas nucleares na Segunda Guerra Mundial e a percepção da possibilidade de utilização da energia nuclear como fonte de energia, além dos esforços dos Estados Unidos para obter recursos mais estáveis para a pesquisa científica no pós-Guerra. (FREEMAN, 1996).

Mais tarde, outras teorias surgiram, como a da inovação impulsionada pela demanda (*demand-pull*) e a impulsionada pela ciência (*science push*). Existem muitos casos que podem exemplificar estas teorias, como os casos do espectrofotômetro de absorção atômica, raio laser e energia nuclear que não possuíam nenhuma demanda específica por parte dos clientes que justificasse seu desenvolvimento ou, por outro lado, os exemplos da borracha sintética, do processo de craqueamento ou do descaroçador de algodão de Whitney, em que havia reconhecida necessidade das inovações (FREEMAN, SOETE, 2008).

O desenvolvimento de pesquisa por si só não assegura o desenvolvimento de inovações. Nos anos 1970 e 1980, as inovações incrementais na indústria principalmente no Japão, Estados Unidos e Europa se originaram da interação com o mercado e com as empresas relacionadas à cadeia produtiva (fornecedores, empresas de serviços e empreiteiras). (FREEMAN, 1995). Ao comparar a Alemanha e Reino Unido, no período pós Segunda Guerra Mundial, as inovações tecnológicas não necessariamente acompanharam a produção científica. Ocupando posição de destaque em produção de pesquisa científica (medido em termos de produção de artigos, citações e Prêmio Nobel), o Reino Unido não desenvolveu a mesma performance em desenvolvimento tecnológico como ocorreu na Alemanha e o Japão, com menores índices de produção científica. (PAVITT, 1998).

Tanto o mercado quanto as fronteiras da ciência e tecnologia encontram-se em constante mudança, criando novas possibilidades e combinações que independem de pressões de mercado. Esta constante mudança e novas possibilidades fazem com que os inovadores sejam envolvidos em processo complexo de pesquisa com alto grau de incerteza, existindo um longo caminho até que a ideia se torne uma inovação bem-sucedida. Desta maneira, demonstrou-se que nem o mercado nem a ciência seriam os únicos que influenciariam a inovação (FREEMAN, 1979).

Nos anos 1980, Kline e Rosenberg, apresentam o “chain-linked model”. Enquanto no Modelo Linear, a pesquisa científica é a origem para a inovação, no modelo proposto por Kline, a utilização do conhecimento acumulado é essencial para a inovação, porém não é o primeiro passo, sendo empregado em todas as etapas da cadeia do processo. As interações ocorrem no ambiente interno da organização. Somente quando todas as fontes conhecidas de conhecimento se esgotam é que se busca o apoio da pesquisa, visando a resolução do problema. Este modelo conta ainda com aspectos de interação com as empresas, mercado e o sistema de ciência e tecnologia e diversos efeitos de feedback que ocorrem ao longo do processo de desenvolvimento da inovação. (KLINE; ROSENBERG, 1986).

Este modelo também representou uma etapa importante para a definição da abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação, uma vez que ele apresenta uma forma alternativa ao modelo linear onde as novas tecnologias assumem o papel de responsável pela materialização de novos produtos para o mercado (LUNDVALL et al, 2002; LUNDVALL, 2007).

Nos anos 1970, a realização de dois programas de pesquisa sobre a dinâmica de inovação em uma perspectiva mais ampla, Projeto SAPHO - *Scientific Activity Predictor from Patterns*

with Heuristic Origins - conduzido pelo SPRU (*Science Policy Research Unit*) da Universidade de Sussex, Inglaterra e a pesquisa conduzida pela Universidade de Yale nos Estados Unidos, denominada YIS - *Yale Innovation Survey*, contribuíram significativamente para o desenvolvimento de uma nova visão sobre o processo inovativo. Além da importância das atividades internas das organizações inovadoras (pesquisa e desenvolvimento, produção, marketing e vendas) e do ambiente nacional, as relações estabelecidas com fontes externas foram de extrema importância para o sucesso das inovações (CASSIOLATO, LASTRES, 2005). Ao comparar os sucessos e fracassos, o Projeto SAPPHO mostrou que as inovações industriais mais bem-sucedidas se deparavam com a grande dificuldade de aprendizado sobre a necessidade de potenciais usuários e com isto, estudavam o mercado em toda sua complexidade. Outrossim, os avanços da pesquisa científica revelavam novas possibilidades técnicas independente de qualquer pressão exercida pelo mercado (FREEMAN, 1979). Este projeto proporcionou importante suporte para a ideia que o sucesso da inovação seria resultante do relacionamento e interação próxima das empresas com agentes externos a ela (FREEMAN, SOETE, 2008).

O novo conceito de “sistemas de inovação” surge como uma alternativa às análises do crescimento e desenvolvimento econômico e como uma crítica a não inserção da dinâmica dos processos relacionados a inovação e aprendizado nesta análise (LUNDVALL, 2007). Esta abordagem inclui os aspectos de não linearidade e interdependência (EDQUIST; HOMMEN, 1999). Nesta abordagem, a inovação possui caráter sistêmico e interativo, não dependendo unicamente do desempenho das empresas. Ela é o resultado das interações entre várias instituições públicas ou privadas, e que lidam com ciência e tecnologia, ensino, inovação e difusão de tecnologias (FREEMAN, SOETE, 2008).

Sábato e Botana (1975) propuseram um modelo em que o processo de desenvolvimento é gerado pelas múltiplas e complexas relações existentes entre Governo, Infraestrutura Científico-Tecnológica e Estrutura Produtiva, representadas na figura de um triângulo, conhecido como Triângulo de Sábato. No modelo, estes elementos localizam-se em cada um dos vértices da figura, sendo que o superior é ocupado pelo Governo e os inferiores ocupados pelos demais. É importante ressaltar que eles representam categorias funcionais, ou seja, quando nos referimos ao laboratório de pesquisa e desenvolvimento pertencente a uma agroindústria, este se localiza no vértice Infraestrutura de Ciência e Tecnologia e não à Estrutura Produtiva, ainda que fisicamente esteja instalado na área de uma dada planta agroindustrial.

O Governo atua com o papel preponderante de formulação de políticas e mobilização de recursos para a pesquisa e desenvolvimento. A Infraestrutura Científico-Tecnológica refere-se às instituições, divisão ou departamentos onde se desenvolve pesquisa (laboratórios, institutos e centros de pesquisa) e seus recursos humanos, econômicos e financeiros financiadores que regulam estas atividades. A Estrutura Produtiva está relacionada aos setores que produzem bens e serviços demandados pela sociedade e que possuam capacidade empresarial, seja pública ou privada, para implantar a inovação. A interação efetiva entre elementos destas três esferas, Governo, Infraestrutura Científico-Tecnológica e Estrutura Produtiva, associada a uma visão estratégica de longo prazo, constituem uma estrutura sistêmica capaz de induzir o desenvolvimento econômico e social com base no fortalecimento de uma infraestrutura científica e tecnológica. (SABATO; BOTANA, 1975)

Mais tarde, ocorre a evolução para o modelo da “Triple Helix” que também estabelece relações entre Governo, Indústria e Universidade. Apresenta-se em um contexto dinâmico, com áreas de intersecção entre as três esferas e com o surgimento de organizações híbridas a partir desta interface (*spin-off*) (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000). De acordo com o modelo proposto, o Governo, Indústria e Universidade assumiriam papéis diferentes um das outras, como por exemplo, a Universidade assumiria um papel empreendedor com negociação de conhecimento e criação de empresas como as incubadoras e a Indústria assumiria uma característica acadêmica, com o compartilhamento de conhecimento (ETZKOWITZ, 2003).

2.1.1 A abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação

A ideia da abordagem em Sistemas Nacionais de Inovação remonta do conceito de Sistema Nacional de Economia Política de Friedrich List em 1841. (FREEMAN, 1995; LUNDVALL et al, 2002).

Nesta época, List afirmou a necessidade de estabelecer uma relação entre instituições formais de ciência e educação, visando o progresso e a inovação. Para ele, nenhuma nova descoberta e invenção poderia ocorrer nas ciências como física, mecânica, matemática, química, sem que centenas de indústrias ou processos se beneficiassem com melhorias ou alterações. List também reconheceu a relação entre importação de tecnologias estrangeiras e desenvolvimento de tecnologia doméstica, ao relatar a importância das nações menos desenvolvidas em adquirir tecnologia de nações mais avançadas e melhorá-las internamente (FREEMAN,1995;

FREEMAN, SOETE 2008). Também enfatizou o papel do Estado como condutor de políticas de longo prazo para o desenvolvimento da indústria e da economia. Apesar de List ter antecipado diversos aspectos dos sistemas nacionais de inovação, ele não previu a expansão das atividades de P&D profissional interna às empresas e o surgimento das multinacionais com seus centros produtivos e de P&D fora de suas bases originais, e que são fatores importantes para o conceito de sistemas nacionais de inovação (FREEMAN, SOETE, 2008).

Colaborações provenientes dos resultados empíricos do Projeto SAPHO (*Scientific Activity Predictor from Patterns with Heuristic Origins*) nos anos 1970, desenvolvido pela Science Policy Research Unit – SPRU da Universidade de Sussex, lançando a ideia de que o sucesso em inovação possui influência com relacionamentos de longo prazo e forte interação com agentes externos à firma (LUNDVALL et al, 2002), a pesquisa conduzida pela Universidade de Yale nos Estados Unidos, denominada YIS - *Yale Innovation Survey* (CASSIOLATO, LASTRES, 2005) e os estudos realizados pelo IKE Group in Aalborg no início dos anos 1980 foram muito importantes para o delineamento das primeiras versões do conceito de Sistemas Nacionais de Inovação (LUNDVALL, 2007).

O aspecto sistêmico e interativo da inovação - resultante das relações entre várias instituições públicas ou privadas, que lidam com ciência e tecnologia, ensino, inovação e difusão de tecnologias -, assumiu maior importância principalmente nos anos 1970 e 1980, quando as novas tecnologias, mais intensivas na aplicação de resultados da pesquisa científica em novas áreas do conhecimento – biotecnologia, tecnologia da informação e tecnologia de novos materiais – se difundiram na economia mundial. Evidências do sucesso no desenvolvimento econômico e tecnológico de países como Japão e Coreia do Sul, equiparando-se com os países mais desenvolvidos, chamaram a atenção de pesquisadores e formuladores de políticas nos anos 1980. Os produtos japoneses que nas décadas de 1950 e 1960 eram com frequência, vistas como cópia e imitação, produzidos com importação de tecnologia estrangeira, na década de 1980, possuíam alta qualidade. Este fato foi resultante do alto investimento em P&D pelo Japão, além da forte integração da P&D dos sistema produtivo e acadêmico e importação de tecnologia no âmbito das firmas (FREEMAN, 1995; FREEMAN, SOETE, 2008).

Este novo conceito tornou-se mais difundido com a publicação dos livros “*Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*” em 1987 por Freeman, “*Small Countries Facing the Technological Revolution*” em 1988 por Freeman e Lundvall e

“*Technology and Economic Theory*” publicado por Dosi et. al., no mesmo ano. (LUNDVALL, 2007).

Sistemas nacionais de inovação são conhecidos na literatura como as interações, ocorridas entre “várias instituições que lidam com ciência e tecnologia, bem como com o ensino, as inovações e a difusão da tecnologia”. Estas interações, de caráter nacional, estariam no âmbito das instituições públicas ou privadas (FREEMAN, SOETE, 2008). Edquist (2001) define sistema de inovação como sendo todos os importantes fatores econômico, social, organizacional, político e outros que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso de inovações.

Lundvall (2007) explica que o termo “nacional” foi empregado, visto que a intenção é a de abordar as estratégias da política econômica e padrões econômicos, em nível nacional. Isto torna-se mais importante ao analisar as questões econômicas relacionadas à globalização e para entendimento do papel dos sistemas nacionais neste contexto. Ainda segundo o autor, comparar os sistemas setoriais, regionais e tecnológicos nas nações é uma maneira para entender a dinâmica em nível nacional.

O termo “sistema” leva a questões como o todo ser mais do que a soma das partes, as relações e interações entre os elementos serem tão importantes para os processos e resultados como seus elementos e também a crença de que cada sistema nacional desenvolve sua própria dinâmica. Outrossim, sistemas são complexos e se caracterizam pela coevolução e auto-organização.

Edquist (2016) elenca algumas características de sistemas de inovação:

- Inovação e aprendizado estão no foco central - inovação tecnológica trata-se de produzir nova tecnologia ou combinar as já existentes, transformando em processos ou produtos significativos. O aprendizado está relacionado a grande parte da inovação. Está incorporado em diversas atividades econômicas, envolvendo diferentes atores em um processo interativo, resultando na inovação;
- Possuem perspectiva holística e interdisciplinar – é holístico no sentido de que todos os determinantes da inovação são importantes, contrastando com as tentativas anteriores para entender o conceito de inovação. A abordagem de sistemas de inovação vai além do sistema de P&D, uma vez que as tecnologias são desenvolvidas fora do sistema de P&D formal, por meio de, por exemplo, aprender fazendo (*learning by doing*), aprender utilizando (*learning by using*) e aprender interagindo (*learning by interacting*). As tecnologias não são somente

desenvolvidas, mas são produzidas, difundidas e utilizadas. O caráter interdisciplinar deve-se ao fato da inovação não ser influenciada somente pelos fatores econômicos, mas também pelos fatores institucionais, organizacionais, sociais e políticos,

- Empregam perspectivas históricas – os processos inovativos são desenvolvidos ao longo do tempo e incluem a influência de vários fatores e de processos de realimentação (*feedback*),
- Enfatizam a interdependência e a não linearidade – as empresas dificilmente inovam isoladamente. Elas interagem com outras organizações (empresas, universidades, agências governamentais, dentre outros), em um contexto de leis, normas, regulamentos e diferentes culturas,
- Abrangem inovações de produto e organizacionais – não se restringe somente ao processo de inovação convencional de natureza técnica,
- Enfatizam o papel central das instituições – a fim de compreender padrões sociais de comportamento e o papel desempenhado pelas normas, regras, leis das organizações,
- São relacionadas a estruturas conceituais ao invés de teorias formais.

Ainda que a inovação não seja resultante apenas da P&D, ela é crítica para a capacidade de inovar, pois melhora a habilidade das firmas em assimilar e explorar novos conhecimentos, reconhecendo seu valor, assimilando-o e aplicando-o para fins comerciais. Esta habilidade é definida como capacidade de absorção (COHEN, LEVINTHAL, 1989; COHEN, LEVINTHAL, 1990).

Cohen, Levinthal (1990) argumentam que a premissa para a capacidade de absorção é que a organização necessita de conhecimento prévio para assimilar e utilizar o novo conhecimento. Portanto, a capacidade de absorção pode ser gerada por diversas fontes como com o desenvolvimento de P&D pelas empresas, nas atividades do processo produtivo ou mesmo na capacitação em treinamentos técnicos especializados realizados pelos funcionários, uma vez que esta capacidade está relacionada a um conhecimento prévio.

Ainda, a capacidade de absorção da firma depende da capacidade de absorção individual de seus membros, não sendo a soma das capacidades individuais. Portanto, ela é influenciada pela transferência de conhecimento entre suas sub unidades e dentro delas, sendo importante observar a estrutura de comunicação entre o ambiente externo e a organização, assim como a estrutura de comunicação interna (COHEN, LEVINTHAL, 1990).

2.2 INOVAÇÃO EM AGRICULTURA

A inovação em agricultura é complexa, uma vez que as mudanças e inovações tecnológicas devam ser adequadas às características de solo, clima e outras condições do ambiente, assim como com o funcionamento dos organismos biológicos – vegetais, animais e microrganismos e sua interação (POSSAS; SALLES FILHO; SILVEIRA, 1994; ESPOSTI, 2002). Deste modo, desenvolver e disseminar tecnologias que possuam aplicabilidade abrangente torna-se mais difícil ao compararmos com a indústria (CLARK, 2002).

O não reconhecimento da influência das condições edafoclimáticas, fizeram com que os esforços realizados por países desenvolvidos para que países em desenvolvimento alcançassem o desenvolvimento agrícola por meio de transferência direta de tecnologia, durante os anos 1950, fossem malsucedidos em grande parte. Com isto, a partir dos anos 1960, os institutos internacionais de pesquisa e treinamento emergiram como uma saída eficiente para gerar a mudança técnica na agricultura dos países em desenvolvimento. Foram estabelecidos centros de pesquisa e programas de pesquisa nos países em desenvolvimento, a exemplo de institutos de pesquisa de arroz nas Filipinas, de milho e trigo no México e de agricultura tropical na Nigéria. Houve a migração de pesquisadores que treinavam profissionais destes centros em métodos e práticas de pesquisa, não havendo somente um repasse das novas tecnologias, mas um fortalecimento da capacidade de pesquisa nestes países (HAYAMI; RUTTAN, 1988).

Neste contexto, sob a ótica do Modelo Linear de Inovação, é fundada a Embrapa em 1973, visando desenvolver tecnologias para substituir as tecnologias agrícolas que eram importadas de países com características de solo e clima diferentes do Brasil. A pesquisa gerada pela empresa deveria produzir tecnologias e disseminar os pacotes tecnológicos para o agricultor (BRASIL, 2006), importantes para o aumento de produtividade e incorporação de fronteiras agrícolas (CAMPOS, 2010).

Nos últimos 40 anos muito se discutiu sobre a melhor maneira para a ciência e tecnologia promover o desenvolvimento agrícola, fazendo com que surgissem diversas abordagens como “sistema nacional de pesquisa agrícola”, “sistema de informação e agricultura do conhecimento” e “sistema de inovação agrícola” relatados a seguir conforme publicação do Banco Mundial (2006). O Quadro 2.1 apresenta suas principais características.

Até os anos 1980, tem-se a abordagem de “sistema nacional de pesquisa agrícola” (NARS – *National Agricultural Research System*), para orientar investimentos para o desenvolvimento da agricultura. Esta abordagem possui caráter linear – a pesquisa agrícola gera adoção de tecnologia por meio da transferência de tecnologia e como consequência tem-se o crescimento da produtividade. Organizações públicas de pesquisa agrícola, treinamento e de extensão são parte fundamental para tal. O setor público de pesquisa foi reforçado pelo investimento em infraestrutura física, equipamentos e desenvolvimento de recursos humanos (BANCO MUNDIAL, 2006).

Um dos pontos fortes nesta abordagem foi a criação de capacidade em ciência agrícola e no desenvolvimento de variedades melhoradas de alguns alimentos básicos. A limitação deve-se ao fato de que a pesquisa não está explicitamente vinculada aos usuários de tecnologia e a outros atores, muitas vezes não refletindo suas necessidades. Também é pouco adequada para responder às rápidas mudanças do mercado (BANCO MUNDIAL, 2006).

No final dos anos 1980, a ênfase foi dada no melhoramento da gestão das organizações públicas de pesquisa, com foco em planejamento, melhoria da gestão financeira, maior responsabilização e aumento da relevância de programas para clientes.

O conceito de “sistema de informação e agricultura do conhecimento” (AKIS - *Agricultural Knowledge and Information System*) nasceu da crítica às oportunidades de interação limitadas entre os sistemas de pesquisa e serviços de extensão rural, sendo fortemente promovido pela FAO. Nesta abordagem, a pesquisa não é o único meio para gerar e ter acesso ao conhecimento, destacando também a importância dos vínculos entre pesquisa, educação, serviços de extensão, produtores rurais e a identificação das demandas por novas tecnologias. O vínculo entre pessoas e organizações promovem o aprendizado mútuo e geram, compartilham e utilizam o conhecimento e informação. Produtores rurais são o centro do triângulo do conhecimento formado pela educação, pesquisa e extensão.

A ênfase é no processo de aprendizagem, que ampliou a pesquisa e extensão para desenvolver capacidades locais. Uma limitação é dada pela restrição dos atores e dos processos ao ambiente rural, prestando pouca atenção aos mercados, setor privado e políticas. Apesar desta abordagem reconhecer a importância da informação dos produtores rurais para a pesquisa, ela sugere que a maior parte das tecnologias será transferida do pesquisador para o produtor rural.

Nos anos 2000, o foco se direciona para a abordagem de “sistema de inovação em agricultura” (AIS – *Agricultural Innovation System*). Além de ser reconhecida a importância do setor privado, a inovação é vista com foco não somente em tecnologia, mas também na interação existente entre os diversos agentes - organizações, empresas e indivíduos que demandam e fornecem conhecimento e tecnologia e nas regras e mecanismos com as quais interagem.

O ponto forte desta abordagem é que ela oferece uma maneira holística de reforçar a capacidade de criar, difundir e utilizar conhecimento. Também há uma forte ligação entre investimento e inovação. A limitação está na dificuldade de diagnosticar as interações e dimensões institucionais da capacidade de inovação a partir da análise de fontes de dados publicados, visto que estas não são rotineiramente monitorados pela indústria e estatísticas nacionais.

Para a OECD (2013) a inovação, em sistemas de inovação em agricultura, envolve uma ampla gama de atores que apoiam, criam, transferem e adotam a inovação, assessoram e informam produtores rurais e o público sobre as inovações. Os atores incluem o Governo, pesquisadores, empresas privadas, produtores agrícolas, consultores, instituições de crédito e mercado consumidor que oferecem sinais sobre a demanda e aceitação das inovações. Para Solórzano (2012), a inovação em agricultura vai além do investimento em pesquisa, requerendo apoio coordenado da pesquisa, extensão e educação, desenvolvimento de parcerias e criação de ambiente que permita o desenvolvimento da agricultura. Clark (2002) e Hall (2012) destacam que a importância não deve ser dada somente para os componentes (atores) do sistema, mas principalmente para o modo como ele se comporta como um todo. A capacidade para aprender e construir novas competências dependerá de como os componentes se combinam e da força destas ligações.

Para Possas, Salles Filho e Silveira (1984), a tecnologia em agricultura é resultante de um processo interativo, entre as diversas fontes de tecnologia, apoiado pelo fluxo de informação entre os usuários e produtores de tecnologia, ou seja, a utilização de um novo produto envolve o uso ou

desenvolvimento de pelo menos outro relacionado, ou seja, o desenvolvimento de fertilizantes e pesticidas envolvem o desenvolvimento de equipamentos para seu uso; a utilização de máquinas debulhadoras envolve o cultivo de variedades de sementes com tamanho e melhor resistência ao dano físico, e o desenvolvimento de pesticidas e variedades agrícolas de alto rendimento, porém com baixa resistência a pragas.

Para estes autores, as fontes de inovação no setor são diversas, abrangendo a) empresas privadas de caráter industrial que produzem e vendem produtos intermediários (sementeiras e indústria química de fertilizantes e pesticidas) e máquinas para o setor agrícola; b) empresas públicas de pesquisa; c) agroindústrias (quando desenvolvem seu próprio melhoramento genético e melhorias na produção agrícola), d) cooperativas e associações de produtores, e) empresas privadas de serviços de suporte técnico, planejamento e gestão da produção e f) unidades agrícolas. Apesar de ser difícil quantificar a importância de cada grupo, há uma maior predominância dos dois primeiros.

Uma especificidade do sistema de inovação em agricultura é que a maioria das inovações ou técnicas agrícolas são desenvolvidas por organizações públicas de pesquisa e indústrias, não sendo geradas nas propriedades agrícolas. E cada vez mais o desenvolvimento de inovações agrícolas recorrem a áreas que não são necessariamente envolvidas com agricultura, como TIC (tecnologias da informação e comunicação), nanotecnologia, biotecnologia. Deste modo, a inovação em agricultura requer interações entre seus diversos atores (OECD, 2013).

Para Clark (2002), investimentos em pesquisa e desenvolvimento realizados pelo setor público são essenciais para a melhoria tecnológica da agricultura. O setor privado não teria capacidade suficiente para alocar recursos de forma otimizada para a agricultura, assim como o produtor agrícola que apesar de possuir conhecimento tácito sobre o ambiente, não teria condições de investir em pesquisa e desenvolvimento formal, devido aos custos e risco das possíveis falhas.

Esposti (2002) também destaca a importância da pesquisa pública (realizados por institutos de pesquisa e desenvolvimento, universidades, centros de pesquisa, empresas estatais) e dos serviços de extensão, que são agentes promotores de conhecimento. Para o autor, tratando-se de pesquisa pública, um país pode optar por selecionar, testar e utilizar uma nova tecnologia desenvolvida por outras fontes sem modificá-la ou pode modificar e redesenhar a tecnologia para

adaptar às suas necessidades ou por último, o próprio sistema nacional de pesquisa agrícola produz e desenvolve sua própria tecnologia, gerando neste caso, o conhecimento científico.

Quadro 2.1 - Principais características dos sistemas

Característica	Sistema nacional de pesquisa agrícola	Sistema de informação e agricultura do conhecimento	Sistema de inovação em agricultura
Propósito	Capacidade de planejamento para pesquisa agrícola, desenvolvimento de tecnologia e transferência de tecnologia	Fortalecimento da comunicação e serviços de transferência de tecnologia para o produtor rural	Fortalecimento da capacidade de inovação ao longo do sistema de produção agrícola e marketing
Agentes	Organizações públicas de pesquisa agrícola, universidades, serviços de extensão e produtores	Organizações públicas de pesquisa agrícola, universidades, serviços de extensão, produtores, ONGs e empresários em áreas rurais	Potencialmente todos os atores dos setores privados e públicos envolvidos na criação, difusão, adaptação e uso de todos os tipos de conhecimentos relevantes para a produção agrícola
Saídas	Invenções tecnológicas e transferência de tecnologia	Adoção de tecnologia e inovação na produção agrícola	Combinação de inovações técnicas e institucionais ao longo da produção, marketing
Princípio	Utilização da ciência para criar invenções	Acesso ao conhecimento agrícola	Novos usos do conhecimento para mudança social e econômica
Mecanismo para inovação	Transferência de tecnologia	Aprendizado interativo	Aprendizado interativo
Integração com o mercado	Nenhum	Baixo	Alto
Papel das políticas	Alocação de recursos, definição de prioridades	Facilitador	Componente integrado e facilitador
Natureza da capacidade de fortalecimento	Infraestrutura e desenvolvimento de recursos humanos	Fortalecimento da comunicação entre os atores nas áreas rurais	Fortalecimento das interações entre os atores, desenvolvimento institucional e mudança para suportar interação, aprendizado e inovação, criação de ambiente facilitador

Fonte: Elaboração do autor (Adaptado de BANCO MUNDIAL, 2006)

O uso da nova tecnologia é antecedido por avaliação técnica (estudos agrônômicos), passando por um processo de adoção interna e posterior difusão da tecnologia, mediada por agentes

promotores de conhecimento, a exemplo de instituições de pesquisa, e extensionistas. A eficiência na adoção da tecnologia, traduzida em produtividade, está condicionada ao estoque de conhecimento do produtor (relacionado a sua capacidade de absorção) e ao conteúdo tecnológico (que pode ser medida pela combinação eficiente de insumos e grau de modernização agrícola), destacando a importância do processo de difusão de conhecimento e aprendizado por parte do produtor agrícola (VIEIRA FILHO, 2009).

As diferentes fases da Embrapa e os modelos de inovação em agricultura serão abordados no próximo capítulo.

Em seguida serão abordadas algumas das políticas de C&T adotadas pelo Brasil desde os anos 1970.

2.3 POLÍTICAS DE C&T

A concepção ofertista e linear da ciência e tecnologia contida no Relatório Bush - *Science, the Endless Frontier* influenciou de maneira significativa a elaboração das políticas públicas de ciência e tecnologia da América Latina no período de 1960 a 1980. Deste modo, a formulação de políticas de ciência e tecnologia esteve alinhada aos interesses da comunidade de pesquisa, distanciando-se das demandas e necessidades socioeconômicas (DIAS, DAGNINO, 2006). O foco da política de C&T era a de promoção da infraestrutura e atividades de P&D com a criação e fortalecimento de instituições de pesquisa e universidades e formação de recursos humanos para P&D. Ao setor produtivo era reservado o papel de absorver os conhecimentos e recursos humanos gerados pelas instituições, e transformá-los em inovações (VIOTTI, 2008). Neste contexto foram criadas diversas instituições como a Embrapa em 1973 e a FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos em 1967 e criado o FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em 1969 com vistas a ampliar a disponibilidade de verbas para as atividades de pesquisa (SCHWEDE, 2015).

A partir dos anos 1970 foram elaborados os planos PND - Plano Nacional de Desenvolvimento e PBDCT – Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico que definia estratégias para articular as ações e rumos da ciência e tecnologia do país (SALLES FILHO, 2002. SCHWEDE, 2015; VIOTTI, 2008).

O I PND (1972/1974) e o I PBDCT (1973/1974) fornecem diretrizes para o desenvolvimento de tecnologias próprias e à transferência de tecnologia, com a priorização de alguns setores como o da agricultura - com o desenvolvimento dos Cerrados, técnicas de irrigação e tecnologia de alimentos tropicais e a consolidação da infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica, com destaque para a Embrapa (SALLES FILHO, 2002).

O II PND (1975/1979) e o II PBDCT visavam dar continuidade ao processo de desenvolvimento dos planos anteriores, buscando fortalecer a capacidade tecnológica da empresa nacional, com apoio a projetos nacionais, criação de incentivos para a empresa nacional a realizar orçamentos próprios de pesquisa, implantação de centros de pesquisa e estabelecimento de canais para difusão dos resultados das pesquisas realizadas por instituições governamentais. O II PBDCT reforça o desenvolvimento tecnológico, com maior ênfase na política industrial e na política agrícola ao comparar com o I PBDCT, assim como indicava o objetivo de “transformar a ciência e tecnologia em força motora do processo de desenvolvimento e modernização do País”, representando a “ ideia de progresso e modernização” (SALLES FILHO, 2003).. Apesar de algumas iniciativas para a integração do setor produtivo, universidades e centros de pesquisa, prevaleceram políticas que se apoiaram no modelo linear de inovação (CAVALCANTE, 2009).

Quanto à estratégia agropecuária, os Planos estabeleciam a necessidade de maior contribuição do setor à expansão do PIB e a efetivação do Brasil como provedor de alimentos, matérias primas agrícolas, com o incremento da produtividade com a modernização de práticas agropecuárias, melhoria das técnicas para melhorar aproveitamento das condições naturais de cada região, melhoramento genético, definição de novas técnicas de cultivo e ocupação de novas áreas. Para viabilizar estes objetivos, seria necessária a dinamização do processo de criação e difusão de tecnologias adaptadas às condições edafoclimáticas regionais. Foi dada ênfase na formação de recursos humanos, orientado para o ensino de pós-graduação, com vistas a preparar os recursos humanos para o desenvolvimento científico e tecnológico e as atividades de pesquisa fundamental (SALLES FILHO, 2003).

É neste contexto que foram criadas a Embrapa (1973) e as Unidades Embrapa Soja no Paraná (1975) e a Embrapa Milho e Sorgo em Minas Gerais (1976), como parte da implementação do I e II PND (CAMPOS, 2010).

O III PND e PBDCT, elaborados para o período 1980 e 1985 estabelecem a energia, agricultura e desenvolvimento social como setores prioritários para a ciência e tecnologia e

orientam para a geração e absorção de tecnologias próprias, visando a diminuição da necessidade de importação de tecnologias. Com relação à agricultura, a prioridade implica em consolidar conhecimento e transferi-lo principalmente para o pequeno produtor, gerar tecnologias para o aumento da produção e produtividade, utilizando instrumentos da política econômica como crédito rural, política fundiária, seguro rural, preços mínimos compensadores. Também foi dada ênfase no melhoramento de plantas e lançamento de novas cultivares (SALLES FILHO, 2003).

Nas décadas de 1980 e 1990, a Política de C&T manteve a promoção das atividades de P&D, porém devido à crise fiscal e visão de curto prazo na gestão das políticas públicas, o apoio às atividades de P&D sofreram dificuldades e flutuações. Os investimentos em P&D se reduziram na segunda metade dos anos 1990. Mesmo assim, a formação de pesquisadores manteve um processo de avanço e houve significativa expansão da pós graduação no Brasil. Em 1987 haviam 3.647 mestres e 868 doutores no Brasil, saltando para 18.373 mestres e 5.335 doutores no ano 2000 (VIOTTI, 2008). Nota-se que neste período, em 1985, houve a criação do MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia, que absorveu a estrutura da FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos e do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. A primeira gestão do MCT conquistou avanços como o aumento do número de bolsas de pós-graduação no CNPq (REZENDE, 2006).

Nos anos 1990 foram instituídos importantes Políticas de C&T, a exemplo dos Fundos Setoriais de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Lei da Inovação, Lei de Propriedade Intelectual e a Lei de Proteção de Cultivares (VIOTTI, 2008).

Os Fundos Setoriais tinham como objetivo o desenvolvimento científico e tecnológico de diversos setores, alterar de forma radical o financiamento da C&T no país e modificar o relacionamento do MCT e suas agências de fomento (CNPq e FINEP) com os demais órgãos do Governo Federal. Estes Fundos seguiram o exemplo do CT Petro, que era um programa integrado com a participação de universidades, centros de pesquisa e do setor privado que contemplava instrumentos para apoio à formação e qualificação de recursos humanos, fomento à pesquisa e indução à inovação (PACHECO, 2007). Em 2002, houve a regulamentação do fundo setorial CT-Agronegócio com o objetivo de ampliar os investimentos em pesquisa agropecuária com vistas a propiciar a inovação, qualidade e aumentar a competitividade na exportação dos produtos agropecuários brasileiros, assim como viabilizar mecanismos que ampliem a geração, transferência e difusão de tecnologias. No mínimo 30% dos recursos deste fundo foram previstos

para instituições localizadas nas regiões norte, nordeste e centro-oeste, visando o desenvolvimento regional equilibrado (CGEE, 2002).

A execução dos projetos no período de 2002 a 2008 foi realizada principalmente por universidades e instituições de pesquisa, ratificando que a tecnologia agrícola é considerada um bem público e o desenvolvimento da ciência básica em conhecimento aplicado é em grande parte realizado por empresas públicas, diferentemente do setor industrial. Neste período, foram utilizados pela Embrapa aproximadamente 16 milhões de reais, correspondendo ao maior somatório quando comparado com outras instituições como ESALQ/USP, UFV e instituições constituintes das Oepas (VIEIRA FILHO, 2014).

Como outra forma para incentivar o desenvolvimento de P&D empresarial, foram criados outros instrumentos como incentivos fiscais. Em 1994, com base na Lei 8.661 que estabelece que a capacidade tecnológica da indústria e da agropecuária é estimulada por meio de Programas de Desenvolvimento Tecnológico, sendo que para a agricultura, foi denominado PDTA - Programas de Desenvolvimento Tecnológico Agropecuário. Estes programas deviam ser elaborados pelas empresas e submetidos à aprovação do MCT, com o objetivo de gerar novos produtos ou processos mediante a execução de atividades de P&D próprias ou contratadas junto a instituições de pesquisa, e contavam com regime fiscal diferenciado como dedução do IR para atividades de P&D e redução de IPI para aquisição de equipamentos para P&D, dentre outros. Porém, poucas empresas utilizaram estes incentivos fiscais, devido ao número reduzido de empresas com atividades de pesquisa empresarial e também pelo fato de que o principal incentivo previsto se baseava no IR de pessoa jurídica, tributo reduzido para empresas de pequeno porte. Posteriormente, estes incentivos fiscais foram incorporados na Lei do Bem – Lei 11.196/2005 (PACHECO, 2007).

Outra iniciativa governamental importante para o desenvolvimento tecnológico agrícola foi a instituição, em 1992, do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). Este sistema é constituído pela Embrapa, pelas Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas), universidades, institutos de pesquisa federais e estaduais e por outras organizações públicas e privadas vinculadas à atividade de pesquisa agropecuária. O SNPA tem como alguns de seus objetivos compatibilizar as diretrizes e estratégias da pesquisa agropecuária com as políticas de desenvolvimento; assegurar organização e coordenação das instituições que atuam no setor visando eliminar a dispersão de esforços; estabelecer um sistema de informação agrícola com formação de banco de dados para P&D agropecuário, facilitando o acesso aos usuários e clientes

da pesquisa agropecuária; promover o intercâmbio de informações e documentação técnico-científica nas áreas de interesse comum; favorecer o intercâmbio de pessoal para capacitação; proporcionar a execução conjunta de projetos de pesquisa de interesse comum, fomentando a parceria entre instituições, dentre outros (BRASIL, 2017). O SNPA tem um importante papel na condução do desenvolvimento agropecuário nacional, com a construção de ambiente para facilitar a adoção e difusão de tecnologias para o setor produtivo (VIEIRA FILHO, 2014).

Com relação à legislação relacionada ao setor agrícola, destacam-se a Lei de Proteção de Cultivares e a Lei de Biossegurança. A Lei de Proteção de Cultivares – Lei 9.456 foi instituída em 1997 e garante a propriedade intelectual das cultivares e estimula as atividades de melhoramento vegetal (FUCK; BONACELLI, 2007). A proteção das obtensões vegetais baseia-se no fato de que as cultivares melhoradas proporcionam melhoria da qualidade, produtividade e valor de mercado; o direito exclusivo do obtentor permite o retorno de seus investimentos, assegurando a continuidade das atividades e progresso do setor agrícola. Esta lei estimulou a pesquisa brasileira no campo da genética, proporcionando benefícios aos produtores, consumidores brasileiros e para as empresas, incluindo a Embrapa, visto que possibilita a proteção do conhecimento gerado por investimentos de longo prazo. A instituição do Registro Nacional de Cultivares em 1997 estabeleceu a obrigatoriedade de registro das cultivares, antes da produção e comercialização de sementes e mudas no país, fazendo com que os resultados dos avanços da pesquisa, pública e privada, em cultivares fossem mais rápida e amplamente disponibilizadas para o produtor (VILLAS BOAS, 2008). De 1988 a 2017, foram registradas 1.633 cultivares pela Embrapa individualmente ou em parceria, sendo 317 referentes a soja e 131 referentes a milho (BRASIL, 2017). Outras considerações relacionadas à proteção de cultivares e Embrapa estão discutidas no próximo capítulo.

Em 1995 foi aprovada a Lei de Biossegurança (Lei Federal 8.974) que estabelece as bases para as pesquisas com biotecnologia. Deste modo, várias empresas e instituições públicas/privadas puderam solicitar seu credenciamento para atuar em diversos segmentos como a agrícola, farmacêutica, de cosméticos e alimentos. Os procedimentos para garantir a biossegurança e a aprovação dos produtos para comercialização são de responsabilidade da CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, composta por representantes da área acadêmica e sociedade civil. Posteriormente esta lei foi revogada pela Lei 11.105 de 2005, que autorizou definitivamente a produção e comercialização de sementes de soja geneticamente modificada no Brasil, bem como autoriza o plantio de soja geneticamente modificada (VILLAS BOAS, 2008; YOKOYAMA,

2014). É importante destacar que em 1998, por meio do Comunicado CTN Bio nº 54, foi liberada a comercialização da soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato no Brasil, sendo este o primeiro produto deste tipo a ser liberado para comercialização. Apesar de em 1998 ter sido liberada somente a sua comercialização, o início de seu cultivo e expansão ocorreu clandestinamente (VILLAS BOAS, 2008. YOKOYAMA, 2014). Devido à impossibilidade de conter estes fatos, o governo emitiu autorizações específicas, permitindo a comercialização dos produtos originados de sementes geneticamente modificadas e que eram ilegais. Em 2003, por meio da Lei Federal 10.688, é aprovada a comercialização de grãos originados da soja geneticamente modificada e plantada ilegalmente no país e na Lei Federal 10.814 são estabelecidas normas para plantio e comercialização da produção de soja GM e autorizado registro provisório no RNC, porém sendo vedada sua comercialização como semente (YOKOYAMA, 2014). A Embrapa realiza pesquisa com soja convencional e geneticamente modificada, em parceria com empresas como a Monsanto e BASF (LOPES, 2012, YOKOYAMA, 2014).

A inovação foi progressivamente sendo incorporada nas políticas de C&T e no final dos anos 1990, a inovação já se configurava como um elemento destas políticas (VIOTTI, 2008), perdendo o caráter ofertista dos anos anteriores e incorporando a empresa privada, ausente até então (BAGATOLLI, 2013). A partir dos anos 2000, a política de C&T mantém algumas características introduzidas na década anterior como a inovação como prioridade para a competitividade das empresas e desenvolvimento econômico, o ponto de partida para a realização de P&D passa a ser das empresas e o relacionamento entre universidade e empresa. Esta fase se caracteriza pelo caráter desenvolvimentista, com o Estado com uma atuação incisiva na condução das políticas do setor, passando a ser utilizado o conceito de atuação sistêmica relacionado a sistemas de inovação (SCHWEDE, 2015). Foram estabelecidas a Política Nacional de Ciência, Tecnologia & Inovação – PNCT&I 2003-2007, sucedida pelo Plano de Ação em Ciência Tecnologia e Inovação - PACTI 2007-2010, Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – ENCTI 2012-2015 e atualmente pela ENCTI 2016-2019 (BAGATOLLI, 2013).

A ENCTI 2016-2019, elaborada pelo MCTI, tem como alguns de seus objetivos posicionar o Brasil entre os países com maior desenvolvimento de CT&I, elevar a produtividade a partir da inovação e reduzir assimetrias regionais na produção e no acesso à CT&I. Para tal, ela estabelece como pilares a promoção da pesquisa científica básica e tecnológica, a modernização e ampliação da infraestrutura e financiamento de CT&I, formação de recursos humanos e promoção da inovação nas empresas (MCTI, 2017).

Ao longo das últimas quatro décadas, as políticas adotadas proporcionaram um crescimento significativo da agropecuária. O Brasil passou de um país importador de alimentos para um país exportador de *commodities*, com capacidade para ofertar parcela significativa de produtos agropecuários para o mundo (VIEIRA FILHO, 2014). Apesar disto, o investimento em P&D no setor agrícola no Brasil é menor que nos países da OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. O investimento público do Brasil em P&D agrícola em 2013 foi de cerca de U\$ 2 bilhões, enquanto que no ano 2000, a China investiu mais de U\$ 3 bilhões e a Índia, U\$ 6 bilhões (VIEIRA et. al., 2015).

EMBRAPA

3.1 A CRIAÇÃO DA EMBRAPA

No período pós Segunda Guerra Mundial, a agricultura brasileira ainda se encontrava organizada de modo tradicional, com aumento da produção devido à expansão de fronteiras e incentivos fiscais. (BRASIL, 2006; RODRIGUES, 1987). Eram utilizados poucos maquinários, com exceção dos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul que nos anos 1960, detinham 44% e 25% respectivamente, de todos os tratores do país (MARTINE, 1991).

Nos anos 1960, o governo militar criou algumas políticas com o objetivo de modernização da agricultura, como o crédito rural. Anos mais tarde observou-se a necessidade de estabelecer um sistema de pesquisa agropecuária de âmbito federal que pudesse desenvolver tecnologias capazes de melhorar a produção e produtividade de diversas culturas agrícolas. Para tal, foram estabelecidas estratégias em programas e planos governamentais como o I PND - Plano Nacional de Desenvolvimento que colocou a agricultura em posição de destaque no novo modelo econômico de desenvolvimento (CAMPOS, 2010; CASTRO, 1984). O I PND estabelecido para o período 1972-1974 considerou como estratégia tecnológica, o fortalecimento da competição nacional com o desenvolvimento de áreas tecnológicas prioritárias – dentre elas a agricultura, envolvendo a agricultura “dos cerrados”, técnicas de irrigação e tecnologia de alimentos tropicais (SALLES FILHO, 2002).

Neste contexto, é criada a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em 1973, com vistas a modernizar e melhorar os resultados do segmento agropecuário, com a implantação de projetos de pesquisa vinculados às prioridades estabelecidas pelo Governo Federal e que resultassem em diversificação da produção agrícola e a geração de novas tecnologias (SALLES-FILHO; PAULINO; CARVALHO, 2001; SOUZA; TRIGUEIRO, 1989).

Nesta época, a pesquisa agropecuária era coordenada pelo DNPEA – Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária e realizada por institutos regionais distribuídos pelo país que contava com uma infraestrutura razoável de equipamentos e instalações, disponibilidade de resultados de pesquisas desenvolvidas e meios para sua divulgação, assim como recursos para

financiamento de pesquisa. Porém, o Brasil não contava com uma política de Ciência e Tecnologia bem definida. As ações realizadas entre o governo e o setor privado eram limitadas; não havia uma coordenação eficiente no processo de planejamento e execução entre a pesquisa e os órgãos de assistência técnica, financiamento e comercialização; assim como não havia um planejamento de pesquisa agropecuária que fizesse o alinhamento entre as políticas governamentais de desenvolvimento e a priorização de culturas por região. Os mecanismos para captação de recursos eram considerados pouco flexíveis e a maior parte deles não se destinava às atividades técnicas e científicas. Portanto, a Embrapa, desde sua criação, exerce um papel fundamental para o segmento agropecuário (BRASIL, 2006).

A história da Embrapa inicia-se em 1972, quando o Ministério da Agricultura encomendou uma pesquisa com o objetivo principal de elaborar um diagnóstico do segmento agropecuário, visando implementar melhorias no processo de pesquisa. Neste diagnóstico, estruturado no documento “Sugestões para a Formulação de um Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária”, mais conhecido como Livro Preto, foram identificados pontos positivos e alguns pontos de melhoria para a pesquisa agropecuária nacional (CABRAL, 2005)..

Nele destacam-se dentre os pontos positivos, a existência prévia de uma estrutura de pesquisa e experimentação sob a orientação do DNPEA; existência de equipamentos e instalações destinados à pesquisa agropecuária; disponibilidade de resultados de pesquisas desenvolvidas, disponibilidade de meios para divulgação das pesquisas desenvolvidas, possibilidade de estruturação de um sistema integrado de pesquisas agropecuárias por todo o país e o desenvolvimento de algumas pesquisas que, se aplicados pelo agricultor, poderiam resultar em ganhos de produtividade (BRASIL, 2006).

Como pontos de melhoria pode-se citar a ausência de uma política de âmbito técnico e científico bem definido para a agricultura, pouco aproveitamento da rede nacional de institutos, estações experimentais e laboratórios instalados; ausência de critérios adequados para a localização das unidades de pesquisa; existência de ações descontinuadas do governo com o setor privado; recursos insuficientes para a pesquisa; sistema de controle e de avaliação dos resultados frágeis; limitado número de pesquisadores no DNPEA e inexistência de política salarial que proporcionasse salários adequados ao mercado de trabalho (BRASIL, 2006).

O Livro Preto (BRASIL, 2006) sugere como uma das opções, a criação de uma empresa pública, vinculada ao Ministério da Agricultura e que fosse responsável por promover e executar

as atividades de pesquisa agropecuária no país. A sistemática sugerida para a pesquisa seguiria alguns princípios básicos:

- Princípio da Transferência de Tecnologia – entendia-se por tecnologia, os produtos (matrizes, equipamentos, sementes melhoradas) e principalmente conhecimento. O diagnóstico sugeria a realização de treinamentos de pesquisadores no exterior, contratação de técnicos estrangeiros para realizar a transferência de conhecimento e o incentivo aos pesquisadores para participar de programas de pós-graduação no exterior, possibilitando-o conhecer os critérios internacionais utilizados para a pesquisa científica e também proporcionar maior agilidade neste processo de transferência de tecnologia, assim como a criação de novas tecnologias;
- Princípio do Planejamento – o diagnóstico enfatizava a necessidade de otimização dos recursos disponíveis para a pesquisa, priorização das demandas nacionais e regionais, definição de mecanismos de financiamento e de avaliação das pesquisas e da necessidade de “levar os resultados da pesquisa até o consumidor”. Também foi destacada a importância do interesse da iniciativa privada nos projetos de pesquisa e a estruturação de programas de pesquisa regionais ou por produto;
- Princípio do Relacionamento da Pesquisa – destacou-se a importância da nova empresa em relacionar-se com a iniciativa privada, universidades e governo, para a captação de demandas por novas tecnologias, estabelecimento de parcerias visando a transferência de tecnologia, assim como avaliação e priorização das demandas por pesquisa no setor agropecuário,
- Princípio da Flexibilidade Administrativa – o diagnóstico propôs a possibilidade de captação de recursos por meio de contratação de serviços ou convênios com diversas instituições; autonomia com relação a questões orçamentárias no que tange à contratação de pessoal especializado, ou seja, contratação de profissionais da área técnica com valores de mercado e políticas de treinamento de pessoal,
- Princípio da Disseminação do Conhecimento e da Interdisciplinaridade Técnica do Sistema – sugeriu-se o estabelecimento de grupos de pesquisadores que fossem responsáveis por disseminar as novas tecnologias para o produtor rural e aos extensionistas, de modo a tornar este processo mais eficaz.

Também foi recomendado que a distribuição dos recursos para pesquisa atendesse as demandas atuais provenientes dos produtores, agroindústrias, governo e serviços de extensão rural e também às demandas potenciais, provenientes dos projetos governamentais de longo prazo, tendências econômicas e científicas e experiências vividas por outros países. O Livro Preto também recomendava alta prioridade para as pesquisas voltadas para a região da Amazônia, Nordeste e Cerrados, com o desenvolvimento de pesquisas especiais para cada região.

Desta maneira, o Poder Executivo foi autorizado a instituir a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária – EMBRAPA, em 1972 pela Lei Federal 5851. Em 28 de março de 1973, por meio do Decreto 72072, a Presidência da República aprovou os Estatutos da EMBRAPA e definiu sua instalação vinte dias após a autorização deste Decreto. A empresa foi formalmente estabelecida em 26 de abril de 1973, vinculada ao Ministério da Agricultura.

“Com sua criação, buscava-se estabelecer um novo operativo para pesquisa agropecuária nacional, que fosse a um só tempo ágil, dinâmico, flexível, suficientemente capaz de responder às necessidades do desenvolvimento do país. Destaquei que, previamente à criação da Empresa, os cuidadosos estudos realizados demonstravam, com toda clareza, a necessidade urgente e imperativa de uma profunda revisão na orientação e nos processos operativos e técnicos da investigação agrícola nacional. Uma revisão que não fosse simplesmente a mudança de siglas e organogramas. Deveria ser feita, uma reforma que pudesse eliminar os principais obstáculos e limitações das políticas de recursos humanos e do aporte financeiro existente.” (CABRAL, 2005)

3.2 PERFIL DA EMBRAPA

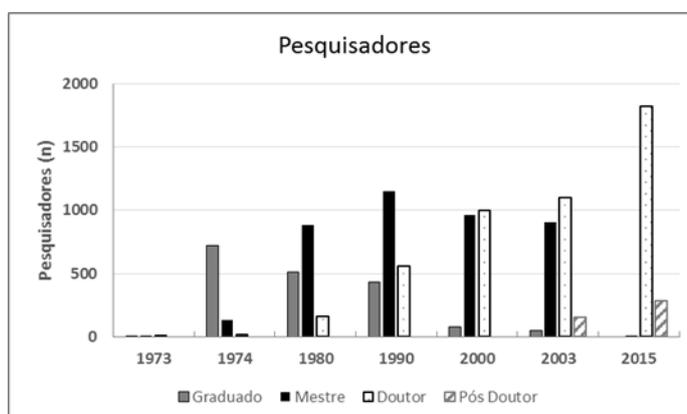
Logo após a fundação da Embrapa, foram estabelecidas e implantadas algumas diretrizes como difusão imediata dos resultados das pesquisas mais importantes realizadas até aquele momento, priorização dos projetos estratégicos para o país e incentivo das atividades de pesquisa para algumas regiões do país como a região Amazônica, o Nordeste e a região dos Cerrados. Também foram incentivadas: a criação de tecnologias próprias, cooperação técnica com outros órgãos públicos ou setor privado, intercâmbio com instituições de pesquisa nacionais e internacionais, parcerias com o estado e com o ensino de ciências agrárias e a seleção e aperfeiçoamento dos recursos humanos – pesquisadores e professores (CABRAL, 2005).

A estruturação da empresa foi baseada na ampliação e capacitação dos recursos humanos e na ampliação da infraestrutura de pesquisa (SALLES FILHO, 2000). Devido à escassez de

profissionais com experiência em pesquisa no mercado brasileiro, a Embrapa contratou recém-formados e encaminhou-os diretamente para programas de mestrado no país e no exterior (ARAÚJO, 1979), sendo que entre 1973 e 1986 foram patrocinados mais de três mil capacitações em pós-graduação (RODRIGUES, 1987). Portanto, dos anos 1970 aos 1980, a capacitação dos pesquisadores e estabelecimento de infraestrutura para a geração de tecnologias, fortaleceu a capacidade em pesquisa, legitimando o processo de modernização da Embrapa (SALLES FILHO, PAULINO, CARVALHO, 2001).

A Figura 3.1 apresenta a evolução da titulação dos pesquisadores da Embrapa, desde os anos 1970. A partir dos anos 1980, há uma tendência de decréscimo do número de pesquisadores graduados, sendo substituídos por mestres e doutores, retratando o incentivo oferecido pela Embrapa para esta formação, conforme citado anteriormente. Também pode-se observar que o número de pesquisadores doutores resultou em crescimento constante, desde o início do funcionamento da Embrapa, provavelmente pela contratação de novos doutores e também pela formação dos pesquisadores já existentes na empresa. Nos anos de 1992, 1996 e 1998, anos de vigência de plano de desligamento incentivado ou voluntário na EMBRAPA houve redução de quadro de pessoal, o que pode ter contribuído para a diminuição do número total de pesquisadores no ano 2000. Entretanto, nos anos 2001-2002, 2006, foram realizados concursos para públicos para seleção de pessoal efetivo, sendo que a contratação configura-se quase que continuada, devido à validade dos editais (GUEDES e al. 2008).

Figura 3.1 – Pesquisadores

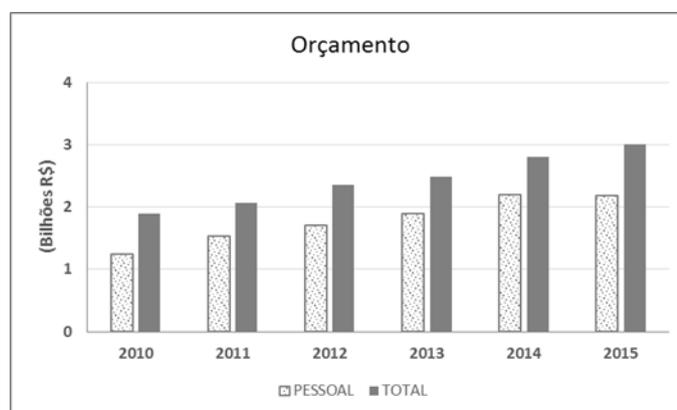


Fonte: ALVES, SILVA, FONSECA FILHO (2005); BRASIL¹ (2004); BRASIL¹ (2015)

O número de pesquisadores pós doutores estão informados somente nos anos 2003 e 2015, pois os documentos analisados não informavam o quantitativo destes pesquisadores, porém isto pode não significar a sua inexistência em anos anteriores.

Em 2015 a organização contava com 9.800 empregados. Destes, 2.474 são pesquisadores, sendo 85% com doutorado ou pós-doutorado (BRASIL¹, 2015). O orçamento da empresa vem crescendo anualmente, conforme pode-se observar na Figura 3.2. O orçamento em 2015 foi de R\$ 3 bilhões, sendo que grande parte dele está relacionado a pessoal (BRASIL, 2017).

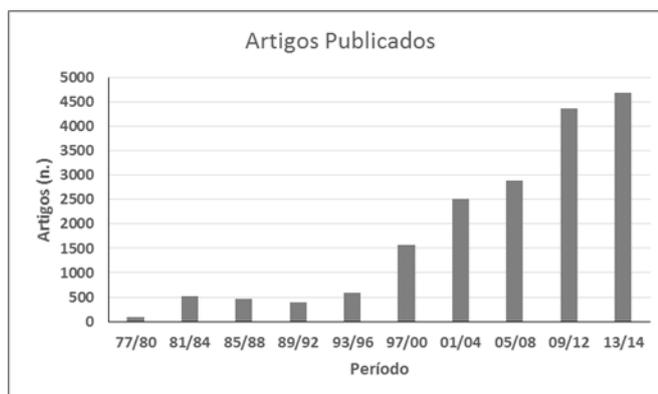
Figura 3.2 – Orçamento Embrapa



Fonte: BRASIL¹ (2015)

Com relação à produção científica e tecnológica, em 2014, a Embrapa publicou 2.250 artigos em periódicos indexados, 2.172 artigos em anais de congressos e 642 capítulos em livros técnicos (BRASIL¹, 2015). A Figura 3.3 apresenta produção dos pesquisadores da Embrapa de artigos em periódicos indexados no período de 2010 a 2014. A produção cresce a partir de 2010, mantendo-se com pequena variação a partir de 2011.

Figura 3.3 – Artigos Publicados em Periódicos Indexados



Fonte: BRASIL¹ (2015); BRASIL² (2015)

Quanto à produção de cultivares, a Embrapa, individualmente ou com instituições parceiras, gerou diversas cultivares de plantas adaptadas às condições brasileiras. Até 2014, foram registradas e/ou protegidas, 854 cultivares de grãos, 493 de oleaginosas, 320 de amiláceas, 315 de frutas, 145 de hortaliças, 58 de fibras e madeira e 47 forrageiras. Somente em 2014 foram lançadas 21 novas cultivares e 165 foram licenciadas; requereu a proteção intelectual de 44 novas cultivares e registrou outras 73 novas cultivares. Com relação à patentes, foram requeridas 13 novas patentes (matrizes) e 23 no exterior (BRASIL¹, 2015).

A organização conta, atualmente, com Unidades Administrativas e 46 Unidades de Pesquisa e Serviços (Unidades Descentralizadas), distribuídas por todo o território nacional (BRASIL, 2017). A distribuição das Unidades por todas as regiões do país beneficia o desenvolvimento e execução da pesquisa agropecuária, proporcionando o desenvolvimento de cultivares e raças adaptadas às diversas condições existentes (ARAÚJO, 1979; BARBOSA, MACHADO, 2013).

As Unidades de Serviço estão voltadas para atendimento a demanda por serviços que não impliquem em novas atividades de pesquisa, ou seja, realizam atividades que geram negócios como a produção e venda de publicações e licenciamento de cultivares para produtores de sementes, análise fitossanitárias e a emissão de laudos técnicos de materiais vegetais introduzidos no país para pesquisa, dentre outras ações. As Unidades de Pesquisa são divididas em *Unidades de Pesquisa de Temas Básicos* – detém competência técnica científica em diversas frentes e apoiam as demais unidades da Embrapa e outras instituições na solução de problemas de sua competência; *Unidades de Pesquisa Ecorregionais* – buscam soluções tecnológicas que

contribuem para o desenvolvimento das ecorregiões e integração ao processo produtivo nacional; e as *Unidades de Pesquisa de Produtos* – são centros de referência nos produtos em que concentram sua pesquisa e possuem abrangência nacional (BRASIL¹, 2015). A Figura 3.4 apresenta as diversas Unidades de Pesquisa e Serviços da Embrapa.

Figura 3.4 Unidades de Pesquisa e Serviço



Fonte: BRASIL² (2015)

Ela mantém articulação com organizações de assistência técnica e extensão rural (Ater) com vistas a promover a difusão de tecnologia ao produtor agropecuário e apoio às atividades de pesquisa, conforme estabelecido em seu Estatuto. (BRASIL, 2017). Esta parceria mostra-se de grande importância para a implantação de novas tecnologias, principalmente pelos pequenos e médios produtores.

Mantém parcerias com outras instituições nacionais e universidades que fazem parte do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - SNPA, da qual é a entidade coordenadora. O SNPA

é composto pela Embrapa, Oepas (Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária), universidades e institutos de pesquisa de âmbito estadual e federal. Um dos objetivos do SNPA é o de favorecer um sistema nacional de pesquisa e proporcionar execução de projetos de interesse comum (BRASIL, 2017). Para o desenvolvimento regional, a Embrapa conta com o apoio das Oepas (BRASIL, 2017, VIEIRA et al., 2015). Em cooperação internacional, mantém 04 laboratórios virtuais no exterior - LABEX (EUA, Europa – França, Reino Unido e Alemanha -, China e Coreia do Sul), com vistas a cooperação científica (BASSI et al., 2014; CORREA, SCHMIDT, 2014; BRASIL, 2017). Estes laboratórios possuem como foco promover pesquisas e atividades tecnológicas em tópicos estratégicos para a Embrapa e para o Brasil. Os pesquisadores da empresa são alocados em grupos de pesquisa por até três anos para o desenvolvimento de projeto. Há um reforço da capacidade científica dos pesquisadores com o compartilhamento de germoplasmas e outros materiais, permitindo troca de experiências com equipes de pesquisadores de alto nível científico (BRASIL, 2017; LOPES et al, 2012; NEHRING, 2016).

Para divulgar suas tecnologias, a Embrapa disponibiliza sua produção técnica por meio do Repositório Infoteca-e, sua produção científica no Repositório Alice e por meio de venda de publicações. As publicações de livros técnicos e periódicos de forma impressa e eletrônica é realizada pela Livraria Embrapa (vendas on line, consignadas e diretas – em eventos) (BRASIL¹, 2015). Estes meios são importantes para que as soluções tecnológicas cheguem ao campo (MENDES, 2015; FEITOSA, 2008, VILLAS BOAS, 2008).

A Embrapa tem contribuído fortemente para o avanço da agricultura brasileira, apoiando a implantação de um sistema efetivo de desenvolvimento tecnológico. As principais características deste sistema envolveram a construção de infraestrutura física, com a implantação de unidades de pesquisa nas regiões produtoras, contratação de profissionais de alta capacitação necessários para o avanço do processo e o estabelecimento de um esquema para coordenar, gerenciar e supervisionar continuamente este sistema. Com isto, tornou-se uma das principais responsáveis pelo aumento de produtividade na agricultura, bem como pela expansão das fronteiras agrícolas das áreas tradicionais para o cerrado, ampliando a diversificação e produção (CORREA, SCHMIDT, 2014; FILOMENO, 2013; HOPEWELL, 2016; MUELLER; MUELLER, 2016). Outros fatores como a utilização de níveis de financiamento público próximo ao de países mais desenvolvidos como Canadá, Estados Unidos e Austrália (despesas da Embrapa nos últimos 20 anos estão em torno de 1% do PIB), as realizações de pesquisas com colaboração internacional, além do amplo investimento em capital humano, contribuíram para o sucesso da Embrapa no

desenvolvimento agrícola brasileiro (CORREA, SCHIMIDT, 2014). É importante ressaltar que outros fatores contribuíram para o avanço da agricultura brasileira, como a atuação de produtores rurais empreendedores incentivados pelas inovações desenvolvidas pela Embrapa para o cultivo nos solos ácidos dos Cerrados e pelas políticas de incentivo governamentais para o desenvolvimento regional nos anos 1970 e 1980 (MUELLER; MUELLER, 2016).

Dados como a participação do Brasil no comércio mundial agrícola ratificam o crescimento do segmento. O Brasil exportou U\$ 17 bilhões em produtos agrícolas em 2002, passando para U\$ 74 bilhões em 2015 (+435%) (BRASIL², 2016). Com relação ao registro de cultivares, no período de 1998 a 2017, a Embrapa registrou 1633 cultivares individualmente ou em parceria, sendo 317 referentes a soja e 131 referentes a milho (BRASIL, 2017).

Resultados de produção, área utilizada, produção e produtividade de soja e milho estão apresentados no Quadro 3.1. Observa-se que o aumento da área utilizada para plantio não cresce proporcionalmente à produção agrícola e o aumento da produtividade é resultante do desenvolvimento e introdução de novas tecnologias, realizadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - SNPA e em especial pela Embrapa (CONTINI et al., 2010). Com isto, observa-se que a trajetória da agricultura brasileira não foi pautada exclusivamente na expansão de fronteiras (embora este tenha sido um fator importante para a agricultura até o final dos anos 1980), sendo o aumento da produtividade que possibilitou que o Brasil ocupasse posição de destaque na produção agrícola mundial (VIEIRA et al, 2015).

Quadro 3.1 - – Comparativo de área, produção e produtividade

Produto	Área plantada (ha)		Variação (%)	Produção (milhões ton)		Variação (%)	Produtividade (kg/ha)		Variação (%)
	1976/77	2014/15		1976/77	2014/15		1976/77	2014/15	
Soja	6949	32093,9	362	12145	96228,8	692	1748	2998	72
Milho	11797,3	15692,2	33	19256	84672,4	340	1632	5396	231

Fonte: BRASIL¹ (2016)

Adicionalmente, a taxa de crescimento do índice de produtividade total de fatores - PTF para o Brasil cresceu 2,64% no período 1990- 1999 e 3,63% no período 2000-2007, sendo a última considerada uma taxa alta, haja visto que para o mesmo período, o crescimento para países em desenvolvimento foi de 1,98%, para países do Centro e Leste Europeu foi de 1,92% e países com economia desenvolvida foi de 0,86%. Esta taxa de crescimento representa o crescimento de produtividade influenciado pelo aperfeiçoamento do processo produtivo que ocorre devido a

mudança tecnológica, melhoria da qualidade de insumos, aperfeiçoamento da gestão, dentre outros fatores, e que independe do aumento da quantidade de insumos utilizados. Vale ressaltar que o Brasil alcançou resultado de 5,69 % no período 2000-2011. A introdução de novas tecnologias que aumentam a produtividade da terra tem a Embrapa como instituição líder neste processo (GASQUES et al. ,2012).

A Embrapa estabeleceu no VI PDE (2014-2034), a Missão de “*Viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira*” e a Visão de “*Ser referência mundial na geração e oferta de informações, conhecimentos e tecnologias, contribuindo para a inovação e a sustentabilidade da agricultura e a segurança alimentar*” (BRASIL³, 2015). Identifica-se, portanto, a importância dada pela organização para a geração e oferta de conhecimento e tecnologia para o estabelecimento de inovações.

Este documento também estabelece diretrizes estratégicas visando o cumprimento da Missão e alcance da Visão 2014-2034. Destacam-se para esta pesquisa, a de “Aumentar a eficiência na gestão de PD&I” e “Ampliar a atuação em redes e as relações com parceiros nacionais”. Estas diretrizes reforçam o compromisso da Embrapa no fortalecimento da integração da P&D, transferência de tecnologia, comunicação e negócios em sua gestão produtiva, e no estabelecimento de parcerias com os setores público e privado. Ele também estabelece diretrizes para promoção de estratégias de comunicação que contribuam para o processo de PD&I com foco no mercado para a promoção de seus processos, produtos e serviços desenvolvidos.

3.3 EMBRAPA E INOVAÇÃO EM AGRICULTURA

Em seus primeiros anos de existência, a Embrapa teve o papel de “repassadora de tecnologias modernas”, com a geração e disseminação de pacotes tecnológicos contendo recomendações técnicas e estimativas de custo e receita. As tecnologias ofertadas eram provenientes dos resultados de pesquisa disponíveis, gerados anteriormente pelo DNPEA – Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária e adaptados às diferentes condições dos tipos de produtores, porém mantendo a essência das tecnologias recomendadas. A implantação dos chamados “pacotes tecnológicos”, visava suprir a carência dos produtores rurais, para a incorporação de novas tecnologias aos processos produtivos com o objetivo de melhorar a produtividade e qualidade de produtos - sistemática já utilizada por outros países (SOUZA,

TRIGUEIRO, 1989). Os pacotes tecnológicos eram difundidos pela assistência técnica rural (serviços de extensão) e as agências de crédito somente financiavam projetos agropecuários que estivessem contidos nestes pacotes (RODRIGUES, 1987). Esta missão foi cumprida até o final dos anos 1970, tornando-se posteriormente, uma empresa geradora de novas tecnologias (SALLES- FILHO, 2000).

Pode-se afirmar que o modelo de inovação predominante na atuação da Embrapa até os anos 1980, foi o de “sistema nacional de pesquisa agrícola”, descrito no capítulo anterior. Este modelo se caracteriza pelo seu caráter linear ofertista – os resultados da pesquisa agrícola são transferidos para o produtor, porém ela não é gerada por meio de vínculo com os usuários da tecnologia, muitas vezes não refletindo suas necessidades.

A partir de 1985, com a transição democrática no país e instalação da Nova República foram adotadas novas prioridades de pesquisa pela direção da Embrapa, com maior ênfase em pesquisa básica, diminuição de dependência externa em termos de tecnologia e preservação do meio ambiente. Nos anos de 1986 e 1987, com as mudanças na alta direção da Embrapa, identificou-se a ausência de definições claras de uma política institucional para fazer frente às modificações da economia mundial e do setor público. A Embrapa passa a adotar um novo modelo organizacional, com vistas a vincular os resultados de P&D a soluções tecnológicas demandadas pelo agronegócio e sociedade. Com isto, uma nova etapa da pesquisa é iniciada em 1988, com a adoção da sistemática de planejamento estratégico, com estabelecimento de sua missão institucional, objetivos, diretrizes e metas para um período de cinco anos (SALLES-FILHO, 2000). Estes estão documentados no PDE - Plano Diretor da Embrapa. Até o momento, foram editados seis PDEs. No Quadro 3.2 estão descritos o período compreendido por cada Plano e a diretriz estratégica sintetizada na Missão da empresa.

O I PDE (1988-1992) e o II PDE (1994-1998) estabeleceram prioridades como o aumento da produção de alimentos básicos no país – dentre elas milho e soja, melhoramento genético de plantas e redução da dependência externa, especialmente em tecnologia de ponta como a utilização de biotecnologia para melhoramento genético não convencional. Para alcance destas prioridades, estes documentos reafirmam a necessidade do fortalecimento da pesquisa realizada em cooperação com universidades, instituições de pesquisa, serviços de extensão rural e a iniciativa privada. Também foi dada ênfase para a transferência de tecnologia. Os esforços previstos referiam-se aos serviços de extensão rural e meios de comunicação como televisão e revistas especializadas de

cunho popular, assim como a ênfase à comunicação técnica e científica integrada ao desenvolvimento de pesquisas (BRASIL, 1988; BRASIL, 1994).

O III PDE (1999-2003) dá ênfase à transferência de tecnologia, aos mecanismos de prospecção de demanda, à participação do setor privado no desenvolvimento tecnológico e utilização dos direitos de propriedade intelectual, visto que a Lei de Proteção de Cultivares e o Registro de Proteção de Cultivares foram instituídas um ano antes da publicação deste documento (BRASIL, 1988).

Nos anos 1990 a Embrapa iniciou uma nova fase em sua administração, com a utilização de instrumentos como planejamento estratégico, implantação de projetos estratégicos e de políticas para dar consistência ao novo modelo gerencial. Em 1993, a Embrapa evoluiu o processo de planejamento estratégico para o modelo SEP – Sistema Embrapa de Planejamento, aproximando a empresa de seus clientes, usuários e beneficiários, com a introdução da prospecção de demandas e a pesquisa interdisciplinar e interinstitucional (BRASIL¹, 2004).

Com isto, houve uma busca por instrumentos de gestão mais eficientes que proporcionassem maior interação com as cadeias produtivas, como a elaboração, em 1997, de uma Política de Comunicação Empresarial e da Política de Negócios Tecnológicos, sendo estas ações pioneiras na história da Embrapa. (GUEDES, FRONZAGLIA, BALSADI, 2008; SALLES FILHO, 2000). A Política de Negócios Tecnológicos apoiou a estruturação de áreas de negócio nas Unidades Descentralizadas da Embrapa que deram suporte às ações descentralizadas de transferência de tecnologia e ao incremento de geração de receitas próprias. Posteriormente deram a tônica para o próximo planejamento – III PDE. Houve intensificação dos meios para atuação em transferência de tecnologia, como a promoção de eventos como Dia de Campo, programas de rádio e televisão, palestras, participação em feiras e exposições (SALLES FILHO, 2000).

Portanto, verifica-se que nos anos 1990 há uma predominância do modelo “sistema de informação e agricultura do conhecimento”. Neste enfoque, destacam-se a importância da demanda por novas tecnologias e os vínculos entre pesquisa, extensão rural e produtores para identificação de demandas, compartilhamento e utilização da informação e conhecimento.

A partir dos anos 2000 a atuação da Embrapa se aproxima da abordagem de “Sistemas de Inovação em Agricultura”, com o caráter de interação com os diversos agentes envolvidos no processo de inovação – organizações de pesquisa e cadeia produtiva e ênfase em produção de conhecimento e transferência de tecnologia.

Neste período, destaca-se o papel das políticas implantadas como a Lei de Proteção de Cultivares e o Registro Nacional de Cultivares que além de estimularem o melhoramento genético de plantas, também atuam com a interação entre as partes interessadas por meio dos contratos de licenciamento e dos direitos de propriedade intelectual. Destaca-se também a atuação da Embrapa junto ao SNPA – Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária que promove a atuação em parceria e troca de conhecimento entre as instituições participantes e por outras organizações públicas e privadas vinculadas à atividade de pesquisa agropecuária. Dentre seus objetivos pode-se destacar a de execução conjunta de projetos de pesquisa de interesse comum, estabelecer um sistema de informação agrícola com formação de banco de dados para P&D agropecuário, facilitando o acesso aos usuários e clientes da pesquisa agropecuária; promover o intercâmbio de informações e documentação técnico-científica nas áreas de interesse comum (BRASIL, 2017).

Outro fato a ser ressaltado foi a implantação, em 2002, do SEG – Sistema Embrapa de Gestão que tem como objetivo estruturar a gestão das ações de PD&I por meio de macroprogramas, buscando articular os agentes do SNPA, privilegiando a formação de redes, bem como a programação de sua atuação (MENDES, 2015).

Em 2013 foi implantado o Agropensa – Sistema de Inteligência da Embrapa, que tem como objetivo produzir e difundir conhecimentos e informações em apoio à formulação de estratégias de PD&I para a Embrapa, incentivando parcerias organizacionais e institucionais e potencializando geração de conhecimento e soluções inovadoras para a agricultura brasileira. Ele está estruturado em três atividades – “Observatório de Tendências”, quando é realizado o monitoramento e prospecção de tendências sobre o setor agropecuário do Brasil e do exterior; “Análise e Estudos”, etapa em que são realizadas as análises e validação dos temas prioritários que serão utilizados para nortear as ações de PD&I, comunicação e transferência de tecnologia relevantes para a agropecuária brasileira na etapa “Estratégia”. Estes resultados poderão ser transformados em planos e ações a serem implementadas pela Embrapa ou ainda indicar caminhos para a elaboração de políticas públicas ou que contribuam para o desenvolvimento setorial (BRASIL, 2017).

Com vistas a expandir sua capacidade de inovação, a Embrapa atua no desenvolvimento de parcerias públicas e privadas, baseadas na cooperação em P&D e transferência de tecnologia. Em 2015 possuía 3.185 contratos de cooperação em pesquisa e desenvolvimento, negócios e transferência de tecnologia com parceiros nacionais e internacionais, com percentuais de 66% e

34%, respectivamente. Destaca-se também os laboratórios virtuais – LABEX, citados anteriormente (BRASIL², 2015).

A ênfase na atuação em parceria e o caráter interativo do sistema de inovação em agricultura pode ser visto nos Planos Diretores da Embrapa.

Quadro 3.2 – Plano Diretor da Embrapa

Documento	Período de Abrangência	Missão
I PDE	1988-1992	<i>“Gerar e estimular a produção científica e tecnológica que possibilite o desenvolvimento da agropecuária e agroindústria nacionais, visando o bem-estar social e econômico da coletividade brasileira, através do uso racional dos recursos naturais e preservação do meio ambiente”</i>
II PDE	1994-1998	<i>“Gerar, promover e transferir conhecimento e tecnologia para o desenvolvimento sustentável dos segmentos agropecuário, agroindustrial e florestal em benefício da sociedade”</i>
III PDE	1999-2003	<i>“Viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício da sociedade.”</i>
IV PDE	2004-2007	<i>“Viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do espaço rural, com foco no agronegócio, por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício dos diversos segmentos da sociedade brasileira. ”</i>
V PDE	2008-2011-2023	<i>“Viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira ”</i>
VI PDE	2014-2034	<i>“Viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira.”</i>

Fonte: BRASIL (1988); BRASIL (1994); BRASIL (1998); BRASIL (2007); BRASIL (2008), BRASIL³ (2015)

No IV PDE (2004-2007), verifica-se a inserção da inovação em seus objetivos e diretrizes estratégicas com vistas à “construção de soluções para o agronegócio”. Dentre as diretrizes estabelecidas no documento, pode-se citar as relacionadas com a realização de PD&I com estabelecimento de parcerias para geração de conhecimento e tecnologias e cooperação com o setor público e privado; a construção de redes de conhecimento visando a transferência de conhecimento e tecnologia; e a comunicação empresarial, promovendo o fortalecimento da marca e imagem da empresa (BRASIL², 2004).

O V PDE (2008-2011-2023) institui a inovação na Missão e Visão da Embrapa para o período, destacando a importância desta para o posicionamento estratégico da empresa. Ela também faz referência à transferência de tecnologia como parte do processo de inovação, ao realizar breve explicação sobre a missão estabelecida no documento – “*A transferência de tecnologia faz parte do processo de inovação, o que confere aplicabilidade efetiva às tecnologias geradas*”. Dentre os desafios estratégicos, destacam-se a ampliação e diversificação das fontes para desenvolvimento de PD&I e ampliação da atuação em redes para aumentar a sinergia e capacidade de inovação e transferência de tecnologia, com a atuação de recursos humanos técnicos e gerenciais competentes (BRASIL, 2008).

No VI PDE (2014-2034) em vigência, não há alterações na Missão, permanecendo a mesma do documento anterior – “*Viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira*”. A Visão de futuro - “*Ser referência mundial na geração e oferta de informações, conhecimentos e tecnologias, contribuindo para a inovação e a sustentabilidade da agricultura e a segurança alimentar*“, sinaliza a importância dada pela Embrapa na geração de inovação e transferência de tecnologia. Dentre as diretrizes estratégicas, há uma continuidade com relação à ênfase na atuação em PD&I em rede de pesquisa com parceiros nacionais e internacionais e o fortalecimento da integração P&D, transferência de tecnologia, comunicação e negócios (BRASIL³, 2015).

3.4 EMBRAPA, CULTIVARES E SEMENTES

O melhoramento genético foi fundamental para a melhoria da produção e produtividade de algumas culturas. A utilização de novas cultivares na produção de sementes levou à evolução da agricultura brasileira, partindo da agricultura de subsistência com práticas domésticas de se conservar sementes de uma safra a outra, para produção de acentuado crescimento (VILLAS-BOAS,2008).

Conforme o MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2016), “*cultivar é resultado de melhoramento em uma variedade de planta que a torne diferente das demais em sua coloração, porte, resistência a doenças.(...) Embora a nova cultivar seja diferente das que a originaram, não pode ser considerada geneticamente modificada, o que ocorre é uma nova combinação do seu próprio material genético*” (BRASIL³, 2016).

O desenvolvimento de uma cultivar em geral necessita de longos períodos (aproximadamente dez anos), aplicação de conhecimentos de genética e possui alto custo (VILLAS-BOAS,2008), sendo que o setor público de pesquisa tem ocupado papel fundamental no desenvolvimento e proteção de cultivares (CARVALHO, SALLES FILHO, BUAINAIN, 2005).

Para propagar a carga genética da cultivar para o setor produtivo, são utilizadas as sementes que são produzidas e comercializadas por empresas especializadas. Para tal, é obrigatória a inscrição de uma cultivar no Registro Nacional de Cultivares – RNC. Este registro permite que as sementes sejam produzidas, beneficiadas e comercializadas, conforme estabelecido na Lei 10.711/2003 (VILLAS-BOAS, 2008).

A Lei Nº 9.456 de 1997 institui a Lei de Proteção de Cultivares que protege uma nova variedade vegetal por meio de concessão de Certificado de Proteção de Cultivar, tendo o titular o direito exclusivo à reprodução comercial da cultivar, pelo prazo de 15 anos para espécies anuais e de 18 anos para videiras, árvores florestais e ornamentais. Esta lei considera a proteção de cultivares como única forma de proteção e proíbe a dupla proteção, como no caso de patentes. No Brasil, é autorizada a multiplicação de sementes pelo produtor, desde que seja para uso próprio e em estabelecimento de sua posse. É importante ressaltar que não são permitidas patentes de plantas geneticamente modificadas (GM), porém “as patentes protegem a biotecnologia inserida em sementes salvas, criam-se zonas intermediárias, pois as empresas podem cobrar royalties da porção biotecnológica, mesmo no caso de sementes que foram salvas de acordo com a permissão da lei” (YOKOYAMA, 2014). Cabe ao obtentor da cultivar decidir pela sua proteção, independentemente da decisão de multiplicá-la ou não (YOKOYAMA, 2014; VILLAS- BOAS, 2008).

As empresas produtoras de sementes são responsáveis por sua multiplicação até que se atinja volumes adequados para a comercialização. Esta é realizada diretamente pelo produtor licenciado para o agricultor ou por intermediários como revendas ou cooperativas (VILLAS-BOAS, 2008).

Atualmente, a ênfase da inovação da Embrapa está no melhoramento genético para produção de sementes (LOPES et al, 2012; VIEIRA et al., 2015; VILLAS BOAS, 2008), tendo papel central na articulação de parcerias com empresas privadas e instituições de pesquisa para a geração dos novas cultivares (CARVALHO; SALLES FILHO; BUAINAIN, 2005). Os programas de melhoramento de plantas da Embrapa se iniciaram com o intuito de aumentar os ganhos de produção e melhorar a adaptação regional. Posteriormente, outros fatores como a busca por

sustentabilidade, exigências de consumidores e indústrias, o estabelecimento de novas cadeias de abastecimento levaram a outras melhorias como a necessidade de produção de cultivares mais resistentes/tolerantes a estresse biótico e abiótico, ciclos curtos, tamanho e arquitetura de plantas ou propriedades nutraceuticas e funcionais (LOPES et al., 2012). Também há de se destacar a disponibilidade de recursos genéticos pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, suprimindo os programas de melhoramento com o germoplasma necessário para o desenvolvimento de novas variedades de plantas. Recursos genéticos são importantes insumos básicos para o melhoramento de cultivares vegetais e raças animais, uma vez que a grande maioria de espécies de importância agrícola são originadas de outros países (a exemplo da soja, arroz, laranja e cana de açúcar que são originárias da Ásia), o que torna necessária a sua disponibilidade (LOPES et al, 2012; LOPES, MELLO, 2006).

A atuação da Embrapa em pesquisa e desenvolvimento de cultivares representa um fator de inibição à concentração do mercado de sementes e contribui para a oferta e diversificação de sementes aos agricultores (LOPES et al, 2012; VILLAS BOAS, 2008). Com relação a produção de sementes, em 2014, a Embrapa assinou 1.194 contratos de licenciamento com empresas produtoras de sementes, totalizando 138.678 hectares de produção de sementes de cultivares (BRASIL¹, 2015).

A Lei de Proteção de Cultivares garante a propriedade intelectual das cultivares e o pagamento de *royalties* e taxas de utilização de tecnologia, privilegiando as atividades de melhoramento vegetal e fortalecendo o papel dos obtentores de cultivares (FUCK; BONACELLI, 2007). A Lei estimulou a entrada de grandes empresas transnacionais no mercado de sementes, aumentando a concorrência e alterando a lógica do mercado de sementes, fazendo com que o estabelecimento de parcerias se tornasse essencial para que a Embrapa desempenhasse seu papel de obtentor de cultivares. Estas parcerias, antes limitadas a instituições públicas, ampliaram-se com a entrada de empresas privadas (VILLAS BOAS, 2008).

Nas parcerias com empresas privadas para desenvolvimento de novas cultivares, não é admitida a co-titularidade, assim como a cooperação com empresas privadas que mantenham programa próprio de melhoramento genético para espécies objeto do programa conjunto de desenvolvimento ou que disponibilizem suas instalações para outros que mantenham programa de melhoramento genético. Desta maneira, a Embrapa evita que seu material genético seja

“misturado” ao da empresa parceira privada. Para as parcerias com instituições públicas, é prevista a co-titularidade (CARVALHO; SALLES FILHO; BUAINAIN, 2005).

Com relação a soja e milho - duas culturas de grande importância para a agricultura nacional, a Embrapa participa ativamente na pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares, inclusive de variedades geneticamente modificadas.

Em 1975 foi criada a Embrapa Soja localizada em Londrina – Paraná com o objetivo de desenvolver tecnologias para a produção de soja no país que até então se restringia a regiões de clima temperado e subtropicais. Estas pesquisas permitiram o cultivo da soja em todo o território nacional (BRASIL⁴, 2016; CAMPOS, 2010; FUCK, BONACELLI, 2007). Importante ressaltar o papel do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC como precursor de pesquisas nesta área, com o desenvolvimento de variedades de soja menos sensíveis a baixas temperaturas e ao fotoperíodo (reação das plantas à duração do dia em relação à noite em um tempo de 24 horas) (CAMPOS, 2010), da Francisco Teresawa – FT que desenvolveu programa de melhoramento com variedades de soja bem sucedidas no Paraná e Centro Oeste e da Organização das Cooperativas do Paraná (Ocepar) (FUCK, BONACELLI, 2007; YOKOYAMA, 2014).

Esta Unidade realiza pesquisas com soja convencional e geneticamente modificada. Dentre as parcerias para desenvolvimento de soja geneticamente modificada, pode-se citar a estabelecida com as empresas Monsanto e BASF (LOPES, 2012, YOKOYAMA, 2014). Vale destacar que as inovações relacionadas a cultivares devem se adaptar às condições de clima e solo nas quais serão introduzidas, deste modo, as empresas transnacionais que detinham a tecnologia (genes) não possuíam o germoplasma de cultivares adaptados às diferentes condições edafoclimáticas (WILKINSON, CASTELLI, 2000 apud FUCK, BONACELLI, 2007), resultando nas parcerias com empresas de pesquisa locais. É importante destacar a parceria da Embrapa com as fundações de produtores de sementes de soja, permitindo testar suas cultivares em diversas condições de clima, solo e condições de manejo e resultando em melhor adaptação das cultivares às diversas regiões produtoras (FUCK, BONACELLI, 2007)

A cooperação técnica com a Monsanto gerou as sementes de soja Roundup Ready (RR) que são resistentes ao herbicida glifosato. Nesta parceria, a Embrapa é detentora da tecnologia da cultivar desenvolvida e a Monsanto é detentora dos genes tolerantes ao herbicida que foram incorporados a cultivar. Outra parceria de destaque foi a desenvolvida com a BASF, para

desenvolvimento de cultivar de soja transgênica resistente a herbicidas da classe imidazolinonas (FIGUEIREDO, 2016; FILOMENO, 2013; LOPES et al, 2012).

Com relação ao milho, em 1976 foi criada a Embrapa Milho e Sorgo (anteriormente Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – CNPMS), em Sete Lagoas (MG). No final dos anos 1970, as empresas produtoras de sementes passaram a exercer pressão para que a Embrapa lançasse variedades de milho mais produtivas, visto que o IAC – Instituto Agrônomo de Campinas e IPAGRO – Instituto de Pesquisas Agronômicas não tinham mais condições de dar suporte. Em 1986, a Embrapa lança no mercado a cultivar BR 106, variedade de polinização aberta que possuía melhor produtividade e adaptabilidade às existentes até então no mercado, e em 1987 é lançado o híbrido BR 201 de alto padrão tecnológico, com elevada adaptação ao cerrados e alta produtividade (ROCHA, 2014).

Em 1988, a Embrapa estimulou a formação da Unimilho – União Nacional das Empresas Produtoras de Milho - rede com aproximadamente 30 empresas sementeiras dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás, com o objetivo de disseminar variedades de milho geradas pela Embrapa (WILKINSON, 2002 apud YOKOYAMA, 2014). Com isto, a Embrapa alterou a competitividade do mercado de milho, possibilitando a redução do preço das sementes e evitando que o mercado fosse totalmente dominado pelas empresas transnacionais (FUCK, BONACELLI, 2007, LOPES, 2012). Nos anos 1990, a participação da Unimilho no mercado de sementes chegou a 15%. No período 2012/2013, 90% do mercado brasileiro estava concentrado nas empresas transnacionais, entretanto, as atividades de melhoramento de milho continuam a ser conduzidas pelo setor público, em especial a Embrapa (WILKINSON, 2002 apud YOKOYAMA, 2014).

Em 2011, a Embrapa inicia um novo modelo de parcerias, com um programa de licenciamento de linhagens para empresas que possuem programas próprios de melhoramento genético de milho. Neste novo *modus operandi*, a Embrapa licencia linhagens de elite de seu programa de melhoramento para outras empresas (incluindo grandes empresas), buscando o desenvolvimento de híbridos que incluam a linhagem da Embrapa e de terceiros e contribuindo para a ampliação da base genética nacional e levando ao mercado as tecnologias inovadoras. Ressalta-se que ao longo das últimas décadas, a base genética de milho no país estava sendo dominada por grandes empresas como Monsanto, Pioneer Du Pont, Sygenta (ROCHA, 2014).

DINÂMICA DE SISTEMAS

4.1 INTRODUÇÃO A DINÂMICA DE SISTEMAS

Sistema é um conjunto de elementos em interação, podendo ser pessoas, células, moléculas, dentre outros. Ele é organizado de modo a atingir um objetivo e produz um padrão de comportamento característico através do tempo. Um sistema é formado por elementos, interconexões e uma função ou propósito. Como exemplos de sistemas, pode-se citar um time de futebol. Os elementos seriam os jogadores, o treinador, o campo, a bola. As interconexões seriam as regras do jogo, a estratégia do treinador, a comunicação entre os jogadores, as leis da física que determinam os movimentos da bola e dos jogadores. O objetivo do time seria ganhar o jogo, divertir-se ou simplesmente fazer exercícios. Uma escola, uma cidade, uma indústria, uma empresa também são sistemas (MEADOWS, 2008).

Uma das maneiras que se pode compreender os sistemas e seu comportamento é por meio do pensamento sistêmico (*system thinking*) - a habilidade de ver o mundo como um sistema complexo, onde tudo está conectado, onde não há ações isoladas. A Dinâmica de Sistemas pode ser utilizada para modelar e simular estes sistemas complexos. Considerada como uma metodologia de modelagem, ela é fundamentada em teorias de controle, na teoria de dinâmica não linear e de *feedback*. Ela é interdisciplinar. Trabalhar com dinâmica de sistemas requer algo mais que técnicas para construção de modelos matemáticos, perpassando pela psicologia social, teorias organizacionais, economia e outras ciências sociais (STERMAN, 2001; STERMAN, 2002).

Jay Forrester iniciou os estudos sobre esta metodologia no MIT em 1956. A sua utilização em sistemas sociais é importante visto que modelos computacionais podem ser muito mais abrangentes que modelos mentais, ampliando as possibilidades de análise para a tomada de decisões (FORRESTER, 1971).

A maioria das pessoas acredita que os fatores “causa e efeito” estão intimamente relacionados com o espaço e tempo, porém em sistemas dinâmicos complexos, causa e efeito estão muitas vezes distantes disto. A dinâmica de sistemas auxilia a expansão dos limites de nossos

modelos mentais e de modelos formais, possibilitando cruzar fronteiras disciplinares, entre departamentos, entre especialidades. Nossas decisões geram reações ou resposta do sistema à intervenção realizada. As soluções para determinado problema podem se tornar problemas posteriores, como por exemplo, os microrganismos patogênicos que desenvolvem resistência aos antibióticos ou programas de construção de estradas que criam a expansão suburbana e que na verdade, aumentam o tráfego. Não existem efeitos colaterais que não possamos prever. Tudo gera efeitos, resultados de nossas ações. Em geral, a maioria dos comportamentos complexos surgem das interações entre o componentes do sistema, não a partir da complexidade dos componentes (STERMAN, 2000; STERMAN, 2002).

Portanto, a utilização de modelos computacionais para simulação possui a vantagem de poder prever as consequências da interação destes pressupostos. Os modelos de dinâmica de sistemas não são provenientes de série de dados estatísticos, são estabelecidos baseados na estrutura do sistema e nas políticas que direcionam as decisões, ou seja, podem refletir o comportamento do sistema (FORRESTER, 1971).

A complexidade dos sistemas não está no número de componentes do sistema ou no número de possibilidades que devemos considerar para a tomada de decisões, mas na interação entre os componentes ao longo do tempo (STERMAN, 2001).

Sterman (2001) elenca os fatores que caracterizam os sistemas como sendo dinâmicos e complexos:

- **Mudança constante** - mudanças sempre ocorrem em sistemas, em diferentes escalas de tempo, como por exemplo o tempo de vida de uma estrela que se desenvolve em bilhões de anos e explode em segundos se transformando em outra ou o mercado financeiro que está em alta por anos e em poucos segundos pode quebrar;
- **Conexão** – tudo está conectado, todos os atores interagem entre si, não existindo nenhuma ação que seja isolada;
- **Feedback** – a ligação entre os atores faz com que as ações realizadas ocasionem efeitos de realimentação (feedback). Nossas ações causam mudanças que levam outros a agirem, provocando novas situações que influenciam nossas próximas decisões;
- **Não linearidade** – efeito raramente é proporcional à causa, assim como o que ocorre localmente em um sistema não se aplica a outros locais (outros estados do sistema);
- **Histórico – Dependência** – muitas mudanças são irreversíveis. Optar por um

determinado caminho nos impede de optar por outros e determinam o ponto de chegada;

- **Auto organização** – a dinâmica do sistema surge espontaneamente a partir de sua estrutura interna, ou seja, frequentemente, pequenas alterações internas são ampliadas e moldadas pela estrutura de feedback, gerando determinado padrão no espaço e tempo, criando dependência da trajetória (*path dependence*);
- **Adaptabilidade** – as regras e recursos para decisão em um sistema complexo mudam com o tempo. As experiências levam ao aprendizado, fazendo com que as pessoas utilizem novos caminhos para alcançar suas metas, em face aos obstáculos;
- **Caracterizado por trade offs;**
- **Não intuitivo** – nos sistemas complexos, muitas vezes, causa e efeito são distantes em tempo e espaço;
- **Resistentes às políticas** – a complexidade dos sistemas reduz nossa capacidade de compreensão, fazendo com que soluções aparentemente óbvias falhem ou piorem a situação. Tomamos decisões baseados em nossos modelos mentais e com base em nossa visão imperfeita da complexidade do sistema. Para entender a resistência às políticas, devemos compreender a fonte da resistência, a complexidade do sistema e o modelo mental que utilizamos para a tomada de decisão.

4.2 MODELAGEM DE DINÂMICA DE SISTEMAS

Modelo pode ser conceituado como sendo uma pequena representação da realidade (STERMAN, 2002) Modelo seria uma representação, uma reprodução de determinado aspecto da realidade. Como um instrumento, refere-se a um meio para chegar a um objetivo ou um meio para a resolução de um problema que motivou a sua construção. O modelo destina-se a seu elaborador e àqueles que compartilham a linguagem com a qual se descreve uma determinada forma de visão, ou seja, o modelo recorrerá somente aos aspectos que seu construtor considerar importante (ARACILL, GORDILLO, 1997). Pidd (1999) também conceitua modelo como sendo “uma representação externa e explícita de parte da realidade vista pela pessoa que deseja usar o modelo para entender, mudar, gerenciar e controlar parte da realidade”. Nenhum modelo é a representação completa da realidade. Isto tornaria a modelagem complicada, cara, difícil de manipular e desastrosa como quando as coisas dão errado como na vida real.

Para a construção de um modelo computacional é importante analisar o sistema e identificar as partes que são relevantes e que descrevam o sistema, os mecanismos e as relações estabelecidas entre as partes (ARACILL; GORDILLO, 1997).

Pidd (1999) elenca alguns princípios para a modelagem:

- Modele simples; pense complicado - Modelos são representações simples de coisas complexas. Eles são uma forma de apoio para um processo decisório, não são substitutos para o pensamento e deliberação. Fazem parte do processo de análise e precedem a ação. Modelos complexos não seriam rentáveis, pois demorariam muito tempo para serem construídos e dispendiosos quanto ao seu desenvolvimento e controle. Além disto, modelos simples podem suportar análises complexas;
- Seja parcimonioso, comece com pouco e adicione posteriormente - Ao invés de construir um modelo definitivo com muito esforço, podemos iniciar com um modelo simples e refiná-lo até ficar adequado para nosso propósito;
- Dívida e conquiste. Evite megamodelos - Um modelo extenso pode ser desenvolvido como uma série de modelos simples, interligados, que podem ser entendidos e testados mais facilmente;
- Utilize metáforas, analogias e similaridades - A ideia é utilizar uma estrutura lógica similar bem desenvolvida e utilizar no problema que se tem em mãos, de modo que possam ser transmitidas informações de uma esfera para outra;
- Não se apaixone pelos dados - A modelagem deve conduzir o levantamento de dados e não o contrário;
- Modelar pode ser como prosseguir com a ideia de um amador talentoso (*muddling through*).

Para Sterman (2000), não existe um procedimento específico que garanta o desenvolvimento de uma modelagem competente, mas alguns modeladores seguem um processo disciplinado que envolve várias etapas. A primeira seria identificar o problema, o que o leva a ser um problema, identificar as variáveis chaves, conceitos e o período de tempo a ser considerado no estudo (incluindo as projeções futuras). É importante identificar o comportamento das variáveis a partir de seus dados históricos e projetar o seu comportamento futuro. A etapa seguinte seria

formular a hipótese, tomando como base as teorias atuais e o comportamento das variáveis. Com isto, pode-se desenvolver a estrutura do diagrama causal, baseado na hipótese inicial, variáveis-chaves e seu comportamento. Pode-se utilizar, como no caso desta pesquisa, o diagrama causal e o modelo de estoque e fluxos. O modelo de simulação é desenvolvido com a especificação da estrutura e estimando os parâmetros e condições iniciais. O modelo deve ser testado, observando a reprodução de comportamento adequado. E elaborar e avaliar políticas para melhoria do modelo.

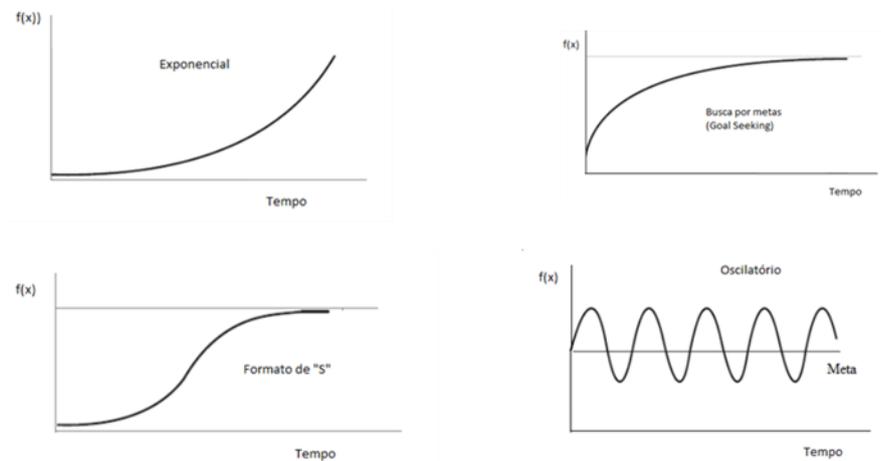
Grande parte da modelagem da dinâmica de um sistema é descobrir e representar os processos de *feedback*. Estes, aliados às estruturas de estoque e fluxo, *delays* (atrasos) e não-linearidades, determinam a dinâmica do sistema. Para desenvolver o modelo de simulação de um sistema, elabora-se o Diagrama Causal e o Diagrama de Estoque e Fluxos, de modo a demonstrar os estoques, fluxos, efeitos de *feedbacks* e *delays*.

4.2.1 Comportamento do Sistema

O comportamento de um sistema surge a partir de sua estrutura e consiste nos loops de *feedback*, estoques, fluxos e não-linearidades geradas pela interação dos elementos do sistema. Os modos básicos de comportamento são identificados junto com as estruturas de *feedback* (STERMAN, 2000):

- comportamentos de crescimento exponencial (*exponential growth*) são gerados por *feedbacks* de reforço. Quanto maior a quantidade, maior o aumento, elevando ainda mais o estoque. Este tipo de *feedback* pode também gerar decréscimos exponenciais,
- busca por metas (*goal seeking*) são geradas por *feedbacks* de equilíbrio. Estes *feedbacks* agem de maneira a estabilizar o sistema a um determinado objetivo ou estado,
- oscilatórios (*oscillation*) são gerados por *feedbacks* de equilíbrio com “*delays*” (atrasos) de tempo. Neste caso, os atrasos de tempo geram ações para continuar mesmo após atingir o equilíbrio, forçando o sistema a ajustes e desencadeando uma nova correção na direção oposta.
- Forma de “S” – possui fator limitante que estabelece um limite para o crescimento. Diferente do comportamento “busca por meta”, o fator limitante interfere no comportamento do crescimento, sendo que a função de crescimento deixa de ser exponencial e passa a ser logarítmica

Figura 4.1 - Comportamentos do sistema (mais comuns)



Fonte: Elaboração do autor. Adaptado de STERMAN (2000)

4.2.2 Diagrama Causal

Diagrama causal é uma ferramenta utilizada para representar as interdependências e processos de feedback, ou seja, demonstrar as hipóteses e causas do sistema e destacar os feedbacks. Ele consiste em variáveis conectadas por setas que indicam os efeitos causais entre elas (STERMAN, 2000).

Os efeitos causais representados pelas setas são acompanhados por uma polaridade – positiva (+) ou negativa (-) que indicam os efeitos da mudança nas variáveis. A conexão positiva (+) significa que se a causa aumenta, há um efeito de aumento na variável dependente ou se a causa diminui, há um efeito de diminuição na variável dependente. A conexão negativa (-) significa que se a causa aumenta, há um efeito de diminuição na variável dependente ou se a causa diminui, há um efeito de aumento na variável dependente (STERMAN, 2000).

4.2.2.1 Realimentação (*feedback*)

Os sistemas reais reagem às nossas intervenções, ocorrendo o surgimento de *feedbacks*. Quando um comportamento persiste ao longo do tempo, é provável que exista um ciclo de

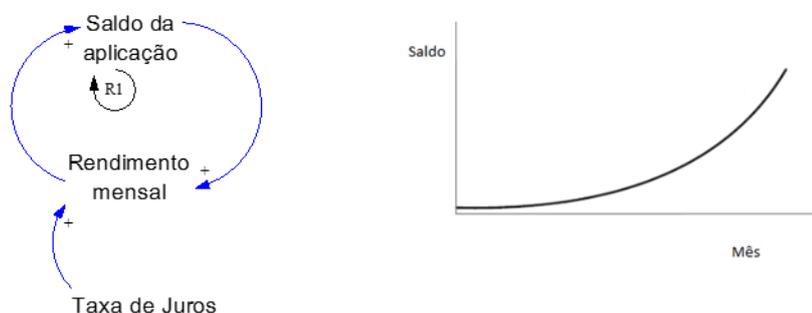
feedback acontecendo. Embora existam apenas dois tipos de loops de feedback, estes podem ocorrer em grande quantidade nos sistemas (STERMAN, 2000; MEADOWS, 2008).

A dinâmica surge de dois tipos de loops de feedback – positivo (reforço) ou negativo (equilíbrio). O *loop* de reforço amplia o que está acontecendo no sistema em qualquer direção imposta (STERMAN, 2000).

O *loop* de equilíbrio procura estabilizar o sistema, contrariando e se opondo às mudanças, ou seja, tentam manter o estoque com um determinado valor ou em um intervalo de valores (MEADOWS, 2008). Os *loops* são destacados por um sinalizador, identificando o tipo de loop – reforço, representada pela letra R circundada por uma seta no sentido horário ou de equilíbrio – representada pela letra B, contornada por uma seta no sentido anti-horário.

Exemplos de relações causais, *loop* de reforço e de equilíbrio podem ser vistos nas Figuras 4.2 e 4.3.

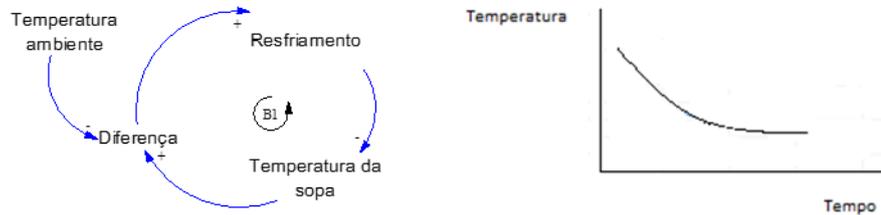
Figura 4.2 – *Loop* de Reforço



Fonte: Elaboração do autor

No caso de uma aplicação financeira que rende juros mensais. Mensalmente o saldo da aplicação aumentará com o aumento do rendimento mensal (caso a taxa de juros for positiva). Este crescimento continuará indefinidamente, caso a taxa de juros se mantenha positiva e se não houver saques.

Figura 4.3 – Loop de Equilíbrio



Fonte: Elaboração do autor

No caso de um prato de sopa aquecido e que seja deixado à temperatura ambiente. A temperatura da sopa tenderá a se estabilizar próxima à temperatura ambiente, ou seja, não será resfriada indefinidamente.

4.2.3 Diagrama de Estoque e Fluxo

O Diagrama de Estoque e Fluxo enfatiza a estrutura física subjacente do sistema. É composto pela representação do estoque, fluxo, taxa de controle de fluxo e fontes/drenos para os fluxos.

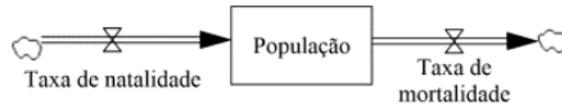
Estoques são acumulações de material ou informação que podem ser mensurados a qualquer tempo e geram informações sobre o estado do sistema, proporcionando a base para ações. Podem ser tangíveis como a água em uma banheira, população; equipamentos, dinheiro ou de natureza intangível como o conhecimento de uma empresa, fidelidade de clientes, habilidade de funcionários, dentre outros. Estoque é a “memória” do momento de um sistema que se altera conforme seus fluxos (STERMAN, 2000; MEADOWS, 2008). Estoques são representados por retângulos.

Os fluxos representam as mudanças de nível dos estoques, são as taxas com as quais ocorre a mudança do sistema. O inventário de uma empresa aumenta com o fluxo de produção e diminui com a expedição e deterioração dos produtos (STERMAN, 2000). Fluxos preenchem e drenam o estoque como nascimento e morte, compra e venda, depósitos e saques, sucesso e fracasso. (MEADOWS, 2008).

Um exemplo de estoque e fluxos é apresentado na Figura 4.4. A população (estoque)

aumenta de acordo com o fluxo de entrada regulado por uma taxa de natalidade e diminui com o fluxo de saída de acordo com a taxa de mortalidade.

Figura 4.4 – Estoque e Fluxo



Fonte: Elaboração do autor (extraído do software Vensim)

Os diagramas foram baseados e adaptados da pesquisa realizada por Hallam, Wurth e Mancha (2014) que estudaram o processo de transferência de tecnologia universidade-empresa sob a perspectiva de dinâmica de sistemas. Este estudo possui um caráter inovador, visto que muitos dos estudos têm abordado os aspectos lineares do processo de transferência de tecnologia, colocando ênfase sobre patentes e receitas de licenciamento, porém ignorando o impacto da reputação na transferência de tecnologia e da dinâmica associada às políticas e estratégias que influenciam a transferência de tecnologia universidade-empresa.

Estes autores identificaram e selecionaram quatro processos que afetam o processo de transferência de tecnologia universidade – empresa: licenciamento, pesquisa em parceria, empreendedorismo acadêmico e consultoria.

A construção do modelo também se baseia no caráter sistêmico e interativo da inovação, resultante das relações entre diversos agentes – organizações de ciência e tecnologia, produção, ensino e difusão de tecnologias, porém nem todos os *players* estão representados explicitamente no modelo.

5.1.1 Diagrama Causal Licenciamento de Cultivares

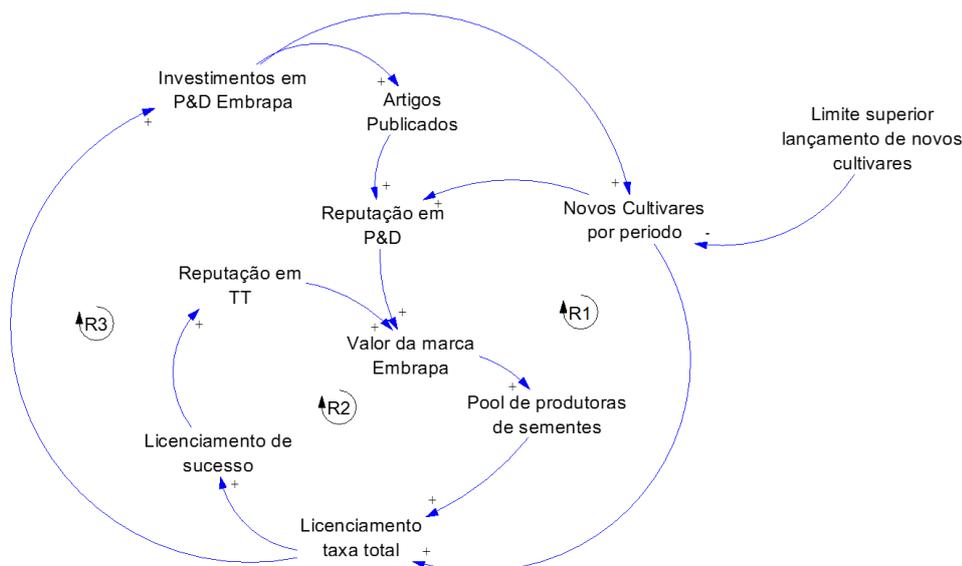
O licenciamento de tecnologia é um mecanismo de transferência de tecnologia contratual, de modo que empresas ou outros podem utilizar propriedade intelectual da universidade em forma codificada de patentes ou marcas registradas (BERCOVITZ, FELDMANN, 2006).

O diagrama de Licenciamento do modelo de Hallam, Wurth e Mancha (2014), no qual se baseia o Diagrama Causal de Licenciamento de Cultivares apresentado na Figura 5.2, segue os passos do modelo linear tradicional de transferência de tecnologia (SIEGEL et al., 2004) - descoberta científica, divulgação da invenção, avaliação da invenção para patenteamento; patenteamento; marketing da tecnologia, negociação do licenciamento e licenciamento. O modelo também considera processos implícitos como a construção da reputação em transferência de tecnologia e em P&D pela universidade, que não é considerada no modelo linear.

A Figura 5.2 apresenta a dinâmica de licenciamento de cultivares pela Embrapa. Neste diagrama, o loop R1 pode ser descrito como o processo geral de licenciamento. Assim como no modelo de Hallam, Wurth e Mancha (2014), no modelo proposto nesta pesquisa, a Embrapa possui um orçamento previsto anual para o desenvolvimento de pesquisas e inovação sendo que parte dele é utilizado para o desenvolvimento de novas cultivares, representada pela variável

“Investimento P&D Embrapa” que é uma variável que acumula ao longo do período. A variável “Licenciamento” é influenciada pelo desenvolvimento de novas cultivares (variável “Novas cultivares”). Se ocorrer aumento no desenvolvimento de cultivares, tem-se aumento no licenciamento de cultivares e conseqüentemente, maior contribuição para o investimento em P&D. De modo similar, se houver diminuição no desenvolvimento de cultivares, haverá uma diminuição do licenciamento e menor contribuição para investimento em P&D. As receitas provenientes do licenciamento de cultivares (royalties) também são investidas no desenvolvimento de P&D. Por sua vez, o investimento em P&D influencia a publicação de artigos técnicos que impacta a reputação em P&D.

Figura 5.2 – Diagrama Causal Licenciamento de Cultivares



Fonte: Elaboração do autor

Parte da receita de serviços da Embrapa é proveniente de contratos de licenciamento de cultivares. O valor dos *royalties*, definidos nos contratos de licenciamento, em geral é baseado no volume de vendas de sementes que foram multiplicadas e comercializadas pelos produtores de sementes. Os contratos podem ser firmados com obtentores de cultivares ou detentores de genes modificados geneticamente que serão inseridos em cultivares da Embrapa (VILLAS- BOAS, 2008).

No caso da Embrapa, os contratos de licenciamento dependerão da participação do licenciado na pesquisa e desenvolvimento da nova cultivar – caso tenha havido participação, o licenciamento é realizado exclusivamente para a empresa parceira. Caso não haja participação na pesquisa e desenvolvimento da cultivar, a Embrapa promove ofertas públicas em processos licitatórios. Os valores de royalties são negociados caso a caso (CARVALHO, SALLES FILHO, BUAINAIN, 2005). Em 2012, a Embrapa era responsável pela produção de sementes básicas/propágulos de aproximadamente 276 cultivares de 40 espécies e pela negociação de uma média de 1300 contratos de licenciamento por ano (LOPES et al, 2012).

A importância de se manter o investimento em pesquisas de melhoramento vegetal, assim como a validação dos resultados junto aos produtores é justificada pelo surgimento de cultivares mais produtivas, quebra de resistência ou tolerância a pragas e doenças (CORREA, SCHMIDT, 2014; LOPES, 2012; VILLAS-BOAS, 2008). Recursos insuficientes para comercialização de tecnologias e registros de patentes foram destacadas como fatores que podem impedir a transferência de tecnologia entre universidades e empresas (SIEGEL et al, 2004).

O modelo de Hallam, Wurth e Mancha (2014) considera que a reputação é um fator importante para a transferência de tecnologia, além de patentes e receitas de licenciamento que são consideradas no modelo linear de transferência de tecnologia. Em seu modelo, a reputação é adotada com a inserção das variáveis reputação em P&D – que é influenciada pela produção de P&D da universidade e reputação em TT (transferência de tecnologia) – que é determinada pela percepção da indústria sobre as atividades de transferência de tecnologia desenvolvidas pela universidade. Juntas, estas variáveis alimentam positivamente o valor da marca da universidade que por sua vez influencia o licenciamento de patentes.

A reputação de uma empresa está relacionada com sua credibilidade, resultante da avaliação de seus atributos pelas partes interessadas, como a qualidade dos produtos, levando a empresa a ter vantagem competitiva, melhorando as vendas e market share (CRETU, 2007; KIM; PARK, 2006). A reputação e a marca corporativa crescem à medida que as vendas e a base de clientes se expandem, gerando também crescimento na geração de receita, permitindo financiar melhorias em P&D, processos e marketing. Tais investimentos reforçam ainda mais a reputação da empresa, criando um ciclo virtuoso (KIM; PARK, 2006)

Sine, Shane e Gregorio (2003) relatam que no caso de atividades de licenciamento, o prestígio de uma organização possui efeito superior aos efeitos de desempenho de licenciamento

anteriores, ou seja, somente atributos técnicos podem não ser suficientes para explicar uma maior probabilidade de transferência de tecnologia. Aliado a isto, os autores argumentam que mercados baseados em conhecimento são facilitados pelo prestígio e que o prestígio de uma organização auxilia na superação de falhas de mercado. Deste modo, universidades de maior prestígio alcançam melhor performance no licenciamento de suas invenções, devido à percepção deste prestígio e não pela suposição de geração de melhor tecnologia (tecnologia *ex ante*). Assim, o aumento das receitas provenientes do licenciamento levam a uma maior probabilidade de licenciamento e aumento do prestígio ao longo do tempo, gerando um fluxo circular de aumento do prestígio.

Seguindo estas proposições, no modelo desta pesquisa considera-se que licenciamento de sucesso influencia a reputação em transferência de tecnologia alcançada pela Embrapa (variável Reputação em TT), ou seja, sucesso no licenciamento de cultivares (variável que se acumula no período) melhora a reputação da Embrapa em transferência de tecnologia (variável “Reputação em TT”). Como consequência, tem-se melhoria da sua “marca” (“Valor da marca Embrapa”), fazendo com que mais produtores de sementes adquiram suas cultivares. Este ciclo é representado pelo loop R2.

A reputação em P&D é impactada pelo investimento em pesquisas, artigos publicados e das cultivares desenvolvidas no período. Uma melhor reputação em P&D leva ao aumento do valor da marca Embrapa, o que atrai mais produtores a adquirir sementes, tendo como consequência na contribuição para o investimento em P&D. Este ciclo é representado pelo loop R3.

Barbosa, Machado (2013) destacam que a reputação e marca são diferenciais para o licenciamento de cultivares. No caso de sementes de milho, alguns dos aspectos que motivam as empresas licenciadas a adquirir a tecnologia desenvolvida pela Embrapa estão relacionados à experiência da empresa em produção de tecnologias agropecuárias, sua ampla experiência em transferência de tecnologia e o reconhecimento e sua reputação nacional em pesquisa agropecuária (CASTRO et al., 2013).

Fatores como sementes adaptadas às condições de solo e clima regionais, a capilaridade da distribuição dos produtores de sementes e de pontos de venda – importantes para explorar todo o potencial de mercado, impactam nas vendas de sementes e consequentemente no sucesso da adoção da nova cultivar. (VILLAS-BOAS, 2008). O sucesso da adoção da nova cultivar também está relacionado à capacidade de absorção da nova tecnologia (cultivar) pela empresa produtora

de sementes resultante de sua experiência e da presença de pessoal qualificado (CASTRO et al., 2013; CORREA, SCHMIDT, 2014).

Sucesso no licenciamento de cultivares melhora a reputação da Embrapa em transferência de tecnologia (variável “Reputação em TT”). Como consequência, tem-se melhoria da sua “marca” (“Valor da marca Embrapa”), fazendo com que mais produtores de sementes adquiram suas cultivares. A reputação em P&D é impactada pelo investimento em pesquisas no período (variável Investimento P&D Embrapa), artigos publicados no período e das cultivares desenvolvidas no período. Uma melhor reputação em P&D leva ao aumento do valor da marca Embrapa, o que atrai mais produtores a adquirir sementes, aumentando a receita de licenciamento e consequentemente aumentando os investimentos em P&D.

O desenvolvimento de novas cultivares é limitado pela variável “Limite superior lançamento de novos cultivares”. Estas ações podem limitar o crescimento do licenciamento de cultivares (loop R1), o crescimento da Reputação em TT (loop R2) e Reputação em P&D (loop R3).

5.1.2 Diagrama Causal Parcerias

Desenvolver parcerias com outras empresas como estratégia de inovação é proposto por Bowonder et al (2010), sendo reconhecido como um meio importante para a geração de novos conhecimentos, propriedade intelectual e para transferência de tecnologia (BERCOVITZ; FELDMANN, 2006; STEENSMA, 1996), enfrentar a diminuição do financiamento de pesquisa pelo governo (SANTORO, 2000) e compartilhar recursos e riscos (BARBOSA, MACHADO, 2013; DOSSA; SEGATTO, 2010). Complementar fundos para a própria pesquisa acadêmica, testar aplicações da pesquisa, buscar oportunidades de negócio foram alguns dos motivos que fizeram com que universidades realizassem pesquisas em parceria com a indústria. Para a indústria, a motivação foi dada pela possibilidade de solucionar problemas técnicos específicos, desenvolver novos produtos e processos, melhorar a qualidade de produto e conduzir pesquisas que levassem a novas patentes (LEE, 2000).

Com a expansão da agricultura, o estabelecimento de parcerias com instituições públicas e privadas tornaram-se fundamentais para que a Embrapa desempenhasse o papel de obtentor de cultivares, conferindo desta maneira, dinamismo, capilaridade e agilidade nas atividades de pesquisa e desenvolvimento (CORREA, SCHMIDT, 2014; VILLAS-BOAS, 2008). O modelo de

parcerias tem sido muito utilizado pela empresa para o desenvolvimento de novas variedades de soja, trigo, algodão, triticale, forrageiras e tomate. O parceiro pode ser envolvido no final do estágio dos programas de melhoria, contribuindo para a realização de testes e permitindo o lançamento das cultivares para as mais variadas condições ambientais do país (LOPES et. al, 2012).

Foram firmadas parcerias com grandes empresas do agronegócio, com o intuito de ampliar o alcance da Embrapa na agricultura e ampliar a disponibilidade de soluções tecnológicas para o produtor. Pode-se citar as parcerias com a Monsanto, BASF, Sygenta e Dow AgroSciences, É importante também destacar as parcerias com universidades, com o desenvolvimento de pesquisas de mestrado e doutorado sob a orientação ou coorientação de pesquisadores da Embrapa (LOPES et al., 2012).

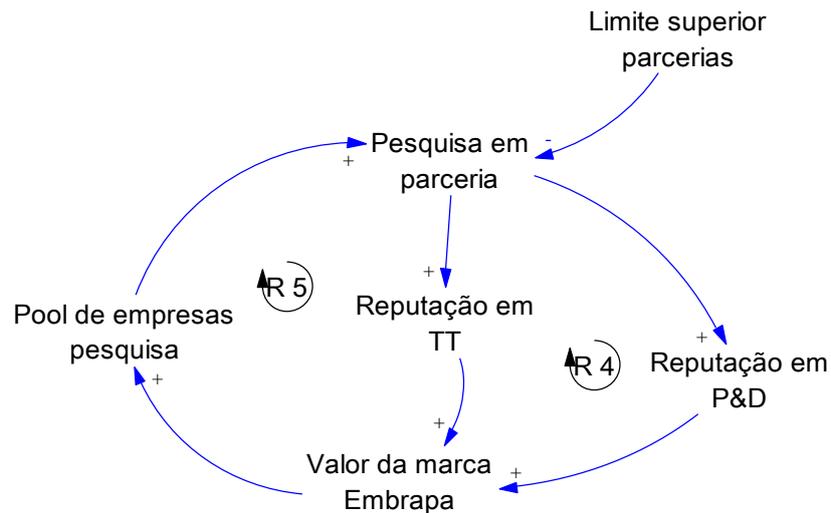
Quando a pesquisa em parceria realizada entre a Embrapa e empresa privada resultam em desenvolvimento de cultivar, é previsto para o parceiro o licenciamento com exclusividade para comercializar o novo produto, porém não é permitida a cotitularidade. Para parceiros públicos, é possibilitada a cotitularidade, sendo que os *royalties* são definidos caso a caso (CARVALHO, SALLES FILHO, BUAINAIN, 2005; VILLAS-BOAS, 2008).

No Diagrama Causal Parcerias (Figura 5.3) tem-se a representação das parcerias da Embrapa com demais empresas e instituições que desenvolvem PD&I. Este diagrama foi confirmado e validado pelo Diagrama de Pesquisa em parceria de Hallam, Wurth e Mancha (2014). Para estes autores, a pesquisa em parceria depende principalmente do *pool* de empresas envolvidos, visto que este é um indicador da atratividade da universidade. A pesquisa em parceria afeta a reputação em P&D, uma vez que as parcerias elevam o quantitativo de pesquisas realizadas pela universidade, assim como as publicações, apresentações e artigos. Também influenciam a reputação em transferência de tecnologia da universidade, pois acarretam transferência de tecnologia entre a universidade e seu parceiro.

Assim como as parcerias entre universidades e parceiros não acadêmicos, as pesquisas em parceria da Embrapa influenciam a reputação em transferência de tecnologia (TT) e reputação em P&D da Embrapa. Como relatado anteriormente, a reputação em TT e reputação em P&D alimentam positivamente o valor da marca (HALLAM, WURTH, MANCHA, 2014), adotou-se que quanto melhor a reputação da Embrapa em transferência de tecnologia, melhor será o valor da marca Embrapa, o que atrairá mais empresas parceiras para a realização de pesquisas em

parceria (Loop R5). O mesmo princípio pode ser seguido para o Loop R4 que apresenta relação positiva entre Pesquisa em parceria; Reputação em P&D; Valor da marca Embrapa e Pool de empresas pesquisa.

Figura 5.3 – Diagrama Causal Parcerias



Fonte: Elaboração do autor

Pesquisa em parceria é limitada pela variável “Limite superior parcerias”. A limitação de pesquisas em parceria também podem limitar o crescimento das variáveis Reputação em TT (loop R5) e Reputação em P&D (loop R4) e Valor da marca Embrapa, ocasionando uma menor incidência de empresas que buscam a Embrapa para o desenvolvimento de parcerias (representado pela variável pool de empresas de pesquisa).

A visão geral destes loops está descrita no Quadro 5.1.

5.1.3 Diagrama Causal Venda de Publicações

Para Rogers, Takegami, Yin (2001), transferência de tecnologia caracteriza-se por ser um tipo especial de comunicação, pois envolve o movimento de uma inovação tecnológica de uma organização de P&D para um receptor. Para estes autores, a transferência de tecnologia ocorre por meio de vários canais de comunicação, dentre eles licenciamento de tecnologia, publicações,

eventos em que há interação entre pessoas para a troca de informações e acordos de cooperação de P&D. Publicações, conferências, trocas informais e consultorias foram elencados como importantes mecanismos de transferência de tecnologia entre instituições de pesquisa pública e laboratórios de P&D industriais (COHEN; NELSON; WALSH, 2002).

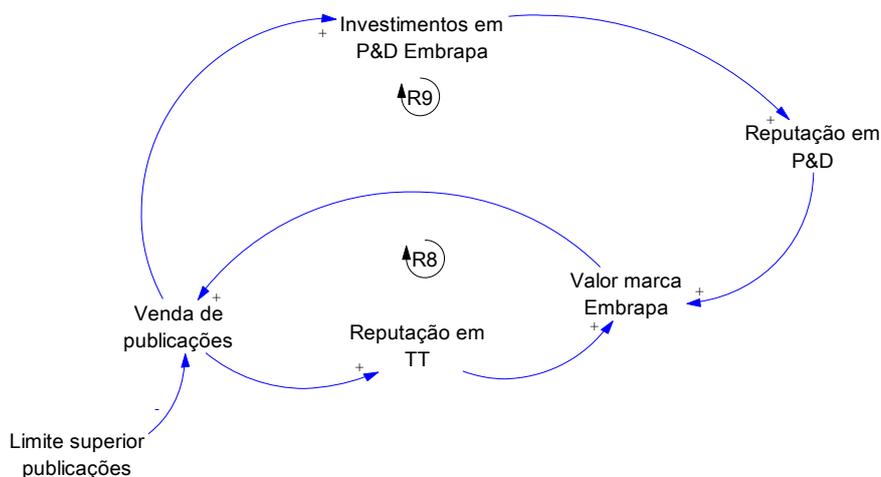
As publicações da Embrapa são meios utilizados para a transferência de conhecimento e tecnologia (MENDES, 2015; FEITOSA, 2008). A comunicação com o produtor rural e a facilidade de acesso às novas tecnológicas são estímulos a testes com os novos produtos (VILLAS BOAS, 2008), sendo que a sua adoção, em geral, ocorre após o reconhecimento da sua eficácia (BASSI et al, 2014; ZAMBERLAN; SONAGLIO; ZAMBERLAN, 2009).

A Embrapa disponibiliza sua produção técnica ou científico para transferir tecnologias de base instrucional/processual. Ela disponibiliza conteúdos gratuitos no repositório Infoteca-e para o agricultor, extensionistas, estudantes, professores de escolas rurais, cooperativas, constituído principalmente por livros e a série de publicação Embrapa (boletim de pesquisa, documento, circular e comunicado técnico) e programas de rádio e televisão (MENDES, 2015). Ela também comercializa livros técnicos e periódicos – vendas *online* ou vendas diretas pela Livraria Embrapa (BRASIL², 2015).

Neste modelo, o processo de venda de publicações está representado na Figura 5.4. Como relatado anteriormente, a reputação em P&D é influenciada pela produção de P&D e a reputação em TT é determinada pela percepção da indústria sobre as atividades de transferência de tecnologia desenvolvidas pela universidade, e estas influenciam a sua marca (HALLAM, WURTH, MANCHA, 2014). Portanto, no Diagrama Venda de Publicações, a venda de publicações influencia positivamente a reputação em TT e valor da marca Embrapa (loop de reforço R8). A receita proveniente da venda de publicações contribui para o investimento em P&D. Do mesmo modo que para a reputação em TT, o loop de reforço R9 apresenta relação positiva entre venda de publicações, investimento P&D Embrapa, reputação em P&D e valor da marca Embrapa.

A limitação para este processo é representada pela variável “Limite Superior publicações”. A limitação em venda de publicações limita o crescimento do investimento em P&D da Embrapa e a reputação em P&D e Valor da marca Embrapa (loop R9). O mesmo ocorre para a reputação em TT e Valor da marca Embrapa (loop R8).

Figura 5.4 – Diagrama Causal Venda de Publicações

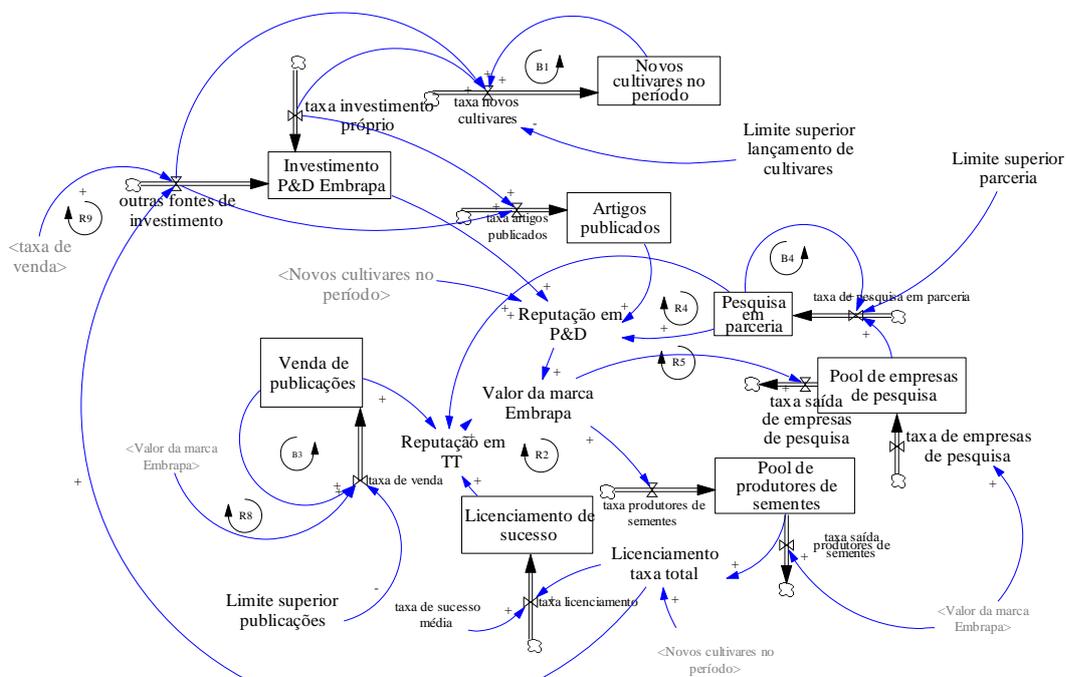


Fonte: Elaboração do autor

5.2 DIAGRAMAS DE ESTOQUE E FLUXO

A Figura 5.5 apresenta o modelo de Estoque e Fluxo da Atuação da Embrapa, contemplando os três processos estudados.

Figura 5.5 – Diagrama Estoque e Fluxo Processos Embrapa



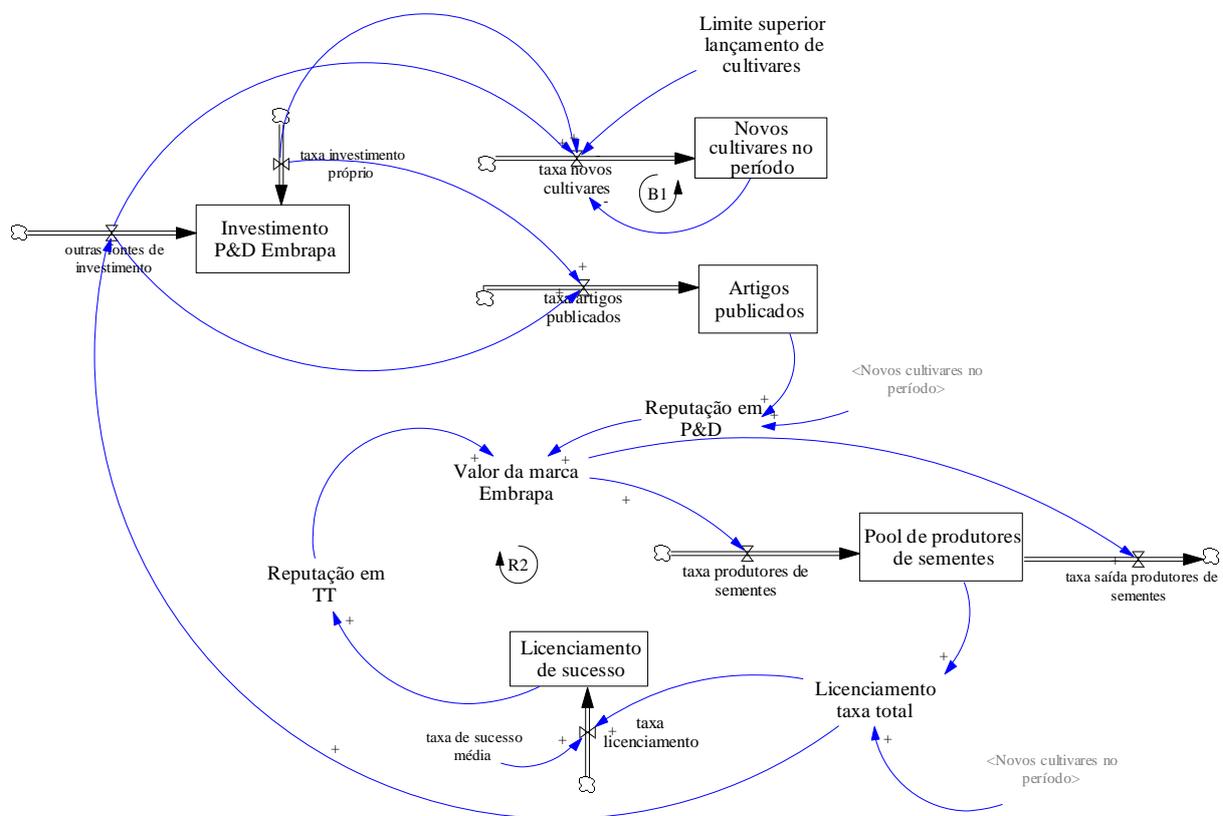
Fonte: Elaboração do autor

Nos próximos itens serão apresentados separadamente os diagramas dos processos e as equações relacionadas.

5.2.1 Diagrama Estoque e Fluxo Licenciamento de Cultivares

A Figura 5.6 apresenta o diagrama do processo de Licenciamento de Cultivares.

Figura 5.6 – Diagrama Estoque e Fluxo Licenciamento de cultivares



Fonte: Elaboração do autor

A variável estoque “Investimento em P&D Embrapa” é função de investimentos próprios provenientes do orçamento anual da Embrapa e de outras fontes de investimento que são as receitas provenientes de serviços (licenciamento, venda de produtos, venda de serviços, etc) e outros. A equação que representa esta variável pode ser descrita como:

$$\frac{d(\text{Investimento em P\&D Embrapa})}{dt} = \text{Outras fontes de investimento} + \text{Investimento próprio} \quad (5.1)$$

Sendo:

$$\text{Outras fontes de investimento} = (\text{Licenciamento taxa total} + \text{taxa de venda}) \quad (5.2)$$

A variável estoque “Novas cultivares no período” é função da taxa de novas cultivares no período:

$$\frac{d(\text{Novas cultivares no período})}{dt} = \text{Taxa de novas cultivares no período} \quad (5.3)$$

Sendo:

$$\text{Taxa novas cultivares no período} = f\left(\begin{array}{c} \text{outras fontes de investimento, taxa investimento próprio, limite superior de} \\ \text{investimento Embrapa} \end{array}\right) \quad (5.4)$$

A Taxa de novas cultivares no período será definida pela equação logística

$$\text{Taxa novas cultivares} = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right) \quad (5.5)$$

Sendo

N – Novas Cultivares no Período

K – Limite superior lançamento de novos cultivares (constante)

$$r = a_1 \text{ taxa investimento próprio} + a_2 \text{ outras fontes de investimento} + c_1 \quad (5.6)$$

Os coeficientes a_1 e a_2 serão estimados por regressão múltipla.

A equação logística é uma descrição matemática das taxas de crescimento de uma população, como visto em populações de itens ou seres que, neste caso, possuem curva de crescimento em forma de S (*S-shaped*) (ALLABY, 1999).

A variável estoque “Artigos publicados” é função de uma taxa de publicação de artigos:

$$\frac{d(\text{Artigos publicados})}{dt} = \text{taxa artigos publicados} \quad (5.7)$$

Sendo:

$$\text{taxa artigos publicados} = f(\text{taxa investimento próprio, outras fontes de investimento}) \quad (5.8)$$

Não foi encontrada, em literatura, a relação definida entre investimento em pesquisa e artigos publicados. Portanto, será considerado que a taxa de artigos publicados possui relação linear com o investimento em pesquisa e será definida pela equação:

$$\text{taxa de artigos publicados} = a_3 \text{ taxa investimento próprio} + a_4 \text{ outras fontes de investimento} + c_2 \quad (5.9)$$

Os coeficientes a_3 e a_4 serão definidos por regressão múltipla.

A variável estoque “Pool de produtores de sementes” é função da taxa de produtores de sementes que adquirem cultivares desenvolvidas pela Embrapa:

$$\frac{d(\text{Pool de produtores de sementes})}{dt} = f(\text{taxa de produtores de sementes, taxa de saída de produtores de sementes}) \quad (5.10)$$

A taxa de produtores de sementes e a taxa de saída de produtores de sementes são funções da marca Embrapa, demonstrando que a reputação e marca são diferenciais para o licenciamento de cultivares. Não foram identificados estudos que definissem a relação de produtores de sementes e marca, portanto consideramos que esta relação será linear e representada por :

$$\text{taxa de produtores de sementes} = a_5 \text{ Valor da marca Embrapa} + c_3 \quad (5.11)$$

$$\text{taxa de saída de produtores de sementes} = a_6 \text{ Valor da marca Embrapa} + c_4 \quad (5.12)$$

Os coeficientes a_5 e a_6 serão definidos por calibração automática.

A variável estoque “Licenciamento de sucesso” é função da taxa de licenciamento:

$$\frac{d(\text{Licenciamento de sucesso})}{dt} = \text{taxa licenciamento} \quad (5.13)$$

A taxa de licenciamento é função do licenciamento de cultivares e do sucesso deste licenciamento, representado pela taxa de sucesso média; Esta variável é abrangida por fatores mercadológicos e econômicos, porém neste caso, ela foi simplificada, visto que detalhar estas questões extrapolariam os objetivos propostos no modelo.

Portanto,

$$\text{Taxa licenciamento} = (\text{Licenciamento taxa total} * \text{taxa de sucesso média}) \quad (5.14)$$

5.2.2 Diagrama Estoque e Fluxo Parcerias

A variável estoque “Pesquisa em parceria”, apresentada na Figura 5.7 – Diagrama Estoque e Fluxo Parcerias, é função das pesquisas em parceria desenvolvidas pela Embrapa, representada pela variável taxa de pesquisa em parceria :

$$\frac{d(\text{Pesquisa em parceria})}{dt} = \text{taxa de pesquisa em parceria} \quad (5.15)$$

Por sua vez, a taxa de pesquisa em parceria é uma variável de fluxo, função das empresas parceiras da Embrapa para desenvolvimento de pesquisas e também da variável limite superior parcerias, conforme relatado no item 5.1.2.

A variável Taxa de Pesquisa em Parceria será definida pela equação logística

$$\text{Taxa pesquisa em parceria} = rP \left(1 - \frac{P}{K}\right) \quad (5.16)$$

Sendo

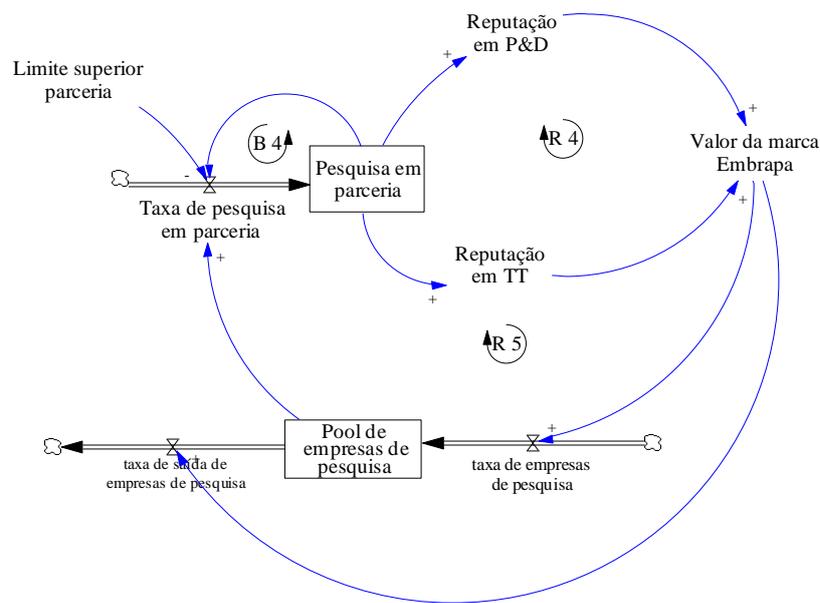
P – Pesquisa em parceria

K – limite superior parceria

$$r = a_7 \text{ pool de empresas de pesquisa} + c_5 \quad (5.17)$$

O coeficiente a_7 será definido por regressão múltipla.

Figura 5.7 – Diagrama Estoque e Fluxo Parcerias



Fonte: Elaboração do autor

A variável estoque “Pool de empresas de pesquisa” é uma função da taxa de empresas de pesquisa:

$$\frac{d(\text{Pool de empresas de pesquisa})}{dt} = f(\text{taxa de empresas de pesquisa}, \text{taxa de saída de empresas de pesquisa}) \quad (5.18)$$

A taxa de empresas de pesquisa e a taxa de saída de empresas de pesquisa são funções da marca Embrapa e também não foram identificados estudos que definissem a relação entre pesquisa em parceria e marca. Portanto consideramos que esta relação será linear e representada por :

$$\text{Taxa de empresas de pesquisa} = a_8 \text{ Valor da marca Embrapa} + c_6 \quad (5.19)$$

$$\text{Taxa de saída de empresas de pesquisa} = a_9 \text{ Valor da marca Embrapa} + c_7 \quad (5.20)$$

Os coeficientes a_8 e a_9 serão definidos por calibração automática.

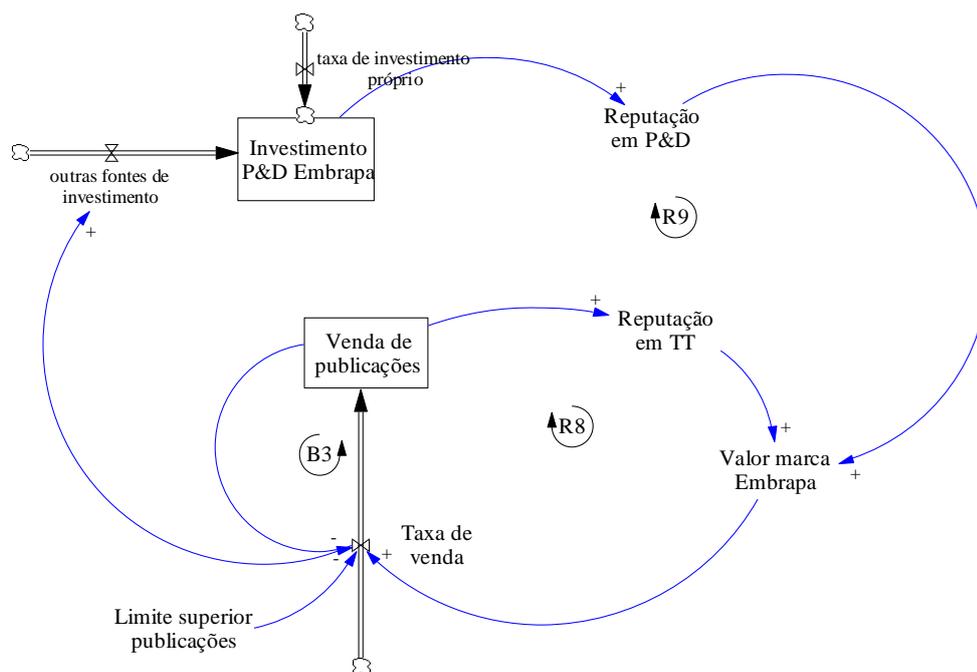
5.2.3 Diagrama Estoque e Fluxo Venda de Publicações

A variável Investimento P&D Embrapa encontra-se descrita no item 5.2.1.

A variável “Venda de Publicações”, apresentada na Figura 5.8, é uma função da taxa de venda.

$$\frac{d(\text{Venda de Publicações})}{dt} = \text{taxa de venda} \quad (5.21)$$

Figura 5.8– Diagrama Estoque e Fluxo Venda de Publicações



Fonte: Elaboração do autor

A taxa de venda é uma função do valor da marca e da variável limite superior publicações, podendo ser representada por:

$$\text{Taxa de venda} = f(\text{Valor da marca Embrapa}, \text{limite superior publicações}) \quad (5.22)$$

A taxa de venda de publicações será definida pela equação

$$\text{Taxa venda de publicações} = rV \left(1 - \frac{V}{K}\right) \quad (5.23)$$

Sendo

V – Venda de publicações

K – limite superior publicações

$$r = a_{10} \text{ Valor da marca} \quad (5.24)$$

O coeficiente a_{10} será determinado por calibração automática.

Em geral, a reputação corporativa é uma avaliação da empresa por suas partes interessadas, baseada nas experiências com a empresa, nas ações que a empresa realiza e na forma como ela se comunica. São construções dinâmicas que influenciam e são influenciadas pela maneira como a empresa projeta sua imagem, com seu comportamento, comunicação e simbolismo (GOTSI; WILSON, 2001). Portanto, a reputação em P&D é função das atividades que a Embrapa desenvolve em P&D e que projeta para suas partes interessadas.

Neste modelo consideramos que a reputação em TT e em P&D são funções lineares entre os processos de licenciamento de sucesso, parcerias e venda de publicações.

$$\text{Reputação TT} = b_1 \text{ Venda publicações} + b_2 \text{ Parcerias} + b_3 \text{ Licenciamento de sucesso} \quad (5.25)$$

$$\text{Reputação P\&D} = b_4 \text{ Venda publicações} + b_5 \text{ Parcerias} + b_6 \text{ Licenciamento de sucesso} \quad (5.26)$$

Os coeficientes $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ serão estimados pela direção da empresa.

O valor da marca Embrapa é uma função linear, compreendendo a reputação em TT e reputação em P&D, com pesos iguais.

$$\text{Valor da marca} = \text{Reputação TT} + \text{Reputação P\&D} \quad (5.27)$$

O termo valor da marca ou *brand equity* tem sido foco de estudos de marketing desde os anos 1990. Muitos especialistas desenvolveram ferramentas para analisar este ativo, porém não há

um consenso entre os diversos estudos. As ferramentas incluem fatores numéricos como margens de lucro e participação no mercado, porém não conseguem captar elementos qualitativos como prestígio e associações de interesse. Em geral, a maioria dos profissionais de marketing utilizam uma abordagem mais qualitativa para o valor da marca, devido à dificuldade de quantificá-lo. Portanto, em trabalhos futuros, será utilizado um valor da marca Embrapa estimado.

Quadro 5.1 – Visão Geral dos Loops

Diagrama	Loop	Nome	Variáveis
Licenciamento de Cultivares	R1	Processo de licenciamento	Investimento em P&D Embrapa; Novos Cultivares por período; Licenciamento
	R2	Reputação em TT - licenciamento	Licenciamento; Licenciamento de sucesso; Reputação em TT; Valor da marca Embrapa; Pool de produtores de sementes
	R3	Reputação em P&D - licenciamento	Investimento em P&D Embrapa; Artigos Publicados; Novas Cultivares por período; Reputação P&D, Valor da marca Embrapa, Pool de produtores de sementes, Licenciamento
	B1	Limitante Licenciamento	Novas cultivares por período; Limite superior de lançamento de novas cultivares
Parcerias	R4	Reputação em P&D - Parceria	Pesquisa em parceria; Reputação em P&D; Valor da marca Embrapa; Pool de empresas pesquisa
	R5	Reputação em TT - Parceria	Pesquisa em parceria; Reputação em TT ; Valor da marca Embrapa; Pool de empresas pesquisa
	B4	Limitante Parcerias	Parcerias; Limite superior parcerias
Venda de Publicações	R8	Reputação em TT - Venda de Publicações	Venda de Publicações; Reputação em TT; Valor da marca Embrapa
	R9	Reputação em P&D - Venda de publicações	Venda de Publicações; Investimento em P&D Embrapa; Reputação em P&D; Valor da marca Embrapa
	B3	Limitante – Venda de publicações	Venda de publicações; Limite superior publicações

Fonte: Elaboração do autor

Quadro 5.2 - Variáveis

Variáveis	Definição	Unidade
Investimentos P&D Embrapa	Investimentos em P&D	R\$/mês
Novas Cultivares por período	Cultivares registradas	cultivares reg/ano
Licenciamento	Valor em reais licenciadas	R\$ /ano
Pool de produtoras de sementes	Empresas produtoras de sementes (sementeiras) interessadas em adquirir cultivares desenvolvidas pela Embrapa	n. produtoras de sementes que adquirem sementes em um ano
Limite superior de novas cultivares	Percentual máximo em que a taxa de novas cultivares pode ser excedida	adimensional
Artigos Publicados	Artigos publicados pela Embrapa por ano	art.pub/ano
Reputação em TT	Variável adimensional que leva em conta valores acumulados nos últimos X anos que são responsáveis pelo impacto na reputação de TT da instituição	adimensional
Valor da marca Embrapa	Valor da Marca Embrapa	R\$
Reputação em P&D	Variável adimensional que leva em conta valores acumulados nos últimos X anos que são responsáveis pelo impacto na reputação de P&D da instituição	adimensional
Pesquisa em parceria	Valor investido em reais por ano	R\$/ano
Pool de empresas pesquisa	Empresas que desenvolvem pesquisa (instituições de pesquisa e empresas privadas) interessadas em estabelecer parceria com a Embrapa	n. empresas
Limite superior parcerias	Percentual máximo em que a taxa de parcerias por ano (R\$ por ano) pode ser excedido	adimensional
Venda de Publicações	Venda de Publicações em R\$ por ano	R\$/ano
Limite superior publicações	Percentual máximo em que a taxa de publicações por ano (R\$ por ano) pode ser excedido	adimensional

Fonte: Elaboração do autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS E ESTUDOS FUTUROS

Considera-se que todos os objetivos propostos nesta pesquisa foram atendidos, uma vez que foi apresentado um modelo dinâmico conceitual que representa a atuação da Embrapa junto ao mercado brasileiro de sementes. O modelo, composto pelos processos de licenciamento de cultivares, pesquisa em parceria e venda de publicações, apresenta as principais variáveis pertinentes a estes processos, suas relações causais e ciclos de realimentação, além das equações que regem estas relações.

No modelo apresentado, o crescente investimento realizado pela Embrapa em pesquisas em melhoramento genético de plantas levam ao lançamento de cultivares adaptados às diversas condições de solo e clima regionais. Estas, por sua vez, levaram ao aumento de produtividade, redução de custos e aumento de produção e produtividade de diversas culturas, apoiando o avanço da agricultura nacional nas últimas décadas. A relação entre lançamento de cultivares e investimento em pesquisa é demonstrado no capítulo 5, sendo regida por uma equação logística, similar ao de crescimento de população de seres vivos. O crescimento de novos cultivares é limitada pelo investimento em P&D, o que pode ser verificado na prática.

Além da importância dos recursos alocados em PD&I, o modelo também propõe que fatores como o valor da marca, a reputação em transferência de tecnologia e em P&D da Embrapa são importantes para o processo de inovação. Como discutido no capítulo 5, a reputação e marca de uma empresa está relacionada com sua credibilidade, resultante da avaliação de suas partes interessadas. Deste modo, o modelo define a relação matemática entre produtores de sementes e valor da marca Embrapa (Diagrama Licenciamento de Cultivares), e empresas de pesquisa e valor da marca Embrapa (Diagrama Pesquisa em Parceria). Também há uma relação entre licenciamento de cultivares, reputação e marca da Embrapa. Uma melhor reputação em transferência de tecnologia aumenta o valor da marca Embrapa, acrescentando o número de licenciamento de cultivares e a receita proveniente dos royalties. Esta receita permite financiar parte do desenvolvimento de P&D. Foi definido que a relação entre reputação e as variáveis licenciamento, parcerias e publicações seguem uma relação linear.

Pesquisa em parceria tem sido uma estratégia inovadora utilizada pela Embrapa para enfrentar a diminuição do financiamento de pesquisas, buscar oportunidades de negócio e obter produtos competitivos para a participação no mercado. No modelo apresentado, a pesquisa em parceria influencia diretamente a reputação em TT, reputação em P&D e a marca da Embrapa. Deste modo, a pesquisa em parceria influencia indiretamente o licenciamento de cultivares e receita gerada pelos *royalties*.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado para os processos de venda de publicações. Pode-se argumentar que as parcerias estabelecidas pela Embrapa com outras empresas para o desenvolvimento de pesquisas e a venda de publicações também são fatores que influenciam o avanço do agronegócio nacional.

Apresentam-se como limitações à pesquisa, ou seja, questões que não foram levadas em consideração para o desenvolvimento do modelo, a influência de empresas concorrentes na atuação da Embrapa, políticas de apoio e financiamentos para o desenvolvimento de pesquisas, fatores externos ou ambientais como regulação e normas e impacto da economia nas operações da Embrapa.

Em resumo, esta pesquisa representa um diferencial às demais pesquisas realizadas sobre a Embrapa, pois ela demonstra a complexidade inerente aos processos de PD&I, permitindo uma perspectiva teórica mais ampla ao utilizar a abordagem em Dinâmica de Sistemas.

Os próximos passos, em continuidade a esta pesquisa, serão a definição de procedimento para a calibração do modelo e definição de detalhes para a análise de cenários.

Uma validação completa e sua calibração possibilitarão testar diferentes cenários quanto a:

- a) investimentos em P&D e
- b) limites superiores para lançamento de novos cultivares, parcerias, e venda de publicações.

Essa análise de cenários possibilitará verificar políticas de melhoria no desempenho operacional da empresa e será realizada com a utilização de dados fornecidos pela Embrapa.

REFERÊNCIAS

ALLABY, Michael. **A Dictionary of Zoology**. Oxford University Press, 1999. Disponível em: <<http://www.encyclopedia.com/earth-and-environment/ecology-and-environmentalism/environmental-studies/logistic-equation#logistic-equation>>. Acesso em: 10 out. 2016.

ALVARENGA NETO, Rivadávia Correa Drummond de; VIEIRA, Job Lúcio Gomes. Building a Knowledge Management Model at Brazil's EMBRAPA (Brazilian Agricultural Research Corporation): Towards a Knowledge-Based View of Organizations. **The Electronic Journal Of Knowledge Management**, v. 9, n. 2, p.85-97, 2011. Disponível em: <www.ejkm.com>. Acesso em: 03 nov. 2015.

ALVES, Eliseu; SILVA, Renato; FONSECA FILHO, José Prado. Formação de recursos humanos e os novos tempos. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n. 4, p.63-72, out./nov/dez 2005. Trimestral.

ARACIL, Javier; GORDILLO, Francisco. **Dinámica de Sistemas**. Madrid: Alianza Editorial, 1997. 198 p.

ARAÚJO, Mário Olinto Campos de. **Evolução administrativa da pesquisa agropecuária no âmbito do Ministério da Agricultura no período 1: Um estudo de caso**. 1979. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Administração Pública, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1979.

BAGATTOLLI, Carolina. **Política Científica e Tecnológica no Brasil: Mitos e Modelos Num País Periférico**. 2013. 146 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Política Científica e Tecnológica, Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

BANCO MUNDIAL. **Enhancing Agricultural Innovation: How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems**. 2006. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7184>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

BARBOSA, Raissa de Azevedo; MACHADO, André Gustavo Carvalho. ESTRATÉGIAS DE INOVAÇÃO SOB A PERSPECTIVA DA VISÃO BASEADA EM RECURSOS: UM ESTUDO NA EMBRAPA. **Gestão e Regionalidade**, v. 29, n. 87, p.95-110, set./dez. 2013.

BASSI, Nádia Solange Schmidt et al. Controversies about the Process of Technology Transfer from Public Research Institutions in Brazil: The Case of the Brazilian Agricultural Research Corporation - Embrapa. **Journal Of Technology Management & Innovation**, v. 9, n. 3, p.182-195, jul./set. 2014.

BASSI, Nádia S. Schmidt; SILVA, Christian Luiz da; FIGUEIREDO, Elsio Antonio P. de. Technology Transfer Model Proposal in Public Research Institutions: The Search for a more Effective Process in the Broiler Chain in Brazil. **Journal Of Technology Management & Innovation**, v. 10, n. 4, p.9-17, 2015.

BERCOVITZ, Janet; FELDMANN, Maryann. Entrepreneurial Universities and Technology Transfer: A Conceptual Framework for Understanding Knowledge-Based Economic Development. **The Journal Of Technology Transfer**, v. 31, n. 1, p.175-188, jan. 2006.

BOWONDER, B. et al. Innovation Strategies for Creating Competitive Advantage. **Research Technology Management**, v. 53, n. 3, p.19-32, maio/jun. 2010.

BRASIL¹ CONAB. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&>> Acesso em 21 maio 2016

BRASIL⁴. Embrapa Soja. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/historia>>. Acesso em: 13 dez. 2016.

BRASIL¹. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/quem-somos>>. Acesso em: 20 maio 2017.

BRASIL¹. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **VI Plano Diretor da Embrapa: 2014-2034**. Brasília/DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1025506/vi-plano-diretor-da-embrapa-2014-2034>>. Acesso em: 2 jun. 2016

BRASIL². Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Embrapa em Números**. Brasília/DF: Embrapa, 2015. 138 p.

BRASIL. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **I Plano Diretor da Embrapa: 1988-1992**. Brasília, 1988. 544 p.

BRASIL. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **II Plano Diretor da EMBRAPA:1994-1998**. Brasília, 1994. 51 p

BRASIL. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **III Plano Diretor da EMBRAPA: realinhamento estratégico, 1999-2003**. Brasília, 1998. 36 p

BRASIL². Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **IV Plano Diretor da Embrapa: 2004-2007**. Brasília, 2004. 48 p.

BRASIL¹. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Relatório de Gestão Embrapa 2003**. Brasília: Embrapa, 2004.

BRASIL. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Relatório de Gestão Embrapa 2014/2015**. Brasília: Embrapa, 2015.

BRASIL. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Sugestões para formulação de um Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária**. Brasília, 2006. 122 p.

BRASIL. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **V Plano-Diretor da Embrapa: 2008-2011-2023**. Brasília/DF, 2008. 44 p

BRASIL. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **V Plano Diretor da Embrapa: 2014-2034**. Brasília/DF: 2015. 24 p

BRASIL³. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Cultivares Protegidas**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/protecao-cultivares/cultivares-protegidas>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Intercâmbio comercial do agronegócio : principais mercados de destino**. Brasília, MAPA/ACS, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/06/publicada-a-8-edicao-do-intercambio-comercial-do-agronegocio>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

BRASIL. Embrapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Intercâmbio comercial do agronegócio: principais mercados de destino**. Brasília/DF, 2011. 459 p.

BRASIL². Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Produtos Cítricos Competitividade Brasileira**, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/citricultura/competitividade-brasileira-sri/view>>. Acesso em: 24 maio 2017.

BRASIL Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php?> Acesso em 18 maio 2017

CABRAL, José Irineu. **Sol da manhã: memória da EMBRAPA**. Brasília/DF: Unesco, 2005. 344 p.

CAMPOS, Margarida Cássia. **A Embrapa/Soja em Londrina-PR a pesquisa agrícola de um país moderno**. 2010. 124 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

CARVALHO, Sérgio Paulino de; SALLES FILHO, Sérgio Luiz Monteiro; BUAINAIN, Antônio Márcio. A institucionalidade propriedade intelectual no Brasil: os impactos da política de articulação da Embrapa no mercado de cultivares no Brasil. **Cadernos de Estudos Avançados**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p.35-46, 2005.

CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins. Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p.34-45, jan./mar. 2005.

CASTRO, Ana Célia. Ciência e Tecnologia para a Agricultura: uma Análise dos Planos de Desenvolvimento. **Cadernos de Difusão Tecnológica**, Brasília, v. 3, n. 1, p.309-344, set./dez. 1984.

CASTRO, José Márcio de et al. Fatores determinantes em processos de transferência de conhecimentos: um estudo de caso na Embrapa Milho e Sorgo e firmas licenciadas. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 47, p.1283-1306, set./out. 2013.

CAVALCANTE, Luiz Ricardo. **POLÍTICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO BRASIL: UMA ANÁLISE COM BASE NOS INDICADORES AGREGADOS**. Rio de Janeiro: Ipea, 2009. 26 p. Texto para Discussão n° 1458.

CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Diretrizes Estratégicas para o Fundo Setorial do Agronegócio**. 2002. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/ct_agro/documentos/ct-agro00diretrizes.pdf>. Acesso em: 26 out. 2013.

CLARK, Norman. Innovation systems, institutional change and the new knowledge market: implications for third world agricultural development. *Economics Of Innovation And New Technology*, v. 11, n. 4-5, p.353-368, 2002.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Innovation and Learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal*, v. 99, n. 397, p.569-596, set. 1989.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A.. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, p.128-152, mar. 1990.

COHEN, Wesley M.; NELSON, Richard R.; WALSH, John P.. Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science*, v. 48, n. 1, p.1-23, jan. 2002.

CONTINI, Elisio et al. Dinamismo da Agricultura Brasileira. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, ano 19 n. esp., p.42-64, jul. 2010.

CORREA, Paulo; SCHMIDT, Cristiane. Public Research Organizations and Agricultural Development in Brazil: How Did Embrapa Get It Right? *World Bank Economic Premise*, v. 145, p.1-10, jun 2014.

CRETU, Anca E.; BRODIE, Roderick J.. The influence of brand image and company reputation where manufacturers market to small firms: A customer value perspective. *Industrial Marketing Management*, v. 36, n. 2, p.230-240, 2007.

CYSNE, Fátima Portela. Transferência de tecnologia entre a universidade e a indústria. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Florianópolis, v. 20 p.54-74, jul./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14702005>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

DIAS, Rafael; DAGNINO, Renato. Políticas de Ciência e Tecnologia: Sessenta Anos do Relatório Science: the Endless Frontier. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, v. 11, n. 2, p.51-71, jun. 2006.

DOSSA, Álvaro Augusto; SEGATTO, Andréa Paula. Pesquisas cooperativas entre universidades e institutos públicos no setor agropecuário brasileiro: um estudo na Embrapa. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 6, p.1327-1352, nov./dez. 2010.

EDQUIST, Charles. The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art. In: THE DRUID 2001 NELSON AND WINTER CONFERENCE, Aalborg, 2001.

EDQUIST, Charles. Introdução. In: EDQUIST, Charles. **Systems of innovation: technologies, organizations, and institutions**. London: Routledge, 2006. p. 1-35. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=2EVj4bkJ9scC&printsec=frontcover&dq=Systems+of+innovation:+technologies,+organizations,+and+institutions&hl=pt-BR&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 20 jan. 2016.

EDQUIST, Charles; HOMMEN, Leif. Systems of innovation: theory and policy for the demand side. **Technology In Society**, v. 21, n. 1, p.63-79, jan. 1999.

ESCRIVÃO, Giovana. **Fatores Críticos de Sucesso e Estágios da Maturidade da Gestão do Conhecimento: Um estudo na EMBRAPA**. 2015. 251 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

ESPOSTI, Roberto. Public agricultural R&D design and technological spill-ins A dynamic model. **Research Policy**, v. 5, n. 31, p.693-717, jul. 2002.

ETZKOWITZ, Henry. Innovation in innovation: the Triple Helix of university-industry-government relations. **Social Science Information**, v. 42, n. 3, p.293-337, set. 2003.

ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation:from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research Policy**, v. 2, n. 29, p.109-123, fev. 2000.

FEITOSA, Paula Andréa Cochrane. **Divulgação da informação sobre produtos e tecnologias pela Embrapa Hortaliças para os produtos orgânicos de hortaliças do Distrito Federal**. 2008. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciência da Informação, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

FIGUEIREDO, Paulo N. New challenges for public research organisations in agricultural innovation in developing economies: Evidence from Embrapa in Brazil’s soybean industry. **The Quarterly Review Of Economics And Finance**, v. 62, p.21-32, out./dez. 2016.

FILOMENO, Felipe Amin. State capacity and intellectual property regimes: Lessons from South American soybean agriculture. **Technology In Society**, v. 35, n. 2, p.139-152, maio 2013.

FORRESTER, Jay W. Counterintuitive behaviour of social systems. **Technology Review**, v. 73, n. 3, p.52-69, jan. 1971.

FREEMAN, Chris. The Determinants of Innovation: Market demand, technology and the responses to social problems. **Futures**, v. 11, n. 3, p.206-215, jun. 1979.

FREEMAN, Chris. The greening of technology in models of innovation. **Technological Forecasting And Social Change**, v. 53, n. 1, p.27-39, set. 1996.

FREEMAN, Chris. The National System of Innovation in historical perspective. **Cambridge Journal Of Economics**, v. 1, n. 19, p.5-24, fev. 1995.

FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc. Aspectos das políticas públicas para a ciência, a tecnologia e a inovação. In: FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc. **A Economia da Inovação Industrial**. 3. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2008. Cap. 16. p. 637-674.

FUCK, Marcos Paulo; BONACELLI, Maria Beatriz. A Pesquisa Pública e a Indústria Sementeira nos Segmentos de Sementes de Soja e Milho Híbrido no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 6, p.87-121, jan./jun. 2007.

GARNICA, Leonardo Augusto; TORKOMIAN, Ana Lúcia Vitale. Gestão de tecnologia em universidades: uma análise do patenteamento e dos fatores de dificuldade e de apoio à transferência de tecnologia no Estado de São Paulo. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 16, n. 4, p.624-638, out./dez. 2009.

GASQUES, José Garcia et al. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 3, p.83-92, jul./ago/set 2012.

GOTSI, Manto; WILSON, Alan M. Corporate reputation: seeking a definition. **Corporate Communications: An International Journal**, v. 6, n. 1, p.24-30, jan. 2001.

GUEDES, Vicente G F et al. Publicação de Artigos em Periódicos Internacionais: um estudo com base na gestão de C&T. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Os desníveis regionais e a inovação no Brasil: os desafios para as instituições de pesquisa tecnológica**. Brasília: Abipti, 2008

GUEDES, Vicente G F; FRONZAGLIA, Thomaz; BALSADI, Otavio Valentim. Administração Estratégica em Instituto de Pesquisa Tecnológica Frente às Transformações do Ambiente Externo: uma experiência. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Os desníveis regionais e a inovação no Brasil: os desafios para as instituições de pesquisa tecnológica**. Brasília: Abipti, 2008.

HALL, Andy. Partnerships in agricultural innovation: Who puts them together and are they enough?. In: OECD. **Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems**. OECD Publishing, 2012. p. 217-234. Disponível em: <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/improving-agricultural-knowledge-and-innovation-systems/partnerships-in-agricultural-innovation_9789264167445-18-en#page17>. Acesso em: 01 mar. 2016.

HALLAM, Cory H.A.; WURTH, Bernd; MANCHA, Ruben. University-industry technology transfer: a systems approach with policy implications. **International Journal Of Technology Transfer And Commercialisation**, v. 13, n. 1/2, p.57-79, 2014.

HAYAMI, Yujiro; RUTTAN, Vernon W.. **DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA: Teoria e Experiências Internacionais**. Brasília: Embrapa Departamento de Publicações, 1988.

HOPEWELL, Kristen. The Accidental Agro-Power: Constructing Comparative Advantage in Brazil. **New Political Economy**, v. 21, n. 6, p.536-554, mar. 2016.

JOHNSON, Björn; EDQUIST, Charles; LUNDEVALL, Bengt-Åke. Economic Development and the National System of Innovation Approach. In: FIRST GLOBELICS CONFERENCE, 01. 2003, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.redesist.ie.ufrj.br/globelics/trabalhos.html>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

KIM, Bowon; PARK, Kyungbae. Dynamics of Industry Consolidation and Sustainable Competitive Strategy: Is Birthright Irrevocable? **Long Range Planning**, v. 39, n. 5, p.543-566, 2006.

KLINE, Stephen J.; ROSENBERG, Nathan. An overview of innovation. In: LANDAU, Ralph; ROSENBERG, Nathan. **The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth**. Washington: National Academic Press, 1986. p. 275-306.

LEE, Yong S. The Sustainability of University-Industry Research Collaboration: An Empirical Assessment. **Journal Of Technology Transfer**, v. 25, n. 2, p.111-133, jun. 2000.

LOPES, Maurício Antônio et al. Embrapa's contribution to the development of new plant varieties and their impact on Brazilian agriculture. **Crop Breeding And Applied Biotechnology**, v. 12, p.31-46, 2012.

LOPES, Maurício Antônio; MELLO, Sueli Correa Marques de. Estratégias para Melhoria, Manutenção e Dinamização do Uso dos Bancos de Germoplasma Relevantes para a Agricultura Brasileira. In: WORKSHOP DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA A MODERNIZAÇÃO DE COLEÇÕES BIOLÓGICAS BRASILEIRAS E A CONSOLIDAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE INFORMAÇÃO SOBRE BIODIVERSIDADE, 2005. Disponível em: <<http://cria.org.br/cgee/col/>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

LUNDEVALL, Bengt-Åke et al. National systems of production, innovation and competence building. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p.215-231, fev. 2002.

LUNDEVALL, Bengt-Åke. National Innovation System - Analytical Concept and Development Tool. **Industry And Innovation**, v. 14, n. 1, p.95-119, fev. 2007.

MARTINE, George. A trajetória da modernização agrícola: a quem beneficia? **Lua Nova**, n. 23, p.7-37, mar. 1991.

MCTI. **MCTI lança Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016 - 2019**. Disponível em: <http://www.mcti.gov.br/noticia/-/asset_publisher/epbV0pr6eIS0/content/mcti-lanca-estrategia-nacional-de-ciencia-tecnologia-e-inovacao-2016-2019>. Acesso em: 20 abr. 2017

MEADOWS, Donella H. **Thinking in Systems: a primer**. : Chelsea Green Publishing, 2008. 218 p.

MENDES, Cássia Isabel Costa. **TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DA EMBRAPA: RUMO À INOVAÇÃO**. 2015. 386 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

MUELLER, Bernardo; MUELLER, Charles. The political economy of the Brazilian model of agricultural development: Institutions versus sectoral policy. **The Quarterly Review Of Economics And Finance**, v. 62, p.12-20, dez. 2016.

NEHRING, Ryan. Yield of dreams: Marching west and the politics of scientific knowledge in the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa). **Geoforum**, v. 77, p.206-217, dez. 2016.

OECD. **OSLO Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data**. 3. ed. OECD, 2005.

OECD. Fostering innovation: the policy challenge. In: OECD. **Agricultural Innovation Systems: A Framework for Analysing the Role of Government**. Paris: Oecd Publishing, 2013. Cap. 1. p. 11-19. Disponível em: <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/agricultural-innovation-systems/fostering-innovation-the-policy-challenge_9789264200593-3-en#page10>. Acesso em: 15 mar. 2016.

PACHECO, Carlos Américo. **As reformas da política nacional de ciência, tecnologia e inovação no Brasil (1999-2002)**. Santiago do Chile: Cepal, 2007. Disponível em: <ftp://ftp.mct.gov.br/Biblioteca/10205-As_reformas_politica_nacional_ciencia_tecnologia_inovacao_Brasil_1999-2002.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2017.

PAVITT, Keith. The social shaping of the national science base. **Research Policy**, v. 27, n. 8, p.793-805, dez. 1998.

PENTEADO FILHO, R.C; ÁVILA, A.F.D. Embrapa Brasil : análise bibliométrica dos artigos na Web of Science : (1977-2006). Brasília: Embrapa, 2009, 116p. Texto para Discussão nº 36.

PIDD, Michael. Just Modeling Through: A Rough Guide to Modeling. **Interfaces**, v. 29, n. 2, p.118-132, mar./abr. 1999.

POSSAS, Mario Luiz; SALLES-FILHO, Sérgio; SILVEIRA, José Maria da. An Evolutionary Approach to Technological Innovation in Agriculture: Some Preliminary Remarks. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 11, n. 1/3, p.9-31, jan./dez. 1994.

PRYSTHON, Cecília; SCHMIDT, Susana. Experiência do Leaal/UFPE na produção e transferência de tecnologia .**Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 1, p.84-90, jan./abr. 2002.

REZENDE, Sérgio Machado. **EVOLUÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO E DOS SEUS INSTRUMENTOS DE APOIO**. Brasília: CGEE, 2006. 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: síntese das conclusões e recomendações.

ROCHA, Leonardo Melo Pereira da. **Evolução e mudança organizacional em uma perspectiva coevolucionária: um estudo de caso longitudinal na EMBRAPA milho e sorgo**. 2014. 245 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Administração, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

RODRIGUES, Cyro Mascarenhas. A Pesquisa Agropecuária no Período do Pós-Guerra. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 4, n. 3, p.205-254, set./dez. 1987.

ROGERS, Everett M.; TAKEGAMI, Shiro; YIN, Jing. Lessons learned about technology transfer. **Technovation**, v. 21, n. 4, p.253-261, abr. 2001.

SABATO, Jorge A.; BOTANA, Natalio. La ciencia y la tecnologia em el desarrollo futuro de America Latina. In: SABATO, Jorge A.; BOTANA, Natalio. **El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia–tecnología–desarrollo-dependencia**. Buenos Aires: Ediciones Biblioteca Nacional, 1975. p. 215-234.

SALLES-FILHO, Sérgio. Política de Ciência e Tecnologia no I PND (1972/74) e no I PBDCT (1973/74). **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 1, n. 2, p.397-419, jul./dez. 2002.

SALLES FILHO, Sérgio. Política de Ciência e Tecnologia no II PBDCT (1976). *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, v. 2, n. 1, p.179-211, jan./jun. 2003.

SALLES-FILHO, Sérgio et al. Ciência, tecnologia e inovação: Campinas: Editora Komedi, 2000. 416 p.

SALLES-FILHO, Sergio Luiz Monteiro; PAULINO, Sônia Regina; CARVALHO, Sergio Medeiros Paulino de. REORGANIZAÇÃO EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE PESQUISA: EMBRAPA E FIOCRUZ. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 18, n. 3, p.11-38, set./dez. 2001.

SANTORO, Michael D.. Success breeds success: The linkage between relationship intensity and tangible outcomes in industry–university collaborative ventures. **The Journal of High Technology Management Research**, v. 11, n. 2, p.255-273, nov. 2000.

SCHWEDE, Marcos Aurélio. **A Ciência e a Tecnologia Entre Projetos de Sociedade em Disputa: O Caso do IFSC**. 2015. 327 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SIEGEL, Donald S. et al. Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies. **Journal Of Engineering And Technology Management**, v. 21, n. 1-2, p.115-142, mar./jun. 2004.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis, 2005. 138 p.

SINE, Wesley David; SHANE, Scott; GREGORIO, Dante di. The Halo Effect and Technology Licensing: The Influence of Institutional Prestige on the Licensing of University Inventions. **Management Science**, v. 4, n. 49, p.478-496, abr. 2003.

SOLÓRZANO, Leticia Deschamps. Responses to new agricultural challenges. In: OECD. **Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems**. Oecd Publishing, 2012. p. 89-104. Disponível em: <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/improving-agricultural-knowledge-and-innovation-systems/responses-to-new-agricultural-challenges_9789264167445-9-en#page2>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SOUZA, Ivan Sérgio Freire de; TRIGUEIRO, Michelangelo Giotto Santoro. Organização da pesquisa agropecuária brasileira: o caso da Embrapa. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 6, n. 2/3, p.277-337, maio/dez. 1989.

STEENSMA, H. Kevin. Acquiring technological competencies through inter-organizational collaboration: An organizational learning perspective. **Journal Of Engineering And Technology Management**, v. 12, n. 4, p.267-286, jan. 1996.

STERMAN, John D. **Business Dynamics: Systems Thinking and Modelling for a Complex World**: McGraw-Hill, 2000. 982 p.

STERMAN, John D.. All the models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. **System Dynamics Review**, v. 18, n. 4, p.501-531, 2002.

STERMAN, John D.. System Dynamics Modelling: Tools for learning in a Complex World. **California Management Review**, v. 43, n. 4, p.8-25, 2001.

TIMM, Carla Alessandra. **Uma análise sobre a política de comunicação da EMBRAPA aplicada a transferência de tecnologia para a agricultura familiar**. 2015. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Comunicação, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Inovação tecnológica e aprendizado agrícola: uma abordagem Schumpeteriana**. 2009. 154 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. Políticas públicas de inovação no setor agropecuário: uma avaliação dos fundos setoriais. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 13, n. 1, p.109-132, jan./jun. 2014.

VIEIRA, Pedro Abel et al. A EMBRAPA E O SEU PAPEL NO SISTEMA DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA. In: BUAINAN, Antônio Márcio; BONACELLI, Maria Beatriz Machado; MENDES, Cássia Isabel Costa. **Propriedade intelectual e inovações na agricultura**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Políticas Públicas Estratégias e Desenvolvimento – Inct/pped., 2015. p. 135-164.

VIOTTI, Eduardo Baumgratz. **Brasil: de política de C&T para política de inovação? Evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação**. Brasília: Cgee, 2008. In: Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras.

VILLAS-BOAS, Hugo Dias da Costa. **A empresa Pública de pesquisa e os marcos legais na indústria de sementes.** 2008. 203 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

WERNERFELT, Birger. A Resource-based View of the Firm. **Strategic Management Journal**, v. 5, n. 2, p.171-180, abr./jun. 1984.

YOKOYAMA, Silvia Mine. **A PROTEÇÃO DOS DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELLECTUAL E AS ESTRATÉGIAS DAS EMPRESAS DE SEMENTES E BIOTECNOLOGIA.** 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agronegócio, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/11489/Silvia_FINAL_20_fev_2014.pdf?sequence=1>. Acesso em: 02 abr. 2016.

ZAMBERLAN, Carlos Otávio; SONAGLIO, Claudia Maria; ZAMBERLAN, João Fernando. PESQUISA, INOVAÇÃO E APRENDIZAGEM: A EXPANSÃO DA SOJA NOS CERRADOS E A CONTRIBUIÇÃO DA EMBRAPA. **Estudos do Cepe**, n. 29, p.05-29, jan./jun. 2009. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/cepe/issue/view/69>>. Acesso em: 10 jun. 2016.