

MARCUS VINICIUS SIDORUK VIDAL

**INOVAÇÃO NA AGRICULTURA BRASILEIRA: A CONTRIBUIÇÃO DA
EMBRAPA NA CONQUISTA DO CERRADO PELA SOJA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre, Curso de Mestrado
Profissional em Desenvolvimento Econômico, Setor
de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal
do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Armando João Dalla Costa.

CURITIBA

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. SISTEMA DE BIBLIOTECAS.
CATALOGAÇÃO NA FONTE

Vidal, Marcus Vinicius Sidoruk

Inovação na agricultura brasileira: a contribuição da Embrapa na conquista do cerrado pela soja / Marcus Vinicius Sidoruk Vidal.- 2015. 119 f.

Orientador: Armando João Dalla Costa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico.

Defesa: Curitiba, 2015.

1. Soja - Cultivo - Cerrados - Brasil. 2. Soja - Inovações agrícolas. 3. Economia agrícola. 4. EMPBRAPA. I. Dalla Costa, Armando João, 1955-. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico. III. Título.

CDD 338.17334

TERMO DE APROVAÇÃO


Marcus Vinicius Sidoruk Vidal

“INOVAÇÃO NA AGRICULTURA BRASILEIRA: A CONTRIBUIÇÃO DA EMBRAPA NA CONQUISTA DO CERRADO PELA SOJA”

DISSERTAÇÃO APROVADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – MESTRADO PROFISSIONAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, PELA SEGUINTE BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Armando João Dalla Costa
(Orientador/UFPR)


Prof. Dr. Junior Ruiz Garcia
(Examinador/UFPR)


Prof. Dr. Eduardo Angeli
(Examinador/UFPR)

16 de novembro de 2015

Para André Vinícius da Silva Vidal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores e colegas do Curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná.

Especial agradecimento ao Professor Dr. Armando João Dalla Costa pela orientação e presteza.

Aos Professores Doutores Junior Ruiz Garcia e Eduardo Angeli pelas críticas e contribuições realizadas para o aperfeiçoamento da dissertação.

À minha mãe Eglair Sidoruk Vidal pelo apoio e dedicação empregados em minha formação.

À Cristiane, esposa, amiga e companheira de jornada.

Ao meu filho André Vinicius, que sempre quer saber mais sobre o mundo.

Em todo país, deveríamos ensinar às nossas crianças o método científico e as razões para uma Declaração de Direitos. No mundo assombrado por demônios que habitamos em virtude de sermos humanos, talvez seja apenas isso o que se interpõe entre nós e a escuridão circundante.

Carl Sagan

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - APRESENTAÇÃO	1
1.2 - JUSTIFICATIVA	1
1.3 - PROBLEMA	2
1.4 - OBJETIVOS	2
1.4.1 - Objetivo Geral	2
1.4.2 - Objetivos Específicos	2
1.5 - METODOLOGIA	2
2 - REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 – INOVAÇÃO: CONCEITO, CLASSIFICAÇÃO E FIRMA INOVADORA	4
2.2 – INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA	9
2.3 - PARADIGMA TECNOLÓGICO	11
2.4 – APRENDIZADO TECNOLÓGICO	12
2.5 - TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA	14
2.6 - SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO (SNI)	15
2.7 - SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO (SSI)	16
2.8 - SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO NA AGRICULTURA	19
2.8.1 - Base produtiva, de Conhecimento e Tecnológica na Agricultura	19
2.8.2 – Atores e Redes na Agricultura	20
2.8.3 – Instituições na Agricultura	23
2.9 – CONCLUSÕES PARCIAIS	25
3 – A MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA NO BRASIL	26
3.1 – A EXPANSÃO DA AGRICULTURA MODERNA EM DIREÇÃO AO CERRADO	31
4 – HISTÓRIA, ESTRUTURA E TRAJETÓRIA DA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA	34

4.1 - HISTÓRIA	34
4.2 – ESTRUTURA	40
4.3 – CONCLUSÕES PARCIAIS	64
5 – A SOJICULTURA NO CERRADO – A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E O PAPEL DA EMBRAPA	66
5.1 – A CULTURA DA SOJA NO BRASIL: ORIGENS	66
5.2 – OUTROS FATORES QUE CONTRIBUÍRAM PARA A OCUPAÇÃO DO CERRADO NO CENTRO-OESTE PELA SOJICULTURA	67
5.3 – A EXPANSÃO DA SOJICULTURA	72
5.4 – A ADOÇÃO DO PLANTIO DIRETO NO CERRADO	79
5.5 – O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS CULTIVARES DE SOJA PARA O CERRADO	82
5.6 – CONCLUSÕES PARCIAIS	91
6 – CONCLUSÕES GERAIS	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

LISTA DE TABELAS

TABELA 1– TIPOS DE INOVAÇÃO E SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS ...	6
TABELA 2– EMBRAPA SOJA - PROJETOS E DATA DE INÍCIO	52
TABELA 3 – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE EMPREGADOS DA EMBRAPA – ANOS SELECIONADOS ENTRE 1973 E 2015	56
TABELA 4 – RANKING DOS DEPOSITANTES DE PEDIDOS DE PATENTE – 1990-2007	60
TABELA 5 – EMBRAPA – PEDIDOS DE PATENTE E CONCENTRAÇÃO TECNOLÓGICA – 1990 A 2007	62
TABELA 6 - EVOLUÇÃO DA ÁREA PLANTADA, DA PRODUÇÃO E DA PRODUTIVIDADE DA SOJA NA REGIÃO CENTRO-OESTE – SAFRA 1976/77 ATÉ SAFRA 2013/2014	76
TABELA 7 - PRINCIPAIS CULTIVARES DE SOJA CRIADOS PELA EMBRAPA E PRODUÇÃO MÉDIA DO BRASIL E DO CENTRO-OESTE - 1976-2014.....	84
TABELA 8– NÚMERO ACUMULADO DE CULTIVARES PROTEGIDOS NO SNPC NO BRASIL – PERÍODO 1998-2002	88

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ORGANOGRAMA DA EMBRAPA - 2014	43
FIGURA 2 – REDE DE PESQUISA - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – SNPA.....	47
FIGURA 3 – ORGANIZAÇÕES ESTADUAIS DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – OEPAS PARTICIPANTES DO SNPA	48
FIGURA 4 - ORGANOGRAMA DA EMBRAPA SOJA - 2015	51
FIGURA 5 – USO DA TERRA NO CERRADO - 2002.....	75
FIGURA 6– PRODUÇÃO DE SOJA EM CADA ESTADO DO BRASIL – 2014 - EM MILHÕES DE TONELADAS	76

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DO ORÇAMENTO - EM REAIS – A PREÇOS DE JULHO DE 2012	57
GRÁFICO 2 – EVOLUÇÃO DOS ORÇAMENTOS DE PESSOAL, CUSTEIOS, CAPITAL E DÍVIDA DA EMBRAPA – 1974-2014	58
GRÁFICO 3 – EMBRAPA - EVOLUÇÃO DO Nº DE UNIDADES DESCENTRALIZADAS – 1974-2015	59
GRÁFICO 4 – CLASSIFICAÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTE DA EMBRAPA – 1990-2007.....	61
GRÁFICO 5 – EMBRAPA - PEDIDOS DE PATENTES, MARCAS E CULTIVARES – 1977-2003.....	63
GRÁFICO 6 – SOJA - PRODUTIVIDADE – SAFRAS 1976/77 A 2013/14 - EM KG POR HECTARE	78
GRÁFICO 7 – ÁREA CULTIVADA COM PLANTIO DIRETO NO BRASIL EM COMPARAÇÃO COM OUTROS PAÍSES – 2008/2009	80
GRÁFICO 8 – ÁREA CULTIVADA COM PLANTIO DIRETO NO BRASIL E EVOLUÇÃO DE SUAS FASES – (1974 A 2012) – EM MILHÕES DE HECTARES	81
GRÁFICO 9 - EVOLUÇÃO E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DOS NOVOS CULTIVARES DE SOJA DESENVOLVIDOS PELA EMBRAPA - 1970-2012..	86
GRÁFICO 10 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DA EMBRAPA, DE OUTROS SETORES PÚBLICOS E DO SETOR PRIVADO NO NÚMERO DE CULTIVARES PROTEGIDAS NO SNPC – 1998-2012.....	89
GRÁFICO 11 – NÚMERO DE CULTIVARES PROTEGIDAS DE SOJA – CONVENCIONAIS E TRANSGÊNICAS – PELAS PRINCIPAIS EMPRESAS DETENTORAS – 1998-2012.....	90

LISTA DE SIGLAS

AGERP – Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Maranhão

AGRAER – Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural

APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

CAI - Complexos Agroindustriais

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CT&I - Ciência, Tecnologia e Inovação

DIPAP – Diretoria de Pesquisa Agropecuária e Desenvolvimento Rural de Alagoas

EBDA – Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A

EMATER – Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMDAGRO - Empresa de Desenvolvimento Agropecuário do Estado de Sergipe

EMEPA – Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S/A

EMPAER – Empresa de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte

EPAGRI – Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICI - Imperial Chemical Industries

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial

IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco

LPC - Lei de Proteção dos Cultivares

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OEPA - Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PADAP - Programa de Assentamentos Dirigido ao Alto Parafba

PD – Plantio Direto

PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PDE – Plano Diretor Estratégico

PESAGRO-RIO – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro

PIB – Produto Interno Bruto

POLOCENTRO - Programa de Desenvolvimento dos Cerrados

PRODECER - Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento do Cerrado

SNCR - Sistema Nacional de Crédito Rural

SNER - Sistema Nacional de Extensão Rural

SNI - Sistema Nacional de Inovação

SNPA - Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária

SNPC - Serviço Nacional de Proteção de Cultivares

SNPLA - Sistema Nacional de Planejamento Agropecuário

SSI - Sistema Setorial de Inovação

SSIA - Sistema Setorial de Inovação na Agricultura

UNITINS – Universidade do Estado do Tocantins

UPOV - Union for the Protection of New Varieties of Plants

RESUMO

Segundo maior produtor de soja do mundo, o Brasil está atrás apenas dos Estados Unidos. Mas só se tornou um grande produtor de soja quando conseguiu estender a produção dessa cultura para os estados do Centro-Oeste, onde prevalece o Cerrado e o clima tropical. Essa expansão ocorreu no contexto da Revolução Verde, com a facilidade de crédito e o estímulo estatal. Em seguida, aumentaram-se os ganhos de produtividade da soja devido às inovações tecnológicas que ocorreram. A expansão da fronteira agrícola ao clima tropical, prevalecente na região central do Brasil, comandada pela soja (e também pelo milho), permitiu que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) contribuísse com inovações tecnológicas voltadas ao desenvolvimento de cultivares de soja próprias para a região. A Embrapa foi criada em 1973 e tem uma trajetória voltada para o aprimoramento da pesquisa agropecuária brasileira e produziu inovações tecnológicas importantes para diversas culturas agrícolas tropicais. O objetivo dessa dissertação é analisar qual foi o papel da Embrapa no desenvolvimento de inovações tecnológicas na expansão agrícola do cultivo da soja para o bioma Cerrado no Centro-Oeste brasileiro. Trata-se de pesquisa bibliográfica, para estudo de caso, e metodologicamente baseada nos pressupostos evolucionistas (neoschumpeterianos), que tratam da inovação, de aprendizado tecnológico, de sistema nacional e setorial de inovação para melhor entender qual a trajetória seguida pela Embrapa nesse processo de expansão da soja. Os principais resultados permitem concluir que a Embrapa teve um papel fundamental para o melhoramento genético da soja, promovendo verdadeira mudança de paradigma, que permitiu adaptar a cultura da soja ao Cerrado, e tornou o Brasil um dos maiores produtores mundiais dessa cultura.

Palavras-Chave: Inovação; Soja; Embrapa; Cerrado; Cultivares; Aprendizado tecnológico.

ABSTRACT

World's second largest soybean producer, Brazil is second only to the United States. But only became a major producer of soybeans when he could extend production of this crop to the states of the Midwest, where prevails the Cerrado and the tropical weather. This expansion occurred in the context of the Green Revolution, with credit facility and state stimulus. Then, the gain is increased, the soybean productivity due to technological innovations that have occurred. The expansion of agricultural frontier to the tropical climate prevailing in the central region of Brazil, led by soybeans (and also for corn), it allowed the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) contributed with technological innovations aimed at development of proprietary soybean cultivars for the region. Embrapa was created in 1973 and has a dedicated path for the improvement of agricultural Brazilian research and produced important technological innovations for diverse tropical agricultural cultures. The purpose of this essay is to analyze what was the role of Embrapa the development of technological innovations in agricultural expansion of soybean cultivation for the Cerrado biome in the Brazilian Midwest. It is literature, a case for study, and methodologically based on evolutionary assumptions (Neoschumpeterians), dealing with innovation, technological learning, national and sectoral system of innovation to better understand what the trajectory followed by Embrapa that soybean expansion process. The main results show conclude that Embrapa had a key role in the genetic improvement of soybeans, promoting true paradigm shift, which allowed adapt the culture of Soybean the Cerrado, and made Brazil one of the world's largest producers of this crop.

Keywords: Innovation; Soya bean; Embrapa; Cerrado; cultivars; technological learning.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, superado apenas pelos Estados Unidos. Mas só se tornou um grande produtor de soja quando conseguiu estender a produção dessa cultura para os estados do Centro-Oeste, onde prevalece o bioma Cerrado e o clima tropical. Essa expansão ocorreu no contexto da Revolução Verde, que trouxe as facilidades de crédito e o estímulo estatal, as migrações dos agricultores provenientes dos estados do sul e as inovações tecnológicas. Em seguida, aumentaram-se os ganhos de produtividade da soja devido às inovações tecnológicas que ocorreram. Segundo a Conab (2015) a produção da soja no Brasil saltou de 12,2 milhões de toneladas na safra de 1976/77 para 96,2 milhões de toneladas na safra de 2014/15, 7,9 vezes mais. No Centro-Oeste a produção de soja cresceu de 540 mil toneladas (1976/77) para 43,9 milhões de toneladas em (2014/15), 81,42 vezes mais.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) teve um papel de destaque na criação de inovações de cultivares de soja que permitiram a expansão da soja ao clima tropical, prevalecente na região central do Brasil. A Embrapa foi criada em 1973 e tem uma trajetória voltada para o aprimoramento da pesquisa agropecuária brasileira, possui pesquisas e produziu inovações tecnológicas importantes para diversas culturas agrícolas, e em particular para esse estudo, na cultura da soja no Cerrado. A Embrapa é reconhecidamente o maior centro mundial de pesquisa especializado em agricultura tropical.

1.2 - JUSTIFICATIVA

Justifica-se a presente pesquisa, no âmbito dessa dissertação, pela importância que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem para a modernização da agricultura nacional, de maneira geral, e para o desenvolvimento da cultura da soja no país, em particular. A empresa tem sido responsável, nos seus mais de 40 anos de existência, por diversas inovações tecnológicas que propiciaram o aumento de produtividade de diversas culturas e adaptação de outras as condições de clima, solo, relevo, etc. nacionais.

1.3 - PROBLEMA

Qual o papel que a Embrapa teve na inovação da cultura da soja dentro do movimento de expansão agrícola para o Cerrado (Centro-Oeste)?

1.4 - OBJETIVOS

1.4.1 - Objetivo Geral

Analisar qual foi o papel da Embrapa no desenvolvimento de inovações tecnológicas na expansão agrícola do cultivo da soja para o bioma Cerrado no Centro-Oeste brasileiro.

1.4.2 - Objetivos Específicos

1 – Definir e contextualizar o período da expansão agrícola para o bioma Cerrado e a atuação da Embrapa;

2 - Analisar como a Embrapa desenvolveu inovações tecnológicas para a cultura da soja nesse contexto.

1.5 - METODOLOGIA

Trata-se de uma *Pesquisa bibliográfica*, pois se realizou a partir do registro decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos. (SEVERINO, 2007, p. 122). Quanto ao método, trata-se de um *Estudo de caso*, que se concentra em um caso particular, significativo e representativo, utilizando-se de uma *Análise documental* para a coleta de dados (estatísticos e qualitativos), consultando documentos e registros próprios ou não ao objeto de pesquisa estudado, no intuito de entender e analisar o problema. (MICHEL, 2009).

Esta pesquisa foi realizada utilizando-se o referencial teórico conhecido na Ciência Econômica como Teoria Evolucionista, de pressupostos neoschumpeterianos, e que tratam de conceituar e discutir inovação, aprendizado tecnológico, sistema nacional e setorial de inovação, que em nosso entendimento, e também no âmbito desse Mestrado Profissional em Desenvolvimento Econômico, constituem a teoria mais

adequada para explicar as inovações tecnológicas decorrentes da mudança técnica e da criação de novos paradigmas tecnocientíficos.

A dissertação está estruturada em quatro capítulos. No primeiro capítulo, realizamos a revisão conceitual dos pressupostos teóricos, utilizando a teoria evolucionária, dos autores neoschumpeterianos, abordando a inovação tecnológica, o aprendizado e o paradigma tecnológico, as trajetórias, o sistema nacional e o setorial de inovação, a fim de poder caracterizar posteriormente a Embrapa enquanto firma que pesquisa e desenvolve inovações tecnológicas e suas relações com outros atores do sistema setorial de inovação na agricultura.

No segundo capítulo descrevemos a modernização da agricultura no Brasil, a partir da chamada “revolução verde” e os fatores que permitiram a expansão da agricultura, e em especial, da sojicultura para o bioma Cerrado na região do Centro-Oeste do país.

Abordamos, no terceiro capítulo, a história e trajetória da Embrapa, sua organização, seus principais projetos, seu corpo de pesquisadores e seu orçamento ao longo das décadas, desde que foi fundada em 1973, até o ano de 2014, dentro do contexto agrícola nacional.

Já no quarto capítulo, resgatamos o histórico da cultura da soja no Brasil, relatamos o processo de expansão bem sucedida da sojicultura dos estados do Sul para o Centro-Oeste, onde predomina o Cerrado e o clima tropical. Analisamos os números da produção, área plantada e da produtividade da cultura da soja e como a pesquisa de melhoramento genético da Embrapa desenvolveu os novos cultivares, atendendo as demandas da expansão agrícola pra o Cerrado.

Na conclusão, analisamos os capítulos anteriores, conectando-os de forma a produzir uma explicação, dentro da teoria neoschumpeteriana, para o papel inovador da Embrapa na cultura da soja, dentro da expansão agrícola brasileira para o Cerrado.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Para analisar o tema dessa dissertação, utilizamos como referencial teórico os conceitos fundamentais da abordagem neoschumpeteriana. Os neoschumpeterianos (ou evolucionistas) inspirados pelas idéias de J. Schumpeter partem do pressuposto fundamental de que a mudança tecnológica é o motor do desenvolvimento capitalista. Abordaremos, dentre os conceitos fundamentais da escola evolucionista, aqueles que consideramos fundamentais para o desenvolvimento da temática dessa dissertação.

A conceituação de inovação e de inovação na agricultura parece-nos essencial para iniciarmos os trabalhos. Na seqüência, e seguindo a lógica, o conceito de paradigma tecnológico e de trajetória tecnológica, para daí sim desembocarmos nas definições de sistemas nacional de inovação, setorial de inovação e setorial de inovação na agricultura. De outra forma, esses conceitos não esgotam a temática que será abordada, mas constituem-se nos pilares teóricos iniciais para nossa pesquisa.

2.1 – INOVAÇÃO: CONCEITO, CLASSIFICAÇÃO E FIRMA INOVADORA

Segundo Schumpeter (1982) a inovação tecnológica, inclui cinco casos: 1- a introdução de um novo bem; 2 – a introdução de um novo método de produção de um bem; 3 – a abertura de um mercado novo; 4 – a aquisição de uma nova fonte de oferta de matéria-prima; e 5 – o surgimento de uma nova organização de uma indústria. Já Carlsson & Stankiewicz (1991), ampliam o conceito, relacionando a inovação ao descobrir, ao experimentar, ao buscar, ao desenvolver, ao imitar novos produtos e processos de produção.

Tratando do processo de inovação, Dosi (2006) enumera as seguintes características: 1 – O crescente papel dos insumos científicos no processo de inovação; 2 – A transformação do processo de inovação em questão de planejamento de longo prazo, dado a complexidade das atividades de P&D, e se opondo as respostas imediatas dos produtores em vista das mudanças do mercado; 3 – Significativa correlação entre esforços de P&D e o produto da inovação; 4 – Quantidade significativa de inovações com origem no “*learning by doing*”; 5 – Natureza de incerteza intrínseca das atividades

de pesquisa e inovação em oposição à idéia de conjunto de escolhas conhecidas *ex-ante*;
6 – A mudança técnica não ocorre por acaso pelos motivos: da direção dessa mudança ser muitas vezes definida pelo estado-da-arte da tecnologia em uso, e pela probabilidade das empresas alcançarem avanços técnicos depender dos níveis tecnológicos já alcançados por elas; e 7 – A evolução das tecnologias no tempo mostra regularidade e torna possível definir trajetórias de mudanças tecnológicas e econômicas de produtos e processos.

Como resultado destas características, segundo o autor acima, a inovação tende a ser um processo interativo, às vezes envolvendo os usuários e produtores, às vezes envolvendo esforços de cooperação entre produtores, e por vezes mais fracamente organizada, sob a forma de redes. A atividade inovadora é fortemente influenciada pela estrutura organizacional e institucional em torno dela.

Dessa forma, o conceito de inovação vem sendo aprimorado com o passar dos anos. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE, no “Manual de Oslo”, definiu inovação como a “implementação de um produto (bens ou serviços) ou processo novo ou significativamente melhorado; ou de um novo método de marketing; ou de um novo método organizacional nas práticas de negócio, na organização do local de trabalho ou nas relações externas” (OCDE, 2005, p. 46). Assim, Freeman & Soete (2008), concluem que as inovações são importantes não só para aumentar a riqueza das nações, no sentido de aumentar a prosperidade, mas também no sentido de permitir às pessoas fazerem coisas que nunca antes tinham sido feitas.

Passamos então à classificação das inovações. Pavitt (1984) distingue inovações de produto e inovações de processo. Segundo esse autor, definimos inovações de produto como as que são usadas fora dos setores que as produziram e inovações de processo como aquelas que são usadas dentro desses setores.

Em função do grau de novidade e importância, Maculan (2002) classifica as inovações em inovações radicais e inovações incrementais. As inovações radicais (ou de ruptura) acontecem no momento em que emerge uma nova tecnologia. Essas inovações são resultado de grandes projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e facilitam o surgimento de novas empresas que irão difundir um paradigma tecnológico novo. Já as inovações incrementais acontecem quando a base tecnológica está madura. Quanto mais

a tecnologia é madura, mais as inovações aparentam ser “normais”, diferenciando produtos ou serviços conhecidos e melhorando a eficiência da produção e a qualidade dos produtos. Muitas das inovações são resultado de melhorias incrementais nos processos de produção que se acumularam no tempo e podem vir a se tornar profundas mudanças tecnológicas. Na tabela 1 podemos visualizar esses dois tipos de inovação com a demonstração de suas principais características.

TABELA 1– TIPOS DE INOVAÇÃO E SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Tipo de Inovação	Características
INOVAÇÃO RADICAL	<ul style="list-style-type: none"> • É uma inovação de produto; • Desenvolvida por uma pequena unidade de produção caracterizada por sua dinâmica empreendedora e sua organização é de maneira flexível; • As relações com centros de pesquisa, fornecedores de insumos e usuários/compradores são essenciais; • As incertezas são grandes para definir tecnicamente o produto e suas funções, para definir a tecnologia de produção, para encontrar os insumos e materiais adequados; • Há no mercado um poder de compra elevado; • Os ganhos previstos devem ser altos; • Certo aporte financeiro é necessário para buscar as alternativas, testar e experimentar; • O processo de decisão é ágil, sem burocracia, com poucos níveis hierárquicos
INOVAÇÃO INCREMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> • É uma inovação de processo dentro de um sistema de produção que é pouco flexível; • As características tecnológicas do produto são bem definidas; • A tecnologia de produção é eficiente; • Os investimentos fixos já realizados são altos; • A competição ocorre principalmente no nível dos preços e a resposta passa por uma redução dos custos de produção; • O impacto é gradual e cumulativo na produtividade mediante melhora da eficiência.

FONTE: MACULAN, (2002)

No que tange ao *papel que a inovação cumpre para a firma*, Penrose (2006) afirma que a inovação garante vantagens competitivas às empresas em seus mercados e, algumas vezes, novas oportunidades para realizar processos de diversificação. A força da empresa está numa política de inovação que lhe garante defesa contra a concorrência em sua área de especialização.

Em consonância com o papel que a inovação tem para a firma, Freeman & Soete (2008) relacionam dez características das firmas inovativas: 1) forte P&D interna; 2) realização de pesquisas básicas ou vínculos com quem as executava; 3) utilização de patentes para proteção e negociação com a concorrência; 4) tamanho da firma relativamente grande para poder financiar pesados gastos com P&D por longo período de tempo; 5) períodos mais curtos de experimentação do que a concorrência; 6) coragem para correr riscos altos; 7) prévia e criativa identificação de potenciais mercados; 8) cuidadosa atenção com o mercado potencial e esforços para envolver e oferecer assistência aos usuários; 9) empreendedorismo forte para coordenar a P&D, a produção e o marketing da firma; e 10) boas relações com o mundo científico externo a firma e com os seus consumidores.

Reconhecendo a importância da firma como local da inovação, Pavitt (1984) propõe uma taxonomia onde a *unidade básica de análise é a firma inovadora*. Sendo que os padrões de inovação são cumulativos, suas trajetórias tecnológicas serão amplamente determinadas pelo que foi feito no passado, ou seja, por suas atividades principais. Atividades principais diferentes geram trajetórias tecnológicas diferentes. As firmas podem ser adequadamente agrupadas em três categorias que ele denomina “*dominada pelo fornecedor*”, “*intensiva em produção*” e “*baseada em ciência*”. Estas trajetórias diferentes podem, por sua vez, ser explicadas pelas diferenças setoriais em três características: fontes de tecnologia, necessidades dos usuários e meios para se apropriar dos benefícios.

Pode haver diversas fontes possíveis de tecnologia. Internamente à firma existem laboratórios de P&D e departamentos de engenharia de produção. Externamente às firmas há fornecedores, usuários, pesquisa e consultoria com financiamento público. De modo semelhante, as necessidades dos usuários podem variar. Para materiais mecânicos ou estruturas padronizadas, o preço é da maior importância. Para as máquinas e equipamentos usados nos sistemas de produção modernos e interdependentes, o desempenho e a confiabilidade são o atributo do prêmio mais elevado sobre o preço de compra.

Os métodos usados pelos inovadores para se apropriarem dos benefícios de suas atividades em relação aos concorrentes também irão variar: as inovações de processo

podem ser mantidas em segredo; algumas inovações de produto podem ser protegidas por defasagens técnicas de imitação (por exemplo, aeronáutica), enquanto outras requerem proteção de suas patentes (por exemplo, farmacêutica); e tanto as inovações de produto quanto as de processo podem ser difíceis de imitar por causa da particularidade do conhecimento tecnológico e das qualificações presentes na firma inovadora.

As *firmas dominadas pelos fornecedores* encontram-se principalmente nos setores tradicionais da produção industrial e em agricultura, construção civil, produção doméstica informal e serviços pessoais, financeiros e comerciais. São geralmente pequenas e suas capacitações de engenharia e P&D interna são fracas. Elas se apropriam menos com base em vantagens tecnológicas, quando comparadas a qualificações profissionais, marcas e propaganda e aparência estética. As trajetórias tecnológicas são definidas por redução de custos. Em geral, firmas dominadas pelos fornecedores dão uma contribuição secundária às suas tecnologias de processo e de produto. A maior parte das inovações vem dos fornecedores de equipamentos e materiais, embora algumas vezes os grandes clientes, a extensão dos serviços e a pesquisa com financiamento oficial também proporcionem contribuição.

As *firmas intensivas em produção* com seus mecanismos da divisão do trabalho e de simplificação das tarefas que resultaram do crescimento do tamanho do mercado, promoveram a substituição da mão-de-obra por máquinas e o decréscimo dos custos de produção. Também contribuíram para a trajetória da crescente fabricação e montagem em larga escala e o crescente aprimoramento dos transportes e do comércio, padrões de vida mais elevados e uma maior concentração industrial.

O modo pelo qual as firmas inovadoras apropriam-se das vantagens tecnológicas varia amplamente entre os produtores em larga escala e os fornecedores especializados. Para os produtores em larga escala, as invenções particulares não são de grande significado. A liderança tecnológica se reflete na capacidade de projetar, construir e operar processos de larga escala e integrar esses processos de modo a produzir um produto final. Essa liderança é mantida através de know-how e segredo industrial a respeito das inovações de processo e mediante as defasagens técnicas de imitação, bem como através da proteção via patente.

Para os fornecedores especializados não estão disponíveis, segredos, know-how de processo e defasagens técnicas como meios de apropriação da tecnologia. O sucesso na competição depende de habilidades específicas às firmas refletidas no aprimoramento contínuo do projeto, na confiabilidade do produto e na capacidade de responder às necessidades dos usuários de forma rápida.

As firmas baseadas em ciência podem ser encontradas nos setores químico e elétrico/eletrônico. As fontes de tecnologia são as atividades de P&D das firmas desses setores, baseadas no rápido desenvolvimento das ciências nas universidades. A difusão tem ditado a trajetória tecnológica das firmas de setores baseados em ciência. As firmas inovadoras nesses setores cresceram rapidamente e tiveram pouco incentivo para buscar oportunidades de inovação além de seus setores de atividade principal. Dada a sofisticação da tecnologia e das ciências subjacentes, tem sido difícil a entrada de firmas fora do setor. A abrangência das aplicações implicou em uma grande variância dada à inovação de produto ou de processo no interior de cada um dos setores, refletindo os diferentes *trade-offs* custo/desempenho de bens de consumo, materiais padronizados e aplicações profissionais. Assim, as firmas apropriam-se da liderança inovadora por meio de uma combinação de métodos (patentes, segredos, defasagens técnicas naturais e habilidades específicas à firma). As economias dinâmicas têm sido uma importante barreira à entrada de imitadores em tecnologias de processo contínuo, montagem em larga escala e na produção de componentes eletrônicos.

Desse modo abordamos o conceito de inovação, sua classificação e a importante definição de firma inovadora. Esses conceitos serão utilizados mais tarde para responder com maior precisão o objetivo proposto nesse trabalho.

2.2 – INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA

De acordo com Silva (1990), podem-se classificar as inovações que expressam o conteúdo do progresso tecnológico na agricultura em quatro tipos: 1 – inovações mecânicas, que afetam a intensidade e o ritmo da jornada de trabalho; 2 - inovações físico-químicas, que modificam as condições naturais do solo, elevando a produtividade do trabalho aplicado a esse meio de produção; 3 – inovações biológicas, que afetam a

velocidade de rotação do capital no processo produtivo, através da redução do período de produção/potencialização dos efeitos das inovações anteriores; e 4 – inovações agrônomicas, que permitem novos métodos de organização da produção através de novas combinações dos recursos disponíveis, elevando a produtividade geral do trabalho de um sistema produtivo, sem que novos produtos e/ou insumos sejam introduzidos.

No primeiro tipo, a mecanização da agricultura reduz o tempo de trabalho necessário a uma determinada atividade, bem como aumenta a intensidade e o ritmo do trabalho, semelhante à época das manufaturas. A mecanização não altera o período de produção. E quando incide sobre a fase inicial e/ou final, a alteração é de pequena grandeza. Assim, a mecanização da agricultura não modifica necessariamente o tempo de produção de uma dada mercadoria.

No segundo tipo, o emprego de defensivos químicos (os pesticidas, os inseticidas e os herbicidas) reduz o tempo de trabalho aumentando a sua produtividade ao fazer decair as “perdas naturais” resultante do ataque de pragas. Também aumenta a produtividade do trabalho a adubação orgânica ou inorgânica. A adubação eleva a produtividade natural dos solos, permitindo uma maior produção com a mesma quantidade de trabalho. Da mesma forma, aumentam a produtividade natural do solo, a drenagem e a irrigação, ou seja, a incorporação de matéria orgânica, insumos destinados a preservar as condições naturais de determinado terreno.

No terceiro tipo, destacam-se as inovações biológicas, onde as forças da natureza sofrem intervenção do homem. As inovações biológicas possibilitam a transformação da agricultura num ramo da indústria, não apenas viabilizam, mas potencializam e aceleram os efeitos do progresso técnico.

No último tipo, destacam-se as inovações agrônomicas que implicam na adoção de novos procedimentos, métodos e práticas culturais, e não novos insumos ou produtos. O autor define como inovação agrônômica as diferentes combinações de espaçamentos, formas de plantio, rotação de culturas, sistemas de manejo dos solos, etc. Essas inovações agrônômicas são responsáveis pelas modificações nas formas de organizar a produção e o trabalho nas propriedades agrícolas. São as inovações agrônômicas, as mais fáceis de serem geradas e fundamentais a introdução das

inovações mecânicas, físico-químicas e biológicas. É o elo necessário da adaptação local às variabilidades de solo e clima, e proporcionam um aumento na lucratividade. As inovações químicas, físicas e mecânicas, quando associadas às inovações biológicas, têm um horizonte muito mais amplo de aplicação na agricultura. Sem essa combinação, qualquer inovação tem possibilidades restritas de aplicação na agricultura. Já as inovações biológicas e as agrônômicas constituem a base do processo que leva o capital a superar as barreiras naturais que encontra para seu desenvolvimento na agricultura.

2.3 - PARADIGMA TECNOLÓGICO

A teoria econômica define a tecnologia como a combinação de um conjunto de fatores definidos em relação a certos produtos. Dosi (2006) propõe uma definição mais ampla. Para ele a tecnologia pode ser definida como um conjunto de parcelas de conhecimento, tanto prático como teórico, de métodos, procedimentos, know-how, experiências bem ou malsucedidas, e também dispositivos físicos e equipamentos.

Para o autor, assim como a filosofia da ciência propõe a existência de paradigmas científicos, existem também os paradigmas tecnológicos. Um paradigma tecnológico é definido como um “padrão” de solução de problemas tecnoeconômicos, baseado em princípios das ciências naturais, conjuntamente com regras definidas que têm a finalidade de adquirir novo conhecimento e protegê-lo, sempre que possível, da difusão aos concorrentes. Assim, um paradigma tecnológico é um objeto desenvolvido e melhorado e uma série de heurísticas.

O paradigma tecnológico envolve uma “tecnologia de mudança tecnológica” específica, pois os procedimentos, competências e heurísticas envolvidas no processo de busca são específicas a cada tecnologia. Cada paradigma tecnológico incorpora uma combinação de determinantes exógenos da inovação e determinantes que são endógenos ao processo de concorrência e de acumulação tecnológica de firmas e indústrias. Assim, cada paradigma envolve modos de busca, bases de conhecimento e combinações entre as formas de conhecimento tecnológico públicas e privadas.

A incerteza relacionada às atividades inovativas é mais forte que aquela com a qual os modelos econômicos comumente tratam. De forma geral, a busca inovativa é caracterizada por uma incerteza forte. Quando um paradigma tecnológico se estabelece ele traz consigo uma redução da incerteza, no sentido de que ele focaliza as direções da busca e cria as bases da formação de expectativas tecnológicas e de mercado.

2.4 – APRENDIZADO TECNOLÓGICO

Para a construção de uma teoria da firma, na qual esta é entendida como um agente de inovação, que acumula competências e atua em um ambiente em mutação permanente, é necessário compreender a natureza do processo de aprendizagem.

Segundo Queiroz (2006), o conceito de aprendizado tecnológico aparece na economia ligado à idéia de um processo pelo qual um dado agente – quase sempre a empresa – acumula habilidades e conhecimento, e cujo resultado é um contínuo aperfeiçoamento da tecnologia, com ganhos de desempenho como consequência. Ressalva-se que não se trata de um único processo, mas sim de uma multiplicidade de processos, como é possível verificar nas diversas formas que a literatura especializada aborda: o aprender fazendo, o aprender pelo uso, o aprender pela pesquisa, etc.

A noção de “aprender fazendo” é uma das mais conhecidas e resulta da contribuição de Arrow (1962) para o melhor entendimento da importância da melhoria da tecnologia para a redução de custos e o aumento da produtividade. O “aprender fazendo” (*learning-by-doing*) é um processo originário da própria atividade produtiva: quanto maior a produção acumulada, maior a experiência adquirida pelos empregados e maior será o desempenho tecnológico da empresa.

A partir de estudo desenvolvido sobre a indústria aeronáutica americana, Rosenberg (2006) discorreu sobre o “aprender usando” (*learning-by-using*). Propõe olhar para a inovação tecnológica como um processo de aprendizagem, ou melhor, como vários processos de aprendizagem distintos. Segundo esse autor, um passo essencial é reconhecer que existem variadas e diferentes categorias de aprendizagem. Apoiado nesse pressuposto, Rosenberg chama a atenção para outra categoria de

aprendizagem, que somente tem início depois de certos produtos novos começam a ser usados. Existem aspectos fundamentais da aprendizagem que não são função da experiência vivida na produção do produto, mas da utilização deste produto pelo usuário final. Dessa forma, o aprendizado pelo uso refere-se a um local de aprendizagem diferente daquele da aprendizagem pela prática, do aprender fazendo.

Conforme Queiroz (2006), o que distingue o “aprender usando” do “aprender fazendo” é a participação ativa dos usuários no processo. O aprendizado não resulta de forma automática da atividade de produtiva, e sim, busca-se o aprendizado.

Lundvall (1988) traz a idéia do “aprendizado por interação” (*learning-by-interacting*), onde destaca o envolvimento dos usuários e produtores na realização de inovações de produto. O processo é caracterizado por um aprendizado conjunto, por meio de laços de cooperação que se estabelecem entre usuários e produtores e cujo resultado final é a geração de inovações de produto.

Dessa forma, Katz (1976), citado por Queiroz (2006), menciona a noção desse autor de “aprendizado adaptativo”, cuja proposta que relaciona tal fenômeno aos processos e produtos existentes, mas que precisam ser alterados para que funcionem em ambiente diversos daquela para que foram criados inicialmente. O propositor dessa noção de aprendizado percebeu que as firmas usuárias de tecnologias importadas despediam esforços consideráveis na adaptação de tecnologias para melhorar o desempenho de processos e produtos que não podiam simplesmente ser reproduzidos em iguais condições dos países de origem.

Ainda podemos citar outros processos de aprendizagem que também aparecem na literatura especializada, tais como: o *learning-by-hiring* (associado a contratações), o *learning-by-training* (treinamento) e o *learning-by-researching* (pesquisa), entre outros. Porém, uma importante dimensão do aprendizado é seu caráter cumulativo, pois pela própria definição, aprendizado é um processo que leva à acumulação de capacidades. Mas também ao aumento da própria capacidade de aprender, o chamado *learning-by-learning*.

Os processos de aprendizagem ganharam espaço na análise econômica a partir do momento em que são compreendidos como fundamentais para impulsionar a

mudança técnica. Outra dimensão do aprendizado é ele estar inscrito em rotinas, que é um conceito que define a própria firma. A definição de firma, para os evolucionistas, não pode ser separada do conceito de aprendizado: “firmas são organizações que aprendem e inscrevem esse aprendizado em rotinas”. (QUEIROZ, 2006, p. 199).

A firma é o agente principal nas análises econômicas sobre o aprendizado. Desempenha papel central no desenvolvimento de novos produtos e processos e na transformação do conhecimento em riqueza econômica. Os processos de aprendizado das firmas são afetados de diversos modos pelo contexto institucional. Também existem outras organizações que contribuem para a mudança técnica e, que, igualmente são locais de aprendizado tecnológico. São as universidades e os centros de pesquisa, que também aprendem e contribuem para o aprendizado que se desenvolve nas firmas. As universidades são fontes de variados conhecimentos e de recursos humanos qualificados. Da mesma forma, as instituições públicas de pesquisa e agências governamentais contribuem para a acumulação de competências nas firmas fornecendo suporte as atividades de pesquisa e ao desenvolvimento de programas de interesse comum.

2.5 - TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA

As atividades inovativas são fortemente seletivas, focalizadas em direções precisas e cumulativas na aquisição de capacitações para a solução de problemas. Dosi (1988) define trajetória tecnológica como atividades do processo tecnológico que acontecem dentro de *trade-offs* econômicos e tecnológicos delimitados por um paradigma. Dessa forma, a trajetória tecnológica forma um agrupamento de possíveis direções tecnológicas, onde os limites exteriores são definidos pela natureza do paradigma.

Conforme Dalla Costa & Ortiz (2007), definem-se as escolhas dentre diversas trajetórias possíveis onde o estoque de conhecimento é o principal limitador do paradigma, sendo que a aprendizagem fomentará ou restringirá o sentido dessas trajetórias, assim como detectará novas oportunidades para investir que possam aparecer no desenrolar da evolução tecnológica (efeito *spill over*). Então, para melhor definir

escolhas entre as diversas trajetórias tecnológicas possíveis, devemos considerar as características dessas trajetórias, definidas em termos de paradigmas tecnológicos.

Desse modo, Dosi (2006) sugere: que as trajetórias podem ser mais genéricas ou mais limitadas, mais poderosas ou menos poderosas; que existem, em geral, complementaridades entre trajetórias e que, o desenvolvimento ou a falta dele em uma tecnologia podem estimular ou impedir o desenvolvimento em outras; que se conceitua fronteira tecnológica o mais alto nível alcançado em relação a uma trajetória tecnológica; que o progresso ao longo de uma trajetória tecnológica pode manter algumas características cumulativas; que quando uma trajetória é muito forte pode ser difícil mudar para uma trajetória alternativa; e que não há certeza, a princípio, sobre a possibilidade de comparar e avaliar a superioridade de uma trajetória tecnológica em relação à outra.

O histórico sugere que um grande impulso à inovação advém de desequilíbrios entre as dimensões técnicas que caracterizam uma trajetória e, que, de maneira inversa, uma mudança no paradigma geralmente implica numa mudança nas trajetórias.

2.6 - SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO (SNI)

A definição geral de um sistema é um grupo de componentes (dispositivos, objetos ou agentes) servindo a um propósito comum, ou seja, trabalhar no sentido de uma função objetiva ou global comum.

Segundo Freeman (1987), o Sistema Nacional de Inovação (SNI) são redes de instituições públicas e privadas, cujas interações e atividades iniciam, modificam e difundem tecnologias novas. O SNI associa o conceito à idéia de organizações e instituições. As organizações são os atores que compõem a estrutura do sistema, enquanto as instituições são as regras, políticas e comportamentos que orientam as relações nessa estrutura. Estes dois elementos são próprios ao conceito, porém são estabelecidos de acordo com as características e especificidades de cada sistema de inovação.

Bergek (2008), citando Carlsson e Stankiewicz (1991), afirma que os componentes de um sistema de inovação são os atores, as redes e as instituições, que contribuem para a função de desenvolvimento, difusão e utilização de novos produtos e processos. Assim, é possível precisar ainda mais o conceito de sistema nacional de inovação como um arranjo institucional que envolve múltiplos participantes, tais como as firmas e suas redes de cooperação; as universidades e os institutos de pesquisa; as instituições de ensino; o sistema financeiro; os sistemas legais; os mecanismos de seleção mercantis e não-mercantis; os governos; e os mecanismos e instituições de coordenação. Esses componentes vêm a interagir entre si, articulando-se e definindo variados mecanismos que dão início a processos virtuosos.

O sistema de inovação pode ser aplicado em diferentes níveis de agregação e em diferentes dimensões. Pode ser reduzido para um escopo regional ou adotar um nível setorial, mais específico. Na dimensão nacional o foco serão as questões mais gerais de ciência e tecnologia do país, enquanto que nas dimensões regionais e setoriais o tratamento será mais focado e localizado.

Como bem resumiu Albuquerque (2004), o Sistema Nacional de Inovação traduz o arranjo institucional complexo que impulsionando o progresso tecnológico, determina a riqueza das nações.

2.7 - SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO (SSI)

A inovação, quando abordada através de setores, é conhecida como *Sistema Setorial de Inovação - SSI*. Um setor pode ser considerado como um conjunto de atividades que tem duas características em comum: 1 - compartilhamento de um conjunto comum de conhecimentos; e 2 - cujas atividades se relacionam com o mesmo grupo de produtos destinados para determinada demanda.

Malerba (1999) analisou a dinâmica da inovação no interior dos setores produtivos e definiu o SSI como um conjunto de agentes heterogêneos que possuem interação através de relações de mercado e de não-mercado, de modo a gerar, desenvolver, produzir, comercializar e distribuir produtos e serviços gerados em suas

fronteiras geográficas, as quais se originam das condições particulares de cada setor e não são nacionais necessariamente.

O conceito de Sistema Setorial de Inovação ultrapassa as fronteiras geográficas que delimitam o Sistema Nacional e do Sistema Regional de Inovação. A não obrigatoriedade de contornos geográficos do SSI é reiterada por Faria (2010) ao afirmar que este sistema não tem uma delimitação geográfica definida, podendo num mesmo sistema setorial, coexistir diversos países ou regiões.

Apesar de a abordagem setorial compartilhar referencial teórico em comum com o Sistema de Inovação, ela apresenta alguns aspectos importantes para o conhecimento e aprofundamento dos estudos de inovação. Sobre esses aspectos do SSI, Gelinski (2015) expõe resumidamente que o primeiro aspecto se refere à noção de setor, caracterizado por um conjunto heterogêneo de firmas unidas a um grupo particular de atividades ou ramo econômico, unificado por semelhantes processos produtivos ou por grupos que compartilham conhecimento em comum. Seus limites setoriais são definidos pela base de conhecimento, dinâmica da demanda, ligações entre diferentes atividades e produtos e tecnologias compartilhadas.

O segundo aspecto se refere ao papel desempenhado na direção das trajetórias tecnológicas e do apoio à inovação dentro dos países. A vantagem de se utilizar a noção de sistema setorial é consequência de que muitas vezes os atores partilham bases de conhecimentos, instituições e organizações, permitindo com isto a identificação dos principais componentes e das ligações que influem no comportamento do sistema.

O terceiro aspecto destaca que no nível setorial a mudança é mais inovadora e, por isso, é um contexto para pesquisas e estudos sobre a evolução econômica e tecnológica. No quarto aspecto, o conceito de sistema setorial elege a aprendizagem como principal mecanismo dos atores para criar, usar e armazenar o conhecimento apreendido. E por fim no quinto aspecto, sobressai a importância do conhecimento e dos processos de aprendizagem no interior do sistema de inovação.

No mesmo sentido, para analisar o Sistema Setorial de Inovação, Malerba (2006) agrupou três dimensões de análise, que se influenciam mutuamente e afetam tanto a geração e adoção de novas tecnologias quanto à organização da inovação e da produção

no nível setorial. O SSI pode então ser baseado em três componentes: 1 – domínio tecnológico e de conhecimento; 2 – atores e redes; e 3 – instituições.

Quanto ao domínio tecnológico e de conhecimento: qualquer setor pode ser caracterizado por uma base de conhecimento específica, tecnologias e *inputs*. Na forma dinâmica, o foco sobre o conhecimento e o domínio tecnológico coloca no centro da análise a questão dos limites setoriais, que geralmente não são fixos, mudando ao longo do tempo. Esse primeiro componente vincula-se com o que é proposto pela teoria evolucionista no que diz respeito aos setores se diferenciarem de forma significativa em termos de domínio do conhecimento e de processos de aprendizagem sobre inovação. A dinâmica inovadora e o regime tecnológico e de aprendizado dos setores vão depender de seu domínio do conhecimento.

Quanto aos atores e redes: O SSI é composto de agentes heterogêneos que podem ser organizações e indivíduos (consumidores, empreendedores, cientistas). As organizações podem ser firmas (usuários, produtores e fornecedores de insumos) ou não-firmas (universidades, instituições financeiras, agências governamentais, sindicatos ou associações técnicas) e incluir subunidades (departamentos de produção ou P&D) e grupos de associações (associações de indústrias). Os agentes são caracterizados por processos de aprendizagem específicos, competências, crenças, objetivos, estruturas organizacionais, e comportamentos, que interagem por meio de processos de comunicação, troca, cooperação, competição e autoridade. No SSI a inovação é considerada como sendo um processo que envolve interações sistemáticas entre uma grande variedade de atores para a geração e troca de conhecimento relevante para a inovação e sua comercialização. Interações incluem relações de mercado e não-mercado que são mais abrangentes do que o mercado de licenciamento tecnológico, alianças interfirmas, redes formais de firmas, e muitas vezes o seu resultado não é capturado por sistemas existentes de medição da produção econômica.

Quanto às instituições: A percepção dos agentes, as ações e as interações são moldadas por instituições que incluem normas, rotinas, hábitos, práticas estabelecidas, regras, leis e padrões. As instituições podem variar entre aquelas que vinculam ou impõem obrigação entre os agentes ou entre aquelas que são criadas pela interação entre os agentes, de mais vínculo para menos vínculo, do formal para o informal. Uma grande

quantidade de instituições é nacional (o sistema de patentes), enquanto outras são específicas para os setores (mercados de trabalho setoriais ou instituições financeiras). Ressalta-se que, ao longo do tempo, o sistema setorial sofre um processo de mudança e transformação através da coevolução dos seus elementos.

2.8 - SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO NA AGRICULTURA

Para melhor analisarmos o Sistema Setorial de Inovação na Agricultura – SSIA, utilizaremos o proposto por Breschi & Malerba (1997) e Malerba (1999, 2006), cujos elementos (base produtiva, de conhecimento e tecnológica; atores e suas redes; e institucionalidade do sistema) já foram mencionados e discutidos acima. Utilizaremos a abordagem descrita anteriormente, aplicando-a as especificidades do setor agricultura.

2.8.1 - Base produtiva, de Conhecimento e Tecnológica na Agricultura

Conforme Beaulieu (2013), citando Bergek *et al.* (2008), essa base diferencia-se tanto nos tipos de conhecimento (científico, tecnológico, de mercado, logístico, produtivo e de design) quanto nas fontes de desenvolvimento do conhecimento (P&D, imitação, aprendizagem) e podem ser medidas por um grupo de indicadores, dentre os quais: número, tamanho e orientação de projetos de P&D, número de patentes, número de pesquisadores, análise bibliométrica, etc.

Salles-Filho *et al.* (2012) propuseram um conjunto de indicadores baseados em séries históricas e focados na mensuração da inovação que ultrapassam os indicadores clássicos comumente utilizados na medição de P&D existente. Os indicadores propostos separam-se em termos econômicos, de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), produtivos e socioambientais.

O primeiro grupo de indicadores considera a importância relativa do setor na economia brasileira, a balança comercial, o valor da produção, a emissão de dióxido de carbono, a produção e produtividade dos produtos agropecuários. Esses indicadores permitem determinar a base produtiva, o destino da produção, os cultivos mais

relevantes, as tendências a modernização e a estagnação de produtos desenvolvidos pelo setor. Identifica-se também o perfil e evolução dos produtores, tamanho, acesso à informação, escolaridade, mão-de-obra e consumo de insumos.

O segundo grupo de indicadores mostra o indicador de investimento em P&D em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) que pretende medir o desempenho da inovação. E inclui também o investimento privado em P&D agropecuária. Complementa-se com indicadores de *output*, que apresentam os resultados tecnológicos e de inovação obtidos com esse investimento. Analisaram-se os números de cultivares, de publicações, de patentes, de licenças e de pesquisadores envolvidos em P&D agropecuária. Esses indicadores de CT&I permitem conhecer a produção científico-tecnológica do setor, o desempenho tecnológico e a capacidade de gerar conhecimento na área. A identificação dos principais gargalos do SSI na agricultura é facilitada pela análise dessa base produtiva e de conhecimento tecnológico.

2.8.2 – Atores e Redes na Agricultura

São atores todas as categorias (indivíduos e empresas) e organizações (públicas, privadas e não governamentais) que têm relação de complementaridade e de interesse comum nos processos inovadores, em especial na agricultura.

Desse modo, segundo Beaulieu (2013), os agentes que constituem fontes de inovação na agricultura, são:

- *Governo*: responsável por criar um ambiente que facilite a inovação, promovendo reformas institucionais e formulando políticas públicas específicas, que regulem o arcabouço de CT&I e articulem a P&D e a produção;
- *Fornecedores de insumos*: são as empresas que produzem e vendem insumos biológicos e químicos, máquinas e implementos, e/ou prestação de serviços. São as principais geradoras de tecnologias para a agricultura;
- *Processadores dos produtos agrícolas, agroindustriais*: são as empresas industriais cuja função principal é a determinação de padrões de

produção que proporcionem mudanças técnicas, produtivas e comerciais na base técnica de produção;

- *Organizações de pesquisa*: produzem conhecimento e formação da base técnico-científica através da geração de tecnologias para o setor produtivo;
- *O produtor e as associações de produtores*: são os agentes diretos de produção (pequenos, médios e grandes) que possuem relevante papel na geração de tecnologias e gestão de produção, comercialização e outros, com impactos na geração de valor por meio das formas de aprendizagem (*learning by using, learning by doing, etc.*);
- *Agentes de comercialização, distribuição (transporte) e marketing*: não são fontes de inovação, porém são peças fundamentais nas cadeias de valor e dos sistemas de inovação;
- *Agentes financeiros*: atores, públicos ou privados, com ou sem fins lucrativos, que dão suporte financeiro as ações de inovação. Incluem bancos e agências de fomento.
- *Sistema de ensino*: dão suporte à inovação por meio de formação e treinamento profissional, nos níveis técnicos e de formação superior;
- *Agentes e organizações de assistência técnica e extensão rural*: conectam os fluxos de conhecimento e tecnologia, fornecem serviços de assessoria técnica e financeira. Incluem agências governamentais, instituições de ensino, ONGs e consultores;
- *Outras organizações coletivas sem fins lucrativos (cooperativas e associações de produtores agrícolas e/ou agroindustriais)*: promovem intercâmbio de conhecimentos e tecnologias, integração de atores e orientam processo de negociação.
- *Atores internacionais*: fornecem base técnica inicial por meio de apoio ao desenvolvimento tecnológico, aprimoramento do marketing e sustentabilidade ambiental e social. Incluem doadores e organizações internacionais de pesquisa.

Alguns desses grupos não constituem fontes diretas de inovação tecnológica, mas criam mecanismos para permitir as atividades necessárias à inovação. No entanto, a

importância relativa de cada um dos grupos de atores muda ao longo do processo de inovação, seus papéis podem se modificar ou se diversificar.

Ao longo do processo de inovação, a importância relativa de cada um dos grupos de atores muda. Isso porque na medida em que se alteram as circunstâncias, os atores aprendem, seus papéis se modificam ou se diversificam. Atuam como fontes ou demandantes de conhecimento e em outras vezes como coordenadores das articulações entre os atores. As mudanças no ambiente institucional fazem com que os atores participem de forma mais ativa da P&D agrícola. E se tornam cada vez mais importantes as ligações entre o setor agrícola e os demais setores da economia, tais como os setores de água, energia, educação e saúde.

A análise dos atores e os papéis que eles desempenham, permite conhecer se há um conjunto sólido de organizações dos setores públicos e privados comprometidos nos processos de inovação do setor e se esse conjunto é adequado para as estratégias do setor e do país. Isso facilita a identificação dos atores que estão à frente do processo inovativo e que são responsáveis pela incorporação do conhecimento e apropriação do valor. Outro componente são as várias formas de articulação entre os atores, formais e informais. Há vários arranjos que promovem a participação conjunta nos processos de concepção, desenvolvimento, produção e distribuição de tecnologias e do conhecimento. Essencial para gerar novas idéias e testá-las é a circulação do conhecimento.

Dessa forma, descrevem-se os principais arranjos no setor agrícola: **Redes** (conjunto de atores heterogêneos que participam de forma conjunta da concepção, desenvolvimento, produção e distribuição de bens e serviços), **Consórcios** (associação de entidades empresariais e tecnológicas), **Parcerias público-privadas** (colaboração ente pesquisadores e empresários), **Programas territoriais** (fomento para a inovação dentro de territórios definidos), **Plataformas tecnológicas** (articulação de atores públicos e privados em empreendimentos cooperativos para a promoção da inovação em uma área comum) e **Projetos de inovação** (iniciativas de desenvolvimento, validação e adaptação de novos produtos, processos ou serviços em etapas da cadeia produtiva).

Para o Banco Mundial (2006), a caracterização dos atores, seu papel e sua dinâmica nos processos inovativos possibilita: 1 – a identificação daqueles que têm

papel central na inovação; 2 – os que facilitam ou restringem a colaboração; 3 – quais padrões de confiança predominam; 4 – verificar se existe uma cultura de inovação que envolve a demanda por P&D pelo setor privado; 5 – quais os principais tipos de arranjos que se estabelecem para criar e desenvolver atividades apoiadas em conhecimento; e 6 – como os atores lidam com seus problemas e oportunidades.

De outro modo, Bergek *et al.* (2008), usa outros métodos que permitem tanto a identificação dos atores de um determinado sistema quanto os papéis desses na promoção da inovação. A autora os caracteriza da seguinte forma: a) associações industriais, exposições, diretórios de empresas e catálogos; b) análise de patentes que pode revelar o volume e a direção da atividade tecnológica em diferentes organizações e entre indivíduos; c) estudo bibliométrico, que fornece uma lista das organizações mais ativas na produção de artigos e publicações; e d) entrevistas e discussões com especialistas, bem como com empresas, organizações de pesquisa, financiadores, etc.

Em suma, ao caracterizarmos os principais atores do SSI na Agricultura, bem como suas atitudes e práticas, podemos observar suas conexões e os fluxos entre eles, verificando qual a solidez desse sistema.

2.8.3 – Instituições na Agricultura

Os componentes institucionais referem-se às políticas, ao arcabouço legal e aos comportamentos. De um lado orientam as relações e as interações entre os agentes. De outro, promovem o compromisso entre os diversos agentes, o intercâmbio entre os vários conhecimentos e a convergência de capacidades.

O SSI na Agricultura não está sujeito só às políticas agrícolas, mas também às macro políticas econômicas nacionais que influenciam diretamente a capacidade de inovação. Ou porque criam as condições de longo prazo para a inovação ou porque incentivam o setor privado a investir na criação e adoção de inovações, fornecendo informações e incentivos financeiros. Portanto, a inovação não é resultado de uma política única, mas de um conjunto de políticas que trabalham em comum para promover um comportamento inovador.

As políticas setoriais (rural, ambiental, agrícola, de uso da terra e da água) são importantes para o SSI na Agricultura porque influenciam os ajustes estruturais, a disponibilidade de recursos naturais, a capacidade de investimento e as escolhas dos produtores.

Salles-Filho *et. al.* (2012) propôs um esquema de análise onde a institucionalidade do SSI é feita para grandes grupos de políticas e/ou arcabouços legais, e para isso leva em conta dois grandes objetivos: 1 - focado nas bases produtivas; e 2 – focado no fomento à CT&I.

Segundo esse esquema, o grupo 1, focado nas bases produtivas, se subdivide em 8 subgrupos: 1) aquisição de tecnologia pelos produtores (sementes, insumos, equipamentos); 2) produção de insumos e equipamentos para agricultura; 3) manutenção da renda do produtor agrícola (preço mínimo, seguro de produção, etc.); 4) processamento do produto agrícola, agroindustrialização; 5) comercialização e distribuição; 6) infraestrutura e logística; 7) uso do solo (reflorestamento e adaptação às mudanças climáticas); e 8) ordenamento territorial.

Já o grupo 2, focado no fomento à CT&I, se subdivide em 14 subgrupos: 1) atividades de P&D em diversos tipos de organizações, públicas, privadas e para a cooperação público-privada (redes, consórcios); 2) proteção e transferência de tecnologia; 3) utilização dos recursos de biodiversidade; 4) certificação de qualidade e diferenciação de produtos; 5) capacitação gerencial; 6) capacitação para gestão da inovação; 7) inclusão digital; 8) biossegurança alimentar e ambiental; 9) reciclagem de resíduos e biorremediação; 10) integração regional ou internacional; 11) promoção à inovação; 12) intercâmbio e capacidades de absorver o conhecimento; 13) internacionalização; 14) investimento estrangeiro direto com foco na inovação.

A análise conjunta dos três elementos chaves para o SSI na Agricultura (base produtiva, atores e instituições) permite identificar as características diferenciadas da capacidade de inovação desse sistema nas suas distintas fases de desenvolvimento, cuja fase final é vir a se tornar um sistema dinâmico de inovação.

2.9 – CONCLUSÕES PARCIAIS

A teoria evolucionária ou neoschumpeteriana, diferentemente de outras correntes teóricas da economia, visa explicar a dinâmica da inovação do capitalismo através da mudança tecnológica como motor do desenvolvimento desse sistema econômico.

Os economistas evolucionários definiram conceitos fundamentais para explicar o processo de criação e de transformação tecnológica das modernas economias industriais: inovação, firma inovadora, paradigma, trajetória e aprendizado tecnológico, sistema nacional e setorial de inovação. Cada um desses conceitos não encerra a definição a que se propõe, pelo contrário, amplia verdadeiramente a discussão sobre cada um desses temas, com o propósito de explicar a realidade econômica, na prática. Deixam-se de lado os pressupostos neoclássicos, de limitada abrangência e compreensão da dinâmica da inovação, responsável pela crescente e constante modernização e revitalização da economia.

Busca-se aqui um referencial teórico para analisar o papel que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) teve na dinâmica de ocupação do Cerrado pela cultura da soja sob a ótica evolucionária. Acredita-se fundamental relacionar esses conceitos teóricos com os conceitos de firma inovadora, inovação e trajetória institucional da empresa nesse caso prático aqui analisado, para poder aprender com lições do passado, explicar os êxitos alcançados e desenhar novos contornos para experiências futuras de expansão da cultura da soja no Cerrado nordestino.

No capítulo a seguir é apresentado o contexto histórico de criação da empresa estudada, sua trajetória e atuação como firma baseada em ciência e a sua contribuição para a ocupação agrícola da região do Cerrado do centro-oeste brasileiro, em especial através da cultura da soja.

3 – A MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA NO BRASIL

Segundo Lopes *et al.* (2007), o Brasil nos anos 50 e final dos 60 do século passado presenciou um crescimento contínuo na agricultura, fornecendo alimento barato para ser consumido e exportando ainda. Já a partir da década de 1970, o país passa por turbulência, que gerou instabilidades nos preços e de produção, afetando o abastecimento nacional. A agricultura perde ímpeto e o Brasil deixa de ser um grande exportador para depender de importações para equilibrar o abastecimento. Passa a ser importador líquido de alimentos. As políticas foram destinadas a transferir renda do setor rural para o urbano-industrial. Dessa forma, propunha-se a modernização da agricultura no Brasil, com o objetivo de aumentar a produção e a produtividade de culturas de interesse internacional por meio da inserção de inovações tecnológicas. Buscava-se uma mudança de paradigma na agricultura que modernizasse a produção e a produtividade no campo.

Graziano da Silva (1996) utiliza o termo modernização da agricultura para denominar as transformações na base técnica da produção agropecuária no pós-guerra, as mudanças na produção no campo e nas relações de trabalho. Para esse autor, a consolidação da agricultura moderna aconteceu a partir da década de 1960, com a utilização das inovações tecnológicas no processo produtivo: inovações físico-químicas, biológicas e agrônômicas. Dessa forma, a agricultura moderna é compreendida como a utilização cada vez mais intensa das inovações tecnológicas e de mudanças nas relações de trabalho, que tem disseminado no Brasil, e em particular no Cerrado, um modelo que altera as condições econômicas, proporcionando o aumento da produção agrícola nacional.

Para Matos & Pessoa (2011), os elementos da agricultura moderna dizem respeito ao uso das inovações tecnológicas, a produção em alta escala, a dependência de elementos externos à propriedade, a integração com a indústria, a circulação da produção em outros países, a mobilidade geográfica do capital produtivo e financeiro, dentre outros fatores. No Brasil, o desenvolvimento econômico através da industrialização planejada, com origem na década de 1930 do século passado, tornou-se predominante a partir dos anos 1950. Continuam os autores afirmando que o Estado produziu políticas públicas e grandes investimentos em programas de energia,

transportes, indústrias e infraestrutura. Tratava-se de modernizar a produção no campo, elevar o padrão de vida da população rural e permitir a elas maior possibilidade de consumo. No entanto o rumo tomado foi outro, ocasionando a modernização do latifúndio e a expulsão de milhares de pessoas do campo para a cidade. Segundo Santos (1994), entre 1960 e 1980 houve o maior êxodo rural da história do Brasil.

Na década de 1950, também conforme Matos e Pessôa (2011), nos Estados Unidos e na Europa, foram desencadeadas iniciativas baseadas no progresso técnico (insumos e maquinário) para proporcionar o desenvolvimento rural e que foram difundidas para outros países. O crescimento da produção agrícola era o principal indicador de medida do desenvolvimento econômico do campo. Esse programa foi chamado de Revolução Verde e caracterizou o processo inicial de modernização da agricultura brasileira. Surgiu aí um novo paradigma de produção para a agricultura.

De acordo com Gómez (2006), a Revolução Verde trazia a perspectiva sobre ciência, progresso e economia que devia ser promovida nos países do Terceiro Mundo, onde carências precisavam ser supridas, aumentando quantitativamente os bens e serviços. Ao mesmo tempo, o crescimento nos países pobres aumentaria a produção de matérias-primas baratas destinadas às agroindústrias dos países desenvolvidos que as beneficiavam agregando-lhes valor. Da mesma forma, os países ricos aumentavam a produção de maquinário e insumos para vender aos países pobres.

Brum (1987) definiu a Revolução Verde como um programa que tinha explicitamente como objetivo contribuir para o aumento da produção e produtividade agrícola no mundo, por meio do desenvolvimento de experiências genéticas de vegetais, para criar e multiplicar sementes adequadas aos diferentes climas e solos, resistentes a pragas e doenças, assim como aplicar técnicas agrícolas mais eficientes e modernas.

Essa modernização da agricultura proporcionada pela Revolução Verde foi consequência da implantação no mundo do pacote tecnológico desenvolvido pelos centros de pesquisa e pelas indústrias dos países desenvolvidos. Diz respeito ao processo de mecanização e tecnificação da lavoura, cujo grau de modernização é avaliado pelo número de equipamentos, implementos, insumos e máquinas utilizados. No entanto esses fatores não consideram elementos importantes tais como a preservação do meio ambiente, (água, solos, flora, fauna) e a qualidade de vida do produtor rural.

Para Matos e Pessôa (2011), no caso do Brasil, (e também no de outros países), como a modernização das atividades agrícolas objetivava somente atender a produção e a produtividade, não levou em conta as repercussões sociais e ambientais geradas por esse modelo. Tão pouco foi levado em conta os problemas da estrutura fundiária no país. Para os autores, isso veio a reforçar a concentração de terras e a aumentar a exclusão social.

Outra questão importante é a que a modernização da agricultura no Brasil pode ser dividida em quatro fases distintas. Para Graziano Silva (1996), a primeira fase se refere à transformação da base técnica, estimulada pelas empresas norte-americanas e pelo governo. A segunda fase é definida pela industrialização da produção rural com a fixação de indústrias de bens de produção e alimentos. A terceira fase acontece com a total integração entre a agricultura e a indústria. E a quarta fase ocorre com a integração de capitais – industriais, bancários, agrários – sob a hegemonia do capital financeiro. Com a formação dos Complexos Agroindustriais (CAI), a agricultura começa a crescer não apenas em função do mercado externo, mas também para atender demandas do mercado interno. A constituição dos CAIs significou a dinamização do processo e industrialização do campo brasileiro.

Ressaltamos, dentro dessas fases, e baseada nos princípios da Revolução Verde, que a articulação cada vez mais forte entre agricultura e indústria foi possível graças a dois fatores: 1 - a agricultura passa a utilizar meios artificiais (máquinas, insumos, pesticidas) em troca dos naturais (adubação animal); 2 - a população demandava esse modelo: o de uma alimentação mais artificial, mais agroindustrializada, com enlatados e processados e que, até então, eram alheios aos hábitos nacionais, como os derivados de soja, e de carnes de frango de granja, entre outros.

As pesquisas científicas públicas e privadas foram essenciais para diminuir o tempo de produção e para fazer crescer a produção e a produtividade. Conforme Matos e Pessôa (2011), após a década de 1960, os avanços tecnológicos ocorridos no meio rural foram obtidos através da incorporação do progresso técnico. Para eles, o processo de modernização da agricultura foi subsidiado e financiado, através de políticas agrícolas, pelo Estado. O objetivo era modernizar algumas áreas para que elas produzissem culturas demandadas mundialmente e que fossem capazes de gerar divisas

para a balança comercial brasileira. Mas promover essas mudanças na escala e velocidade almejada pelo governo militar, necessitava de uma forte intervenção do Estado.

Segundo Buainain (1999), a intervenção estatal apoiava-se em quatro grandes sistemas e um amplo conjunto de instrumentos de política agrícola: o Sistema Nacional de Planejamento Agropecuário – SNPLA, cujo propósito era formular e organizar a intervenção estatal na agricultura; o Sistema Nacional de Crédito Rural – SNCR, cuja função era fazer a gestão da política de crédito rural; o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária – SNPA, cuja responsabilidade é desenvolver tecnologias adequadas às condições nacionais; e o Sistema Nacional de Extensão Rural - SNER, cuja função era promover a difusão tecnológica entre os pequenos, médios e grandes produtores rurais.

Para Matos & Pessoa (2011), a trajetória de evolução da modernização da agricultura brasileira, no que tange as políticas públicas, pode ser dividida em três períodos: o primeiro vai de 1960 até o início de 1980, período em que o estado desempenhou o papel de indutor e financiador da agricultura moderna, uma fase de apoio expressivo do Estado. O segundo período vai de 1980 a 1990, e caracteriza-se pela diminuição das políticas agrícolas, uma fase de desmonte da atuação estatal. E o último período, pós 1990, em que acontece a reestruturação das políticas agrícolas e adesão ao ideário neoliberal.

No período compreendido entre as décadas de 1960 a 1980 do século passado, o Estado proporcionou forte política de concessão de subsídios - crédito rural subsidiado, política de garantia de preços mínimos, criação de programas – e também implantação de infraestrutura – construção de rodovias pavimentadas, eletrificação rural, portos, usinas hidrelétricas e construção de armazéns, com o intuito de dinamizar a produção agropecuária.

Conforme Garcia *et al.* (2014), o mais importante dentre os instrumentos de política estatal, foi o crédito rural. As políticas de garantia de preços mínimos e de comercialização, de forma menos amplas, também tiveram sua importância. O processo de modernização foi favorecido e acelerado com a utilização desses instrumentos. Assim, o Sistema Nacional de Crédito Rural – SNCR tinha como prioridade financiar uma parcela de capital de giro à produção e estimular a formação de capital e inserir as

modernas tecnologias nas etapas produtivas. Adicionou-se ao crédito rural fácil, responsável pela capitalização do setor, a existência da política agrícola de garantia de preços mínimos e o seguro agrícola. A política de garantia de preços mínimos garantia a estabilização de preços, por eventuais desastres ou catástrofes naturais e variações dos preços de mercado. Já o seguro agrícola possibilitava oferecer ao produtor o ressarcimento de possíveis prejuízos nas lavouras. Essas políticas direcionaram seus benefícios para determinados tipos de lavouras e para certos produtores, configurando uma política discriminatória.

Os instrumentos do Estado, no início dos anos 1970, segundo Matos e Pessôa (2011), ampliaram-se para dinamizar a propagação da modernização da agricultura. Ou seja, surge a figura do Estado como ator difusor das novas tecnologias geradas pelos centros internacionais de pesquisa e criadas pelos grandes grupos internacionais, tal qual Bergek (2008) classifica. Os governos dos países periféricos começam também a implantar suas próprias agências de pesquisa. O Estado brasileiro criou, em 1973, a Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que passou a coordenar e executar as pesquisas científicas para a área agropecuária em todo o Brasil. Essas pesquisas eram voltadas para o melhoramento da produção, correção de solos, prevenção de doenças, aumento da produtividade por hectare e atendimento das exigências do mercado.

Conforme Franco (2001), essa empresa foi encarregada, conjuntamente com as empresas de extensão rural dos estados (a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Emater), de difundir a todo o país o pacote tecnológico recebido através da Revolução Verde com intuito de garantir os acordos firmados entre o capital internacional e o Estado Brasileiro. Assim a Embrapa e a rede de empresas de assistência técnica (Emater estaduais) surgem inicialmente para realizar a difusão de inovações do pacote da Revolução Verde, sendo atores importantes, mais tarde no sistema de inovação setorial na agricultura.

Dessa forma, formou-se o tripé que sustentou o pacote tecnológico da Revolução Verde. Foram três os fatores que, segundo Aguiar (1986) se interrelacionaram em torno do pacote: a pesquisa, a extensão e o crédito rural. A pesquisa foi responsável pela geração desse pacote. A extensão ficou encarregada da difusão do mesmo junto aos

produtores rurais. E ao crédito rural coube o financiamento do referido pacote tecnológico.

3.1 – A EXPANSÃO DA AGRICULTURA MODERNA EM DIREÇÃO AO CERRADO

Para Frederico (2008), a existência desses novos sistemas técnicos no país proporcionou um aumento da área de produção agrícola. O principal evento que demonstra essa ampliação foi a expansão da agricultura moderna em direção ao Cerrado. Esse momento de expansão vai de encontro aos objetivos da ditadura militar vigente à época e resumidos nos principais objetivos do I Plano Nacional de Desenvolvimento – PND: 1) proporcionar o desenvolvimento tecnológico; 2) fazer uso dos recursos naturais (exploração das matérias-primas); e 3) integrar o território (objetivos econômicos e geopolíticos).

A expansão para o Cerrado, de acordo com Frederico (2008) ocorreu devido a um contexto amplo de fatores e eventos favoráveis, que vão desde as características físicas da região, o baixo preço relativo das terras, o incentivo do Estado (por meio do crédito), o desenvolvimento de novos sistemas técnicos, a imigração de agricultores e empresas e o aumento da demanda nacional e internacional por grãos.

No caso das características físicas, a expansão da agricultura moderna para o Cerrado aproveitou os favoráveis recursos fisiográficos existentes, tais como as terras com topografia plana e solos com profundidade adequada à mecanização, disponibilidade pluviométrica e excelente luminosidade. A baixa fertilidade e acidez do solo foram resolvidas com o emprego de fertilizantes. Destaca-se que as terras, além de abundantes, possuíam baixo preço relativo. Segundo Rezende (2002), o preço médio de um hectare de terra no Centro-Oeste, em 1970, era seis vezes mais barato que seu equivalente no Rio Grande do Sul e dez vezes mais barato do que em São Paulo e no Paraná. A grande disponibilidade de terras atraiu a migração de produtores do sul, em especial os gaúchos.

No que tange a modernização da agricultura, de acordo com Matos & Pessoa (2011), o Estado brasileiro teve papel ativo através de incentivos fiscais, crédito agrícola, subsídios à exportação e investimento em infraestrutura, tais como eletrificação rural, sistemas de armazenamento de produtos agrícolas e construção de rodovias. Esses fatores proporcionaram a incorporação das áreas do Cerrado na e para a dinâmica de produção capitalista no campo. Por intermédio de políticas planejadas para o espaço rural brasileiro, o Estado direcionou a expansão do capital para o Cerrado.

Continuam os autores a afirmar que as políticas de desenvolvimento do PND, em conjunto com as características do Cerrado (hídricas, topográficas e climáticas), permitiram a ocupação desse território pelo capital para a produção de monocultura de grãos, destacando-se a cultura da soja. Outro fator de grande importância foi a localização geográfica, que lhe permite condições de fácil intercâmbio com as demais regiões Brasil, facilitando investimentos em logística.

Dentre os programas criados para propagar a modernização da agricultura no Cerrado, Matos & Pessoa (2011) destacam o Programa de Desenvolvimento do Cerrado - POLOCENTRO e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento do Cerrado - PRODECER. O POLOCENTRO foi criado em 1975 pelo governo federal e objetivava a incorporação de áreas do Cerrado ao processo produtivo nacional e internacional através de subsídios. Foram selecionadas áreas nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Com base em pré-requisitos (infraestrutura, estradas, eletrificação) as áreas recebiam investimentos do programa.

Conforme os autores acima, o POLOCENTRO foi um dos responsáveis pelo processo de modernização da agricultura do Cerrado, aprovando 3.373 projetos de desenvolvimento agrário, perfazendo um total de US\$ 577 milhões até o ano de 1982, sendo que as propriedades acima de 1.000 hectares representavam 39% do número total de projetos e utilizaram 60% dos recursos totais do programa. Isso refletiu o caráter seletivo do programa, pois foram beneficiados principalmente os proprietários de médios e grandes estabelecimentos. As condições de crédito desse programa também estimularam produtores das regiões Sul e Sudeste a migrarem para o Cerrado.

O PRODECER foi outro programa, criado em 1979, que se destacou na expansão da agricultura moderna para o Cerrado. Esse programa foi criado através de um acordo entre os governos brasileiro e japonês. Também ficou conhecido como JICA (*Japan International Cooperation Agency*), funcionou sob sistemas cooperativistas, coordenado pela Companhia de Promoção Agrícola. A primeira etapa do programa, denominada PRODECER I, foi iniciada em 1980 em Minas Gerais, em área de cerca de 58.754 hectares, através de programas de crédito apoiados em cooperativas. A segunda etapa, iniciada em 1987, o PRODECER II instalou na Bahia dois projetos e vários projetos em Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, superando 200 mil hectares. A terceira etapa, iniciada em 1994, ampliou a fronteira agrícola para as regiões Norte e Nordeste, atingindo os estados do Tocantins e Maranhão. As três etapas do PRODECER ocuparam área aproximada de 350 mil hectares.

Os dois programas, PRODECER e POLOCENTRO, alcançaram seus objetivos de alavancar a expansão de *commodities* na região Centro-Oeste e divulgar o potencial agropecuário do Cerrado. Proporcionaram a incorporação de terras para produção, com uso de capital e tecnologia e o direcionamento dessa produção para as culturas de uso das agroindústrias e de exportação.

Em resumo, segundo Frederico (2008), pode-se considerar que as políticas estatais voltadas para a região tinham como objetivos principais aumentar a produção de alimentos para abastecer a crescente população urbana, aumentar a exportação de *commodities* em vista do aumento de preços internacionais, ocupar uma área central e de fronteira (conforme objetivos geopolíticos da ditadura militar), transferir enorme contingente populacional para diminuir conflitos fundiários em outras regiões e realizar grande distribuição de terras sem ter que fazer uma reforma agrária.

4 – HISTÓRIA, ESTRUTURA E TRAJETÓRIA DA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA

Criada em 1973, a Embrapa é uma referência em instituições de P&D no Brasil e tem sido uma das principais responsáveis pelas inovações na agricultura, pecuária e floresta nos últimos 42 anos. Criou sua própria política de gestão da inovação, traçou estratégias para proteger o direito de propriedade intelectual sobre as criações intelectuais geradas no âmbito de seus projetos de pesquisa e desenvolveu um programa que visa transferir tecnologias, produtos e serviços gerados para a iniciativa privada. A Embrapa é uma empresa de pesquisa pública cuja área de especialidade é a agricultura tropical. (EMBRAPA, 2015).

Para Leonelli, (2010), no caso da Embrapa, a geração de valor não se traduz apenas pela arrecadação de *royalties*, mas pelo desenvolvimento do conhecimento e pelos benefícios sociais e ambientais gerados pela tecnologia desenvolvida pela empresa e adotados pela sociedade.

4.1 - HISTÓRIA

Segundo Alves *et al.* (2013), no período de 1950 a 1970 a agricultura foi discriminada fortemente. A compreensão era de que havia muita terra ociosa no Brasil e a melhor opção era deixar a agricultura crescer através da incorporação de terras. Isso também ia de encontro a outro objetivo dos governos da época que era ocupar o território nacional. Nesse contexto, a agricultura não interferia na disputa pela poupança nacional e pelos empréstimos internacionais voltados a política de industrialização. A rápida urbanização e os elevados preços internacionais de alimentos geraram forte pressão de demanda, elevando os preços internos dos alimentos. Filas para comprar alimentos se tornaram frequentes nas grandes cidades.

Dentro do contexto já citado da Revolução Verde, a resposta inicial do governo militar foi investir em extensão rural e em estradas e ampliar o crédito rural para a compra de insumos e bens de capital, para expandir a agricultura e aumentar sua produtividade. Em 1971 criou-se um grupo de trabalho para pesquisar os motivos do

não crescimento da produtividade na agricultura apesar dos fortes investimentos em extensão e crédito rural. Em 1972 os resultados dos trabalhos geraram uma proposta de mudança das pesquisas feitas pelo Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA) do Ministério da Agricultura. Dessa forma surgiu a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 26 de abril de 1973. Inicialmente, de acordo com Embrapa (2015), foi buscar no mercado os quadros que pudessem liderar a nova estrutura de pesquisa e suas atividades.

Uma portaria do Executivo no final de 1973, conforme Embrapa (2015), encerrou o Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação (DNPEA), que coordenava todos os órgãos de pesquisa existentes até a criação da Embrapa. Assim, a Empresa herdou do DNPEA uma estrutura composta de 92 bases físicas: 9 sedes dos institutos regionais, 70 estações experimentais, 11 imóveis e 2 centros nacionais. A partir desse momento, a Embrapa passou a administrar todo o sistema de pesquisa agropecuária no âmbito federal. Os primeiros centros de pesquisa da Embrapa foram criados em 1974, organizados por produtos: Trigo (em Passo Fundo, RS), Arroz e Feijão (em Goiânia, GO), Gado de Corte (em Campo Grande, MS) e Seringueira (em Manaus, AM).

Segundo Salles-Filho (2000), a criação da Embrapa representou uma iniciativa governamental de organizar e concentrar a política tecnológica para a agropecuária estabelecendo uma trajetória única em nível nacional. Para o autor citado, o modelo de empresa concebido estava voltado a enfrentar os seguintes problemas: ausência de política científica e tecnológica para a agricultura; falta de mecanismos de coordenação, programação, execução e avaliação de ações de pesquisa; carência de apoio ao pesquisador; inadequação de bases físicas e de recursos humanos; desarticulação com serviços de extensão, de assistência técnica e com produtores; e inadequados recursos financeiros e excesso de rigidez na aplicação dos mesmos.

Adotou-se um modelo institucional baseado na figura jurídica da empresa pública de direito privado (administração pública indireta). Esse modelo era visto como uma alternativa aos modelos vigentes, não sujeito às limitações e falta de flexibilidade da administração direta e com autonomia na captação de recursos financeiros e manejo de recursos humanos. A estruturação da Embrapa, nessa fase inicial, esteve baseada no

fortalecimento da infraestrutura de pesquisa e na ampliação e capacitação de recursos humanos. Instalaram-se as Unidades Centrais, pertencentes à Sede, e as Unidades Descentralizadas, constituídas por centros de pesquisa por recursos e produtos.

Nos primeiros anos a Embrapa assumiu um papel de repassadora de tecnologias modernas (advindas da Revolução Verde) com o objetivo de aproveitar as conquistas científicas e tecnológicas dos países desenvolvidos, realizando levantamentos das tecnologias disponíveis, dos inventários e dos sistemas de produção. Essa ênfase no papel de repassadora foi revertida ao final dos anos 70, quando a empresa consolidou suas ações na geração de novas tecnologias agropecuárias. Em 1979 a Embrapa modifica seu sistema de planejamento de pesquisa, que passaria a priorizar os sistemas estaduais e concentra suas ações nas suas unidades de pesquisa, incentiva projetos cooperativos, simplifica processos burocráticos e de planejamento de modo a garantir que o tempo do pesquisador seja gasto no processo criativo. (EMBRAPA, 2002, p. 44).

Em meados dos anos 80, de acordo com Embrapa (2015), a empresa passa a dar maior ênfase na diminuição da dependência externa em termos de tecnologia, na preservação do meio ambiente e na direção da pesquisa básica. O processo de reorganização interna adapta-se as mudanças na economia mundial e no setor público. A empresa passou a adotar um modelo organizacional mais complexo, ampliando sua missão e aumentando sua interação com a sociedade. Adotaram-se novos princípios de gestão, dentre os quais o planejamento estratégico, que deveria utilizar procedimentos sistemáticos para captar as mudanças atuais e futuras. Foi elaborado o I Plano Diretor Estratégico – PDE (1988-92), para corrigir as disfunções do sistema de planejamento das atividades-fim. Produziu-se um manual de planejamento para a elaboração dos Planos Diretores das Unidades Descentralizadas (PDUs).

De acordo com Salles-Filho (2000), o I PDE tinha como objetivos: estabelecer o planejamento, a orientação, o controle, a promoção e a execução da pesquisa agropecuária, para promover conhecimentos e tecnologias no desenvolvimento da agricultura nacional; ofertar apoio técnico e administrativo ao setor público na política de C&T para o setor agrícola; e desenvolver a coordenação técnica dos programas e projetos nos quais esteja envolvida a execução da administração federal.

Na década de 1990 a Embrapa elabora o seu II Plano Diretor da Embrapa (1994-98). O II PDE redefiniu a missão e os objetivos da empresa. A missão passou a ser: gerar, promover e transferir conhecimentos e tecnologias para o desenvolvimento sustentável dos segmentos agropecuário, agroindustrial e florestal, em benefício da sociedade. Para Salles-Filho (2000) a programação das atividades-fim deveria capacitar a Embrapa na geração de P&D e na transferência de tecnologia agropecuária, florestal e agroindustrial. Os resultados obtidos estariam assim voltados não somente para o setor agropecuário, mas para os segmentos integrantes do agronegócio.

Em 1998, a Embrapa definiu o seu III Plano Diretor (1998-2003). Conforme o III PDE, a Embrapa tinha como missão viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro através da geração, adaptação e transferência de tecnologia e conhecimentos. O III PDE estabeleceu os objetivos gerais da empresa, que são viabilizar soluções tecnológicas: para o desenvolvimento do agronegócio competitivo na economia mundial; que proporcionem sustentabilidade econômica com equilíbrio do meio-ambiente; que colaborem para o decréscimo das desigualdades sociais; e que reforcem matérias-primas e alimentos que estimulem a saúde e a melhoria nutricional e bem-estar da população brasileira. (EMBRAPA, 2000, p. 98).

Também nessa década de 1990, segundo Embrapa (2015), inicia-se o programa Embrapa Labex, que é a implantação de laboratórios virtuais no exterior e que visam assegurar a presença física da empresa no estrangeiro. O primeiro laboratório virtual foi implantado nos Estados Unidos em 1998.

De acordo com Embrapa (2015), nos anos 2000, fase de grandes transformações econômicas e sociais (revolução tecnológica, globalização, etc.) a Embrapa assume papel cada vez mais destacado no cenário internacional se posicionando na fronteira do conhecimento científico. Em 2004 estabelece o seu IV Plano Diretor (2004-2007), onde estabelece trabalhar com todas as tecnologias possíveis para a agricultura tropical: biotecnologia (incluindo transgenia), nanotecnologia, nutrição e saúde, defesa sanitária, créditos de carbono, avaliação de riscos e agroenergia. Também define consolidar sua liderança no mundo tropical. Tal liderança será estabelecida por meio de relações de cooperação tanto com países desenvolvidos quanto com países em processo de desenvolvimento

Segundo Cabral (2005), estabelecem-se 3 agendas de cooperação: uma agenda para o Norte, que inclui o reforço do papel do Laboratório Virtual da Embrapa – Labex, com braços nos Estados Unidos, França e Holanda e a extensão do modelo ao mundo asiático. O objetivo é acompanhar os avanços tecnológicos e diminuir o *gap* de exclusão tecnológica, utilizando os conhecimentos, informações, tecnologias, recursos da biodiversidade e inovação em agrossistemas tropicais como fator de negociação com esses países.

Outra agenda está voltada para o Hemisfério Sul, com o objetivo de oferecer treinamento, consultoria, transferência de tecnologia, serviços e produtos de base tecnológica, em sintonia com interesses do setor produtivo, governo e terceiro setor, como estratégia competitiva ou de solidariedade entre os povos.

Por fim, a terceira agenda na esfera internacional é a chamada “triangular” que conta com financiamento de organismos internacionais e fundos de combate à pobreza e à fome, proporcionando ao Brasil, por meio da Embrapa, exercer um papel transmissor da inovação e do desenvolvimento territorial rural aos países menos desenvolvidos da América Latina, Caribe, África e Ásia.

Também dentro dos anos 2000 e de acordo com a sua estratégia de internacionalização, a Embrapa prossegue com a criação dos Labexs. Em 2002, decide criar o Labex Europa, na França. E na Ásia em 2009, na Coreia do Sul, em parceria com o Rural Development Administration (RDA). Conforme Embrapa (2015), o Programa Labex é um instrumento de Cooperação Científica da Embrapa onde pesquisadores seniores do quadro da Embrapa são selecionados para promover o intercâmbio de suas experiências com outros pesquisadores de laboratórios de pesquisa no exterior, durante um período de 2 a 3 anos. Os pesquisadores participam de equipes e colaboram em projetos de pesquisa de interesse comum, que podem possibilitar a criação de redes de pesquisas científicas internacionais. Quanto a Cooperação Técnica, foram criadas representações na África (Gana), na América do Sul (Venezuela) e na América Central e Caribe (Panamá), nos marcos da Cooperação Sul-Sul, modalidade que a Embrapa foi pioneira.

Nos anos 2010, segundo a Embrapa (2015), o Brasil apresenta-se como peça-chave no agronegócio mundial, sendo referência na geração de tecnologias para a

agricultura tropical. O desafio dessa década é produzir com sustentabilidade atendendo ao compromisso de redução de emissões de gases que contribuem para o Efeito Estufa. Diante dessa realidade, a pesquisa agropecuária vem definindo e desenvolvendo sistemas de produção mais eficientes, mais sustentáveis econômica, social e ambientalmente. Pode-se citar como exemplo a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que vem sendo desenvolvida pelas pesquisas da Embrapa. Também se intensificam na Embrapa as pesquisas que se tratam dos serviços ambientais e ecossistêmicos, relativos à melhoria da qualidade da água e ao sequestro de carbono pelo solo e pelas plantas.

Como uma marca atual dessas pesquisas, podemos mencionar o Sistema Plantio Direto (SPD), que diminui os efeitos da erosão, melhora a qualidade do solo, a conservação de água e o sequestro de carbono, reduzindo gases do efeito estufa. Não há revolvimento do solo antes do plantio, utilizando-se de plantas vivas e de restos vegetais de culturas anteriores. Conforme Embrapa (2015), o Brasil é líder mundial no uso desse sistema e mais da metade de sua área plantada é ocupado por ele, contribuindo para a manutenção da sustentabilidade. Outra inovação é a Agricultura de Precisão (AP), que é um sistema de manejo integrado de tecnologias e informações que convergem para o uso racional de insumos, máquinas e recursos, com o objetivo de definir o manejo mais adequado de culturas perenes e anuais. O uso de fertilizantes e corretivos é gerenciado por equipamentos sofisticados que minimizam e tornam mais precisos o uso de produtos químicos e herbicidas.

Ao longo de sua história, a Embrapa, que se firmou primeiramente como uma empresa de difusão de tecnologia, advinda do momento histórico da chamada Revolução Verde, foi, ao longo de décadas, se constituindo como o que Pavitt (1984), na sua taxionomia chama de “firma baseada em ciência”. As fontes de tecnologia são suas atividades de P&D na área agropecuária, baseadas em rápido desenvolvimento da pesquisa e inovação desenvolvidas em seu interior. A sua trajetória tecnológica, como vimos acima, é dirigida pela difusão do conhecimento, de forma pública, aos produtores agrícolas brasileiros, grandes e pequenos.

4.2 – ESTRUTURA

Fazem parte da estrutura organizacional da Embrapa o Conselho de Administração, a Diretoria Executiva, as Unidades Centrais (UCs) e as Unidades Descentralizadas (UDs).

O Conselho de Administração é um órgão de deliberação superior, que tem como função organizar, controlar e avaliar as atividades da empresa. É assessorado pela Ouvidoria da Embrapa – OUV e pela Assessoria de Auditoria Interna – AUD, além do Conselho Fiscal. O Conselho de Administração possui oito membros e tem a seguinte composição: a) dois membros indicados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo um membro proposto por entidades civis ou governamentais ligadas à pesquisa, ao ensino e ao desenvolvimento técnico-científico, de representações de profissionais e entidades vinculadas à atividade agropecuária ou agroindustrial, e outro por organizações que congreguem produtores, empresas ou trabalhadores que atuem nos setores agropecuário ou agroindustrial; b) um membro indicado pelo Ministro de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; c) o Presidente da EMBRAPA; d) um membro indicado pelo Ministro de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão; e) um membro indicado pelo Ministro de Estado da Fazenda; f) um membro indicado pelo Ministro de Estado do Desenvolvimento Agrário; e g) um membro representante dos empregados da EMBRAPA. (BRASIL, 2012).

A Diretoria Executiva é responsável por planejar, supervisionar, coordenar e controlar as atividades relacionadas à execução de pesquisa agropecuária e à formulação de políticas agrícolas. É formada pelo Presidente da Embrapa, e as Diretorias Executivas de Pesquisa e Desenvolvimento, Transferência de Tecnologia e Administração e Finanças. A Diretoria Executiva é assessorada diretamente por 17 Unidades Administrativas, chamadas Unidades Centrais (UCs).

A Presidência possui as seguintes UCs: Assessoria Jurídica – AJU, Assessoria Parlamentar – ASP, Gabinete do Presidente – GPR, Secretaria de Comunicação – Secom, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional – SGI, Secretaria de Inteligência e Macroestratégia – SIM e Secretaria de Relações Internacionais – SRI. A Diretoria Executiva de Pesquisa e Desenvolvimento é assessorada pelo Departamento de Pesquisa & Desenvolvimento – DPD e pelo Departamento de Tecnologia da

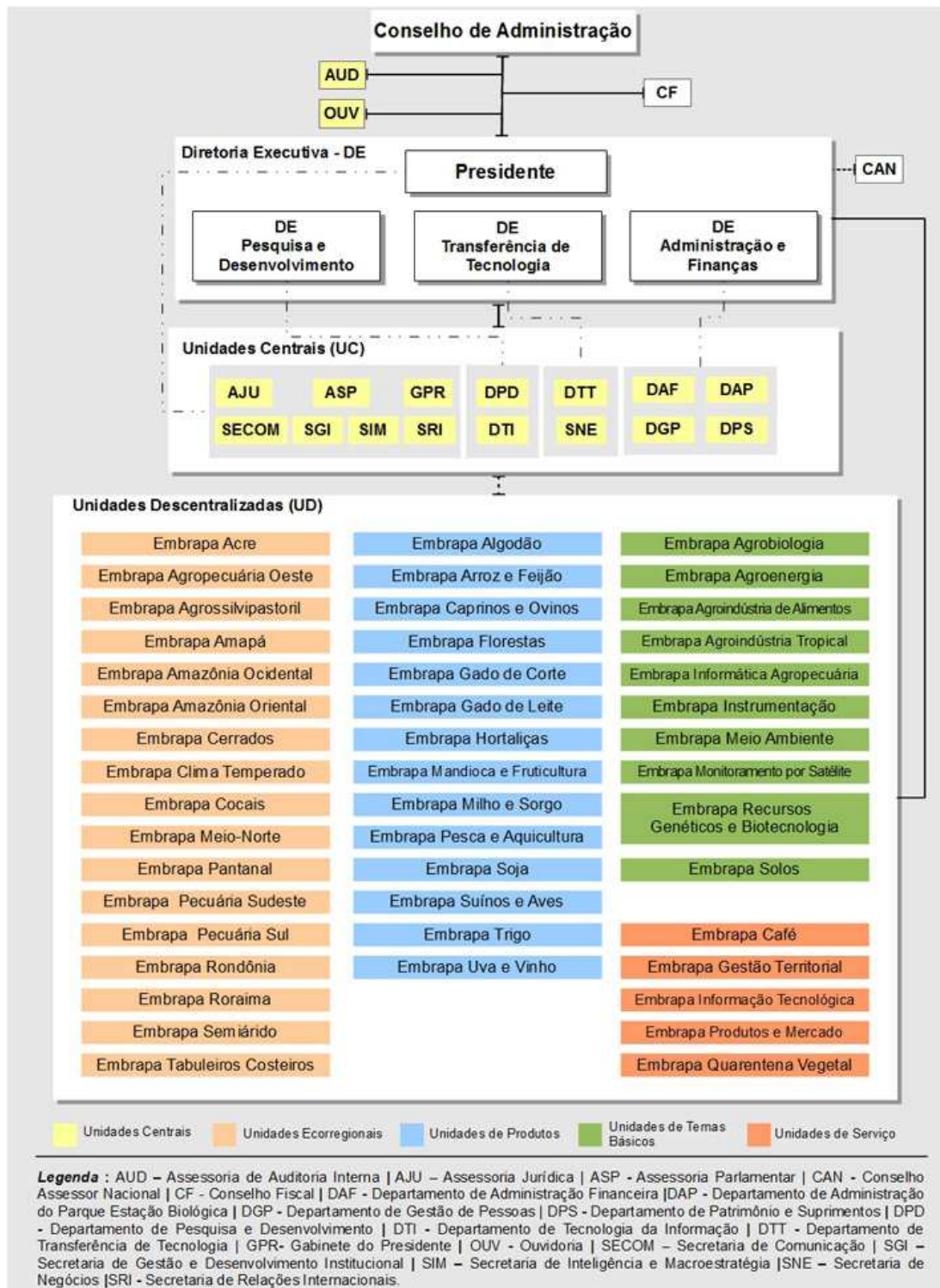
Informação – DTI. A Diretoria Executiva de Transferência de Tecnologia é assessorada pela Secretaria de Negócios – SNE e pelo Departamento de Transferência de Tecnologia – DTT. A Diretoria Executiva de Administração e Finanças Departamento de Administração Financeira – DAF, Departamento de Administração do Parque Estação Biológica Embrapa – DAP, Departamento de Gestão de Pessoas – DGP, Departamento de Patrimônio e Suprimentos – DPS. Encontram-se lotados nas dependências das Unidades Centrais 746 empregados.

Quanto às 46 Unidades Descentralizadas (UDs), estas foram agrupadas em quatro grandes grupos:

- Unidades Ecorregionais: Embrapa Acre, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Agrossilvipastoril, Embrapa Amapá, Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Cerrados, Embrapa Clima Temperado, Embrapa Cocais, Embrapa Meio-Norte, Embrapa Pantanal, Embrapa Pecuária Sudeste, Embrapa Pecuária Sul, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima, Embrapa Semiárido e Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Unidades de Produto: Embrapa Algodão, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Caprinos e Ovinos, Embrapa Florestas, Embrapa Gado de Corte, Embrapa Gado de Leite, Embrapa Hortaliças, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Pesca e Aquicultura, Embrapa Soja, Embrapa Suínos e Aves, Embrapa Trigo e Embrapa Uva e Vinho.
- Unidades de Temas Básicos: Embrapa Agrobiologia, Embrapa Agroenergia, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Agroindústria Tropical, Embrapa Informática Agropecuária, Embrapa Instrumentação, Embrapa Meio Ambiente, Embrapa Monitoramento por Satélite, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e Embrapa Solos.
- Unidades de Serviço: Embrapa Café, Embrapa Gestão Territorial, Embrapa Informação Tecnológica, Embrapa Produtos e Mercado e Embrapa Quarentena Vegetal.

A figura 1 abaixo permite uma visualização da estrutura organizativa da Embrapa, mostrando seus órgãos de decisão e direção, sua estrutura central e suas unidades descentralizadas.

FIGURA 1 – ORGANOGRAMA DA EMBRAPA - 2014



FONTE: EMBRAPA, (2015)

Dado ao grau de especialização existente na Embrapa, que possui, como já foi dito, 46 unidades descentralizadas, que abrangem como foco principal um dos temas ou

áreas de pesquisa agropecuária específica (trigo, soja, algodão, etc.), houve um correspondente grau de organização de sua estrutura administrativa para acompanhar o desenvolvimento da pesquisa e da inovação realizadas em seu interior e junto a parceiros nacionais e internacionais. Sua estrutura cresceu tanto quanto a temática com que trabalha.

De acordo com Embrapa (2015), a empresa tem a sua programação de Pesquisa e Desenvolvimento e de Transferência de Tecnologia organizada em torno de projetos. Estes projetos estão agrupados em carteiras na forma de *Macroprogramas, Arranjos e Portfólios*.

Os *Macroprogramas* são estruturas de indução e organização da carteira de projetos por temas, objetivando garantir a qualidade técnico-científica e o teor estratégico da programação definida. A Embrapa estabeleceu seis grandes Macroprogramas:

Macroprograma 1: Grandes desafios nacionais – Tem por objetivo a gestão de uma carteira de projetos de grande base científica, transdisciplinar e multi-institucional, relacionando pesquisas de caráter estratégico, que necessitem, para sua execução, grandes redes ou arranjos institucionais complexos e aplicação de recursos de forma intensiva.

Macroprograma 2: Competitividade e Sustentabilidade - Cujo objetivo é a gestão de uma carteira de projetos de P&D, abrangendo pesquisas de caráter aplicado, estratégico ou básico, de natureza temática ou interdisciplinar, que precisem para sua execução a organização de redes e equipes interativas.

Macroprograma 3: Desenvolvimento Tecnológico Incremental - O objetivo é administrar uma carteira de projetos voltados a apoiar o contínuo aperfeiçoamento tecnológico do agronegócio e atividades relacionadas, atendendo suas demandas de curto e médio prazos, executados por meio de arranjos simples e pouco intensivos em recursos aplicados. A prioridade deste macroprograma é apoiar projetos finalísticos que visem à efetivação de impacto da pesquisa realizada por equipes da empresa e seus colaboradores.

Macroprograma 4: Transferência de Tecnologia e Comunicação Empresarial –

Tem por finalidade a administração de uma carteira de Projetos de Transferência de Tecnologia e de Comunicação Empresarial, a fim de promover a integração entre a atividade de P&D e o Mercado, e dinamizar o relacionamento da Embrapa com seus públicos-alvo e com a sociedade.

Macroprograma 5: Desenvolvimento Institucional –

Cujo objetivo é a gestão de projetos de desenvolvimento institucional que visem o aumento da efetividade organizacional, o desenvolvimento e a utilização integral dos recursos humanos da Empresa.

Macroprograma 6: Apoio ao Desenvolvimento da Agricultura Familiar e à

Sustentabilidade do Meio Rural - cujo objetivo é a administração de uma carteira de projetos direcionados para fornecer apoio a iniciativas de desenvolvimento sustentável da agricultura familiar e de comunidades tradicionais, no intuito de agregar valor e promover a convergência de esforços interdisciplinares e multi-institucionais. (EMBRAPA, 2015).

Os *Arranjos de P&D*, para a Embrapa, são os conjuntos de projetos convergentes, complementares e sinérgicos estruturados para enfrentar desafios prioritários em um tema determinado, preferencialmente a partir da visão conjunta de mais de uma de suas Unidades. Há, até março de 2015, 71 arranjos abarcando de modo sinérgico temas como: sustentabilidade e sistemas de produção vegetal e animal, melhoramento genético, pragas e toxinas de grãos armazenados, geração de tecnologias para a sustentabilidade da cadeia produtiva da soja, recuperação de pastagens, etc.

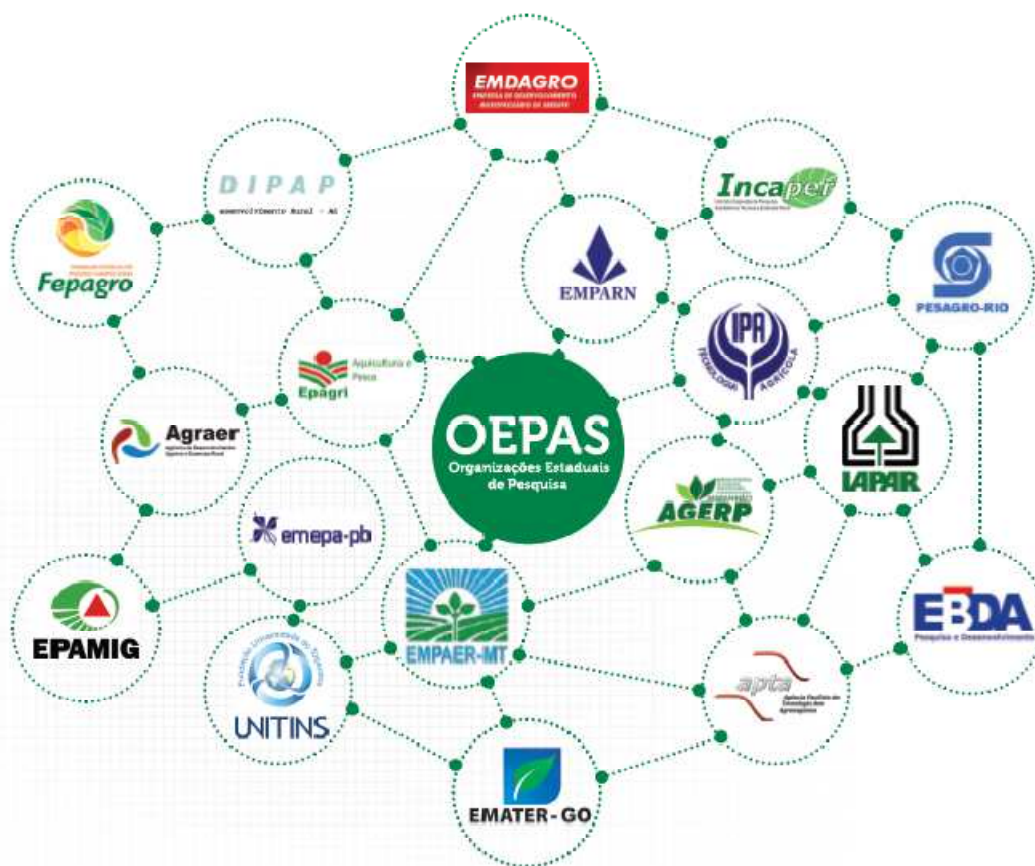
Já os *Portfólios* são definidos como mecanismos de apoio gerencial para a estruturação de projetos afins, conforme visão temática cujo objetivo é direcionar, promover e acompanhar a busca de resultados finalísticos a serem atingidos para o tema, levando-se em conta os objetivos estratégicos da Embrapa. Os temas dos portfólios são definidos diretamente pelas instâncias estratégicas da empresa e têm caráter corporativo. São definidos pela sua característica estratégica e relevância nacional. A Embrapa estabeleceu, no período entre janeiro de 2012 a março de 2015, 23 portfólios corporativos.

Segundo a Embrapa (2015), dos projetos em execução na empresa, 55,3 % estão inseridos nas categorias de arranjos e portfólios, muitos deles contribuindo para mais de um arranjo ou portfólio. Em 2014, 40 unidades descentralizadas e 1 unidade central participaram dos grupos gestores dos *portfólios* já implementados. E participaram dos grupos gestores dos 71 *arranjos* aprovados, 42 unidades descentralizadas e 5 unidades centrais, com 16 instituições externas participando em 10 arranjos.

A Embrapa também é responsável por participar e coordenar o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária – SNPA, uma rede de organizações que incluem, além da Embrapa, as Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária - OEPAS, universidades e institutos de pesquisa de âmbito federal ou estadual, além de outras organizações públicas e privadas, direta ou indiretamente vinculadas à atividade de pesquisa agropecuária.

Essa rede é similar a um sistema de inovação setorial na agricultura, que segundo Malerba (2006), baseia-se em três componentes que aqui estão bem caracterizados: 1 – o domínio tecnológico e de conhecimento, ao qual, a Embrapa, as OEPAS, as universidades e os institutos de pesquisa de âmbito federal ou estadual detêm, em diferentes graus e medidas; 2 – os atores e redes, aqui bem caracterizados; e 3 – as instituições (regras, normas, padrões e políticas), caracterizadas por leis e portarias de órgãos federais e estaduais, regulamentando e definindo atribuições desses diversos atores.

FIGURA 3 – ORGANIZAÇÕES ESTADUAIS DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – OEPAS PARTICIPANTES DO SNPA



FONTE: EMBRAPA, (2015)

E os objetivos do SNPA, segundo a Portaria N° 193 do Ministério da Agricultura, são os seguintes: 1 – Sincronizar as diretrizes e estratégias de pesquisa agropecuária com as políticas de desenvolvimento, para o País como um todo, e em particular, para cada região; 2 – Organizar e coordenar as instituições que atuam no setor, em torno de programação definida, com o objetivo de reduzir a dispersão de esforços; 3 - Desenvolver um sistema nacional de planejamento para pesquisa, avaliação e acompanhamento; 4 – Criar um sistema de informação agrícola, com banco de dados para a pesquisa e desenvolvimento agropecuário; 5 – Apoiar a organização e racionalização de meios, de métodos e sistemas através da informatização; 6 – Executar conjuntamente projetos de pesquisa de interesse comum, estimulando parceria entre instituições e desenvolvendo ciência e tecnologia para a agropecuária brasileira; 7 - Coordenar a pesquisa para atender às demandas de regiões, estados e municípios; 8 – Proporcionar, nas áreas de interesse comum, o intercâmbio de informações técnico-

científicas; 9 – Estimular o intercâmbio de recursos humanos, para capacitação e assessoramento; e 10 – Proporcionar apoio administrativo, técnico, financeiro e material de acordo com as necessidades e prioridades, entre as instituições integrantes do SNPA.

A atuação em Rede é uma das características da Embrapa e um dos fatores que a tornou referência nacional e internacional em agricultura tropical. A Embrapa participa e coordena o SNPA, que tem estrutura similar a um Sistema Setorial de Inovação na Agricultura, pois esses sistemas são “redes de instituições nos setores público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias”. (FREEMAN, 1987).

A Unidade Descentralizada responsável por P&D e inovação do produto soja é a Embrapa Soja, que tem como missão viabilizar soluções para a sustentabilidade da cadeia produtiva da soja no Brasil. Também realiza pesquisas com girassol e cultivares de trigo.

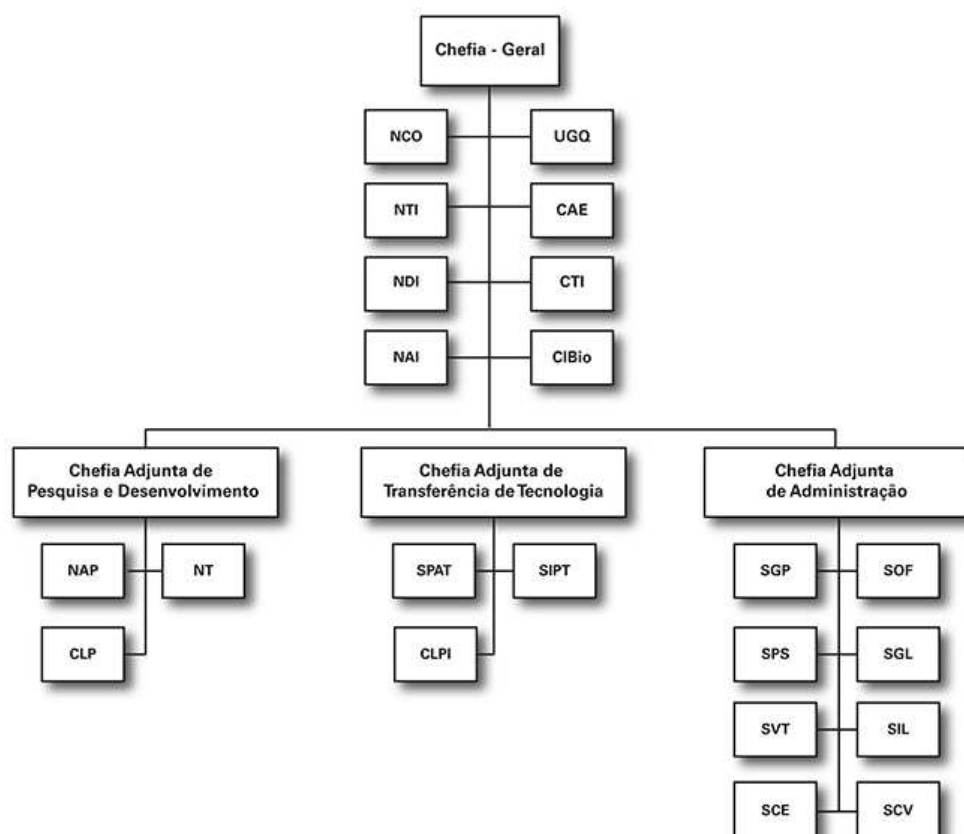
Ao longo de sua trajetória, a Embrapa Soja tornou-se referência mundial em pesquisa para a cultura da soja em regiões tropicais. Os plantios comerciais de soja no mundo, até 1970, restringiam-se a regiões de climas temperados e subtropicais, cujas latitudes eram próximas ou superiores aos 30°. Foram os pesquisadores da Embrapa Soja que desenvolveram variedades adaptadas às condições tropicais com baixas latitudes, permitindo o cultivo da soja em todo Brasil, rompendo o obstáculo da latitude. Com a implementação de inovações nas novas cultivares de soja outras tecnologias foram desenvolvidas e adotadas simultaneamente, tais como: o manejo adequado da cultura para os diferentes ecossistemas brasileiros; o manejo dos solos e da sua fertilidade; o controle biológico das pragas da cultura; e o manejo integrado das pragas e das plantas daninhas.

No que se refere à estrutura física, a Embrapa Soja dispõe de 22.390 metros quadrados de área construída, divididos em 34 casas de vegetação, 34 laboratórios e prédios administrativos. Conta ainda com a Fazenda Maravilha, localizada no Distrito de Maravilha, a 35 km do centro de Londrina, com 121 hectares. A Embrapa Soja possui 311 empregados em seu quadro de pessoal, sendo 66 pesquisadores, com doutorado e pós-doutorado em diversas áreas do conhecimento. Conta ainda com empregados especializados, que desempenham funções de apoio à pesquisa na área

administrativa, em laboratórios e no campo. Os seus laboratórios são utilizados por diferentes equipes de pesquisas para o desenvolvimento de projetos com soja, girassol e cultivares de trigo. As pesquisas são desenvolvidas em dois campos experimentais localizados em Londrina (PR).

A Embrapa Soja (Figura 4), se organiza administrativamente através de uma Chefia Geral e de três Chefias Adjuntas (Pesquisa e Desenvolvimento, Transferência de Tecnologia e Administração). As chefias contam com assessorias e comitês auxiliares bem como com variados setores administrativos e operacionais. A Unidade Soja trabalha com linhas de pesquisas básicas e aplicadas, enfatizando o desenvolvimento de tecnologias de produção de soja voltadas para a preservação e a qualidade ambiental, avaliando impactos econômicos e sociais, atendendo nichos de mercado e desenvolvendo metodologias de administração rural e processos agroindustriais.

FIGURA 4 - ORGANOGRAMA DA EMBRAPA SOJA - 2015



Legenda:

NCO – Núcleo de Comunicação Organizacional

NDI – Núcleo de Desenvolvimento Institucional

UGQ – Unidade da Garantia da Qualidade

CTI – Comitê Técnico Interno

NAP – Núcleo de Articulação

CLP – Comitê Local de Publicações

SIPT – Setor de Implementação da Programação de Transferência de Tecnologia

CLPI – Comitê Local de Propriedade Intelectual

SCE – Setor de Gestão de Campos Experimentais

SGP – Setor de Gestão de Pessoas

SCV – Setor de Gestão de Casas de Vegetação

NTI – Núcleo de Tecnologia da Informação

NAI – Núcleo de Articulação Internacional

CAE – Comitê Assessor Externo

CIBio – Comissão Interna de Biossegurança

NT – Núcleos Temáticos

SPAT – Setor de Prospecção e Avaliação de Tecnologias

SPS – Setor de Patrimônio de Suprimentos

SVT – Setor de Veículos e Transporte

SOF – Setor de Gestão Orçamentária e Financeira

SIL – Setor de Gestão de Infraestrutura e Logística

FONTE: EMBRAPA, (2015)

As atividades de P&D ocorrem organizadas em Núcleos e Equipes Técnicas, que agregam e coordenam a ação dos pesquisadores de acordo com as demandas científicas, permitem o desenvolvimento técnico-científico dos profissionais e administram a infraestrutura de suporte técnico a ela destinada para atingir os objetivos dos trabalhos de pesquisas da especialidade, em sintonia com o planejamento da Embrapa Soja.

Em 2015, são nove Núcleos Temáticos e nove Equipes Técnicas distribuídos da forma a seguir: *Núcleos Temáticos*: 1) Agroecologia; 2) Biotecnologia; 3) Trigo; 4) Girassol; 5) Utilização, Pós-Colheita e Segurança Alimentar; 6) Agroenergia; 7) Manejo de Sistemas de Produção; 8) Mecanização Agroindustrial e 9) Ecologia Química. *Equipes Técnicas*: 1) Biometria, Bioinformática e Socioeconomia; 2) Ecofisiologia; 3) Entomologia; 4) Fertilidade e Microbiologia do Solo; 5) Fitopatologia; 6) Genética e Melhoramento; 7) Manejo do Solo e da Cultura; 8) Plantas Daninhas; e 9) Tecnologia de Sementes e Grãos. Atualmente na Embrapa Soja estão sendo desenvolvidos oito grandes projetos com a temática soja, que podem ser vistos na tabela abaixo.

TABELA 2– EMBRAPA SOJA - PROJETOS E DATA DE INÍCIO

PROJETO	DATA DE INÍCIO
Alteração na dinâmica do manganês no solo e na planta de soja induzida por microrganismos do solo	01/01/2013
Estratégias para aumento da eficiência e sustentabilidade da produção de soja em condições climáticas adversas	01/09/2012
Aproximação genômica integrada no Mercosul para a prospecção de genes úteis ao melhoramento de soja frente a estresse biótico e abiótico	01/11/2011
Prospecção e caracterização funcional de proteínas efetoras de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> envolvidos nos processos de infecção e doença em soja	01/12/2012
Novos sistemas de semeadura e arranjos de plantas para aumento da produtividade e sustentabilidade da cultura da soja	01/09/2012
Embrapa Soja Presente: construindo relacionamentos sólidos, permanentes e interativos para fortalecer a reputação institucional	01/09/2012
Dinâmica de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs) e balanço de Carbono em sistemas de produção de grãos no bioma Mata Atlântica	01/09/2012
Produção de semente própria em sistemas de base ecológica por agricultores familiares no Estado do Paraná	01/09/2012

FONTE: EMBRAPA SOJA, (2015)

Em todos os projetos encontra-se presente a temática soja, demonstrando a forte especialização existente nessa Unidade Descentralizada da Embrapa.

Quanto à trajetória institucional, a Embrapa desde a sua criação esteve baseada na sua própria organização enquanto um instrumento para viabilizar a estratégia de desenvolvimento tecnológico do setor agropecuário. Essa estratégia foi moldada pelo Estado brasileiro com o objetivo de modernizar a agricultura do país. Isso justificou a criação da Embrapa bem como estabeleceu a sua legitimidade diante do setor agrícola e da sociedade brasileira.

Conforme Salles-Filho (2000), a atuação da Embrapa sempre esteve baseada em uma forte política de capacitação de recursos humanos e sobre a estruturação e constante renovação de sua infraestrutura. Foram esses fatores que permitiram os avanços institucionais da Embrapa e que definiram sua trajetória de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – PD&I.

Cabral (2005) divide os avanços da Embrapa em dois tipos: as *Atividades Institucionais* e as *Atividades Produtivas*. Quanto as *Atividades Institucionais*, a Embrapa construiu um novo conceito de execução da pesquisa agropecuária para o Brasil. Essa mudança representou uma importante inovação institucional dos programas de Ciência e Tecnologia – C&T, e rompeu no período de sua criação, com as metodologias adotadas pelo Ministério da Agricultura que realizava pesquisas dispersas, difusas e desconexas com as necessidades da economia e da agricultura brasileiras. A Embrapa implantou, no início, um novo conceito de pesquisa agropecuária, voltado para o produtor. Com o passar do tempo, passou a produzir tecnologias e conhecimentos para suprir às demandas da terra, do mercado, da economia e da sociedade. Dessa forma, no que tange as Atividades Institucionais, a Embrapa: a – Criou um modelo novo de pesquisa, de âmbito nacional, que agrega elementos de acordo com as condições políticas, sociais e econômicas do país; b – Estruturou um dos maiores programas de recursos humanos de um instituto de pesquisa na América Latina e no mundo tropical, com o envio, para centros universitários do Brasil e do Exterior, de mais de dois mil pesquisadores para cursos de mestrado, doutorado e pós-doutorado; c – Desenvolve atividades de cooperação e integração internacional, atuando nos Estados Unidos, Europa (França e Holanda), África (Gana) e Ásia (Coreia do Sul, China); d – Criou e utiliza, desde sua fundação, sistemas de planejamento em níveis nacional, regional e local; e – Introduziu, de forma pioneira, a informática nas suas atividades de pesquisa e na configuração de redes entre as diversas unidades e a sua sede, e em nível

internacional, com outros países; e f – Desde 1997 publica com regularidade o seu Balanço Social, que reúne experiências que mostram a capacidade da empresa de oferecer bem-estar, diminuir as desigualdades sociais, enfrentar a fome e a miséria das populações do país.

Da mesma forma Cabral (2005) cita os avanços da Embrapa no tocante às Atividades Produtivas: a) O principal avanço da Embrapa foi, e é, a expansão da fronteira agrícola nos variados ecossistemas brasileiros. O conhecimento, em cada região, dos recursos naturais, o desenvolvimento de novos cultivares e raças de animais, as práticas de manejo adequadas para as variadas condições ambientais e socioeconômicas, e as parcerias com outras instituições, são responsáveis pelos resultados e êxitos alcançados de forma expressiva. Assim, centenas de cultivares foram disponibilizadas para uso dos produtores, todos com características resistentes a pragas e doenças e que proporcionam o aumento da produtividade das culturas; b) A atuação da Embrapa, na área da biotecnologia, representou um enorme salto para o aumento da produtividade e da competitividade do setor agrícola. Os laboratórios especializados da Embrapa concentram conhecimentos estratégicos através da clonagem animal, modificações de plantas, biologia molecular, bioinformática, cultura de tecidos e genoma; c) A infraestrutura construída e a seleção e conservação através da rede de bancos de germoplasma representa o grande potencial, atual e futuro, para a geração de produtos inovadores e de novos cultivares; e d) A ocupação do Cerrado resumiu-se na síntese da proposta de fundação da Embrapa. A ocupação do Cerrado foi uma decisão ousada e a atuação da Embrapa foi corajosa, e foi nesse momento em que foram lançados os fundamentos de um novo conceito de pesquisa agropecuária: desenvolvimento de estratégias que abarcam prioridades bem definidas, formação de parcerias com produtores e organizações locais, multiplicação e difusão de resultados, utilização de recursos físicos e humanos disponibilizados. Se em 1970 o Cerrado era tido como impróprio para a agricultura intensiva, em 2015, cerca de 204 milhões de hectares estão ocupados, 24% da área total do país. Isso se deve aos métodos de manejo das terras, da água e do controle de pragas, que tornaram possível implantar e ampliar a área cultivada com grãos e pastagens nos variados tipos de solos e condições climáticas no Centro-Oeste brasileiro. Destacando-se aí, a soja, que possui um acervo genético

com mais de duzentas variedades e as tecnologias inovadoras, tais como o Plantio Direto.

Para caracterizarmos a dimensão da evolução da trajetória da Embrapa, demonstramos abaixo a evolução do orçamento desde a criação da empresa, o crescimento do número de pesquisadores e de técnicos, a implantação de novas unidades descentralizadas, promovendo a interiorização da pesquisa e inovação no país, e o reflexo da produção da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da empresa através do crescimento do número de pedidos de patentes e registro de novos cultivares.

Quanto ao número de empregados, em 2015, a Embrapa conta com 9.800 empregados (2.474 Pesquisadores, 2.564 Analistas, 1.742 Técnicos e 3.010 Assistentes e 10 cargos em comissão), distribuídos em 17 Unidades Centrais localizadas em Brasília, 46 Unidades Descentralizadas em todas as regiões do Brasil, 4 Laboratórios Virtuais no Exterior (EUA, Europa, China e Coréia do Sul) e 3 Escritórios Internacionais na América Latina (Panamá e Venezuela) e África (Gana). Seu orçamento anual estimado para 2015 é de R\$ 2,6 bilhões.

A Embrapa foi fundada em 1973 possuindo um quadro de 637 pesquisadores. Em 2015, apresenta um quadro de 2.474 pesquisadores. Importante ressaltar que, entre seus pesquisadores, 85,32% têm doutorado ou pós-doutorado em universidades do Brasil e do exterior. (EMBRAPA, 2015). A tabela 3 abaixo apresenta a evolução do crescimento do quadro de empregados, da sua fundação, em 1973, até o ano de 2015.

TABELA 3 – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE EMPREGADOS DA EMBRAPA – ANOS SELECIONADOS ENTRE 1973 E 2015

Ano	Pesquisadores	Apoio à Pesquisa + Adm. Geral	Total	Relação Pesq./Outros (%)	Relação Pesq./Total (%)
1973	637	2785	3422	22,87	18,61
1975	1084	4073	5157	26,61	21,02
1978	1335	4697	6032	28,42	22,13
1983	1610	5343	6953	30,13	23,16
1993	2082	7618	9700	27,33	21,46
1998	2063	6597	8660	31,27	23,82
2003	2209	6292	8501	35,11	25,99
2008	2153	6345	8498	33,93	25,34
2013	2437	7360	9797	33,11	24,87
2015	2474	7326	9800	33,77	25,24

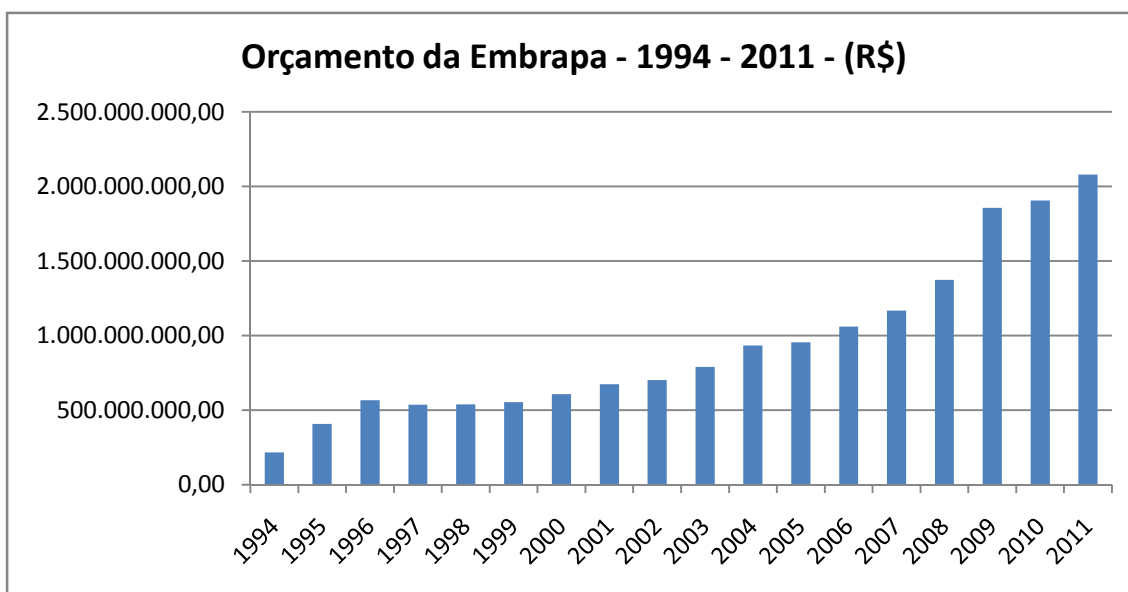
FONTE: EMBRAPA, RELATÓRIOS DE GESTÃO, 1973-2015

De 1973 a 2015 o número de pesquisadores da Embrapa aumentou mais de 3,88 vezes. Ao passo que o número de empregados de apoio somados aos de administração aumentou apenas 2,6 vezes. A relação entre o número de pesquisadores comparado à soma dos outros empregados iniciou com 22,87%, atingiu seu ápice em 35,11% em 2003, e diminuiu para 33,77% em 2015. Ou seja, em 2015, para cada 1 pesquisador, a Embrapa possui 3 empregados de apoio. Essa relação já foi de 1 para 4 na sua fundação em 1973. Já a relação entre o número de pesquisadores e o total de empregados é de 25,24% em 2015. Em 1973, era de 18,61%.

Percebe-se, ao longo dos anos, um crescente e permanente aumento do número de pesquisadores da empresa. De 1973 a 2015, a Embrapa teve um aumento de mais de 383% no seu quadro de pesquisadores. Isso se deve, em parte, tanto ao papel cada vez mais relevante que a empresa tem dentro do cenário global e nacional no âmbito da pesquisa, desenvolvimento e inovação agropecuária, quanto ao advento de novas unidades descentralizadas que trouxeram novas temáticas e maior regionalização da estrutura organizacional da Embrapa.

Quanto aos recursos orçamentários, no gráfico 1 é possível visualizar a evolução do orçamento disponível para a Embrapa (valores atualizados pelo IGP-DI, de julho de 2012), no período de 1994 a 2011.

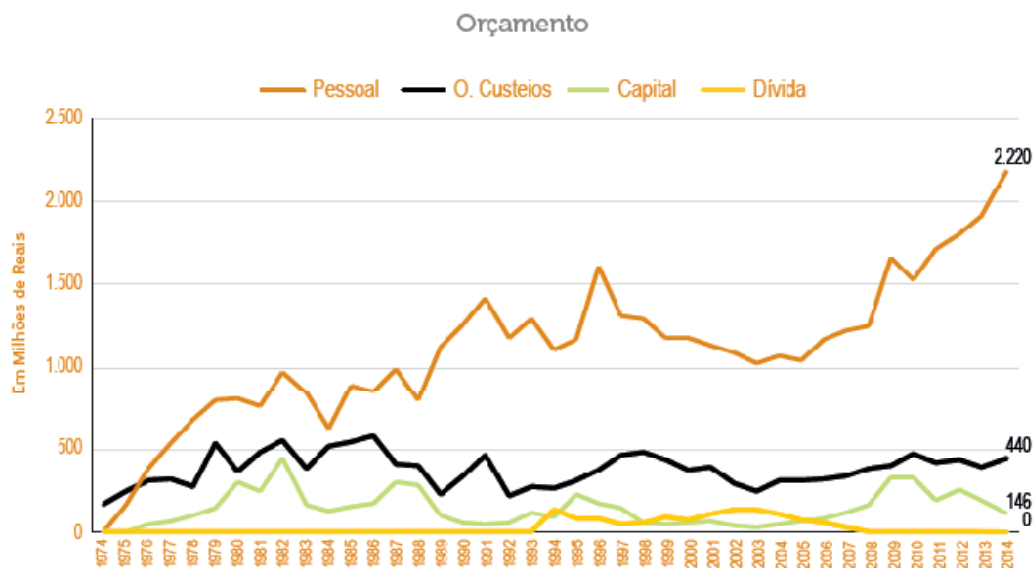
GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DO ORÇAMENTO - EM REAIS – A PREÇOS DE JULHO DE 2012



FONTE: EMBRAPA, (2015)

Nota-se o progressivo aumento de recursos orçamentários ao longo do período, saindo da casa dos R\$ 200 milhões, em 1994, e atingindo a marca de um pouco mais de R\$ 2 bilhões, em 2011. Ou seja, em 17 anos, a Embrapa teve seu orçamento multiplicado por dez. Isso permitiu que a empresa crescesse, mantivesse e contratasse novos quadros de pesquisa, se internacionalizasse e, desenvolvesse parcerias com outras instituições de P&D relevantes.

GRÁFICO 2 – EVOLUÇÃO DOS ORÇAMENTOS DE PESSOAL, CUSTEIOS, CAPITAL E DÍVIDA DA EMBRAPA – 1974-2014



FONTE: EMBRAPA, (2015)

NOTA: Valores deflacionados a preços de abril/2015.

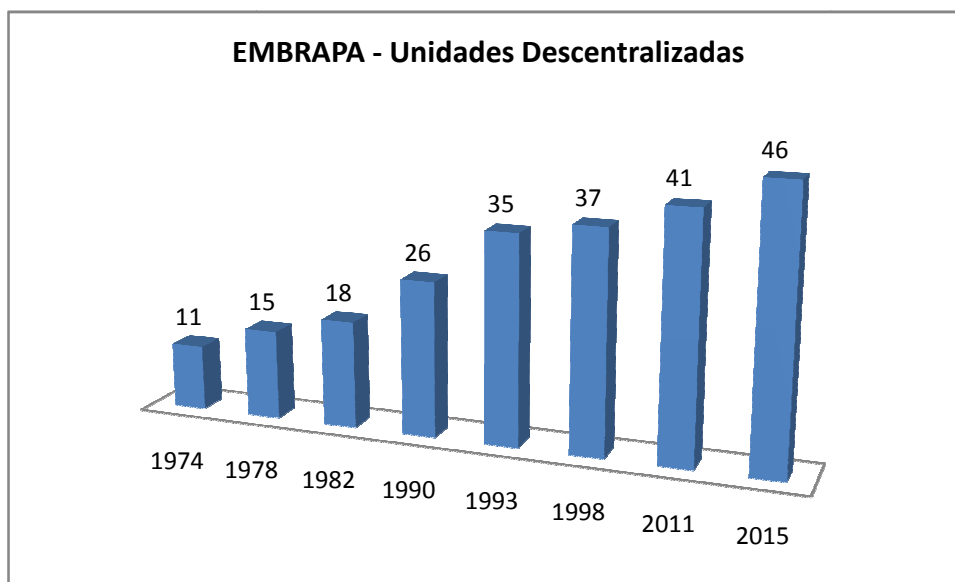
No gráfico 2 acima é possível visualizar a evolução dos orçamentos de Pessoal, de Custeio, de Capital e a Dívida da Embrapa no período de 1974 a 2014, em milhões de reais.

Nota-se o crescimento constante do orçamento de Pessoal (R\$ 2.220 milhões) ao longo do período, e que, em 2014, representou cerca de 5 vezes o orçamento de Custeio (R\$ 440 milhões) e pouco mais de 15 vezes o de Capital (R\$ 146 milhões). Mas isso se explica pelo investimento constante no corpo de recursos humanos altamente qualificados (85,32% têm doutorado ou pós-doutorado, como já foi dito acima) que a empresa possui e que compõe seu capital intelectual, responsável pelo desenvolvimento da pesquisa e inovação na área agropecuária. Isso vai de encontro novamente a taxionomia de Pavitt (1984), onde firmas baseadas em ciência, como é o caso da Embrapa, por lógica, devem investir na produção do conhecimento e de inovações, tornando o capital humano e intelectual, seu maior recurso.

Quanto ao processo de crescimento e interiorização da Embrapa, no gráfico 3 é possível visualizar a evolução do número de unidades descentralizadas da Embrapa, os chamados Centros Nacionais de Pesquisa. Percebe-se o crescente grau de descentralização e interiorização da empresa. Quando fundada (1973), possuía 11

unidades descentralizadas, atingindo em 2015, o número de 46 unidades, mais de quatro vezes o número inicial.

GRÁFICO 3 – EMBRAPA - EVOLUÇÃO DO Nº DE UNIDADES DESCENTRALIZADAS – 1974-2015



FONTE: EMBRAPA, (2015)

Esse processo de descentralização e interiorização colabora, não só para o acolhimento de novas demandas agrícolas e pecuárias da sociedade, mas também, em uma via de mão dupla, para a difusão das inovações desenvolvidas dentro dos campos experimentais, laboratórios e parcerias institucionais firmadas pela Embrapa. Como nos lembra Pavitt (1984), a difusão tem ditado a trajetória tecnológica das firmas baseadas em ciência.

Segundo a teoria neoschumpeteriana, uma das formas de mensurar as atividades de P&D e Inovação de uma firma inovadora é através da mensuração de seus produtos inovadores. Portanto, medir essas atividades, por *proxy*, é medir a quantidade de patentes que são solicitadas por essa firma.

Na tabela 4, é possível observar o ranking dos depositantes de pedidos de patente, segundo pesquisa do Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI, no período de 1990 a 2007.

TABELA 4 – RANKING DOS DEPOSITANTES DE PEDIDOS DE PATENTE – 1990-2007

DEPOSITANTE	SIGLA	UF	Nº Doc.	(%)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	EMBRAPA	DF	167	24,81
Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações	CPqD	SP	71	10,55
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A	IPT	SP	69	10,25
Fundação Oswaldo Cruz	FIOCRUZ	RJ	50	7,43
Centro Técnico Aeroespacial	CTA	SP	47	7,00
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento	LACTEC	PR	42	6,24
Instituto Nacional de Tecnologia	INT	RJ	24	3,51
Centro de Tecnologia Mineral	CETEM	RJ	22	3,22
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica	CEPEL	RJ	19	2,82
Fundação Butantan	BUTANTAN	SP	18	2,67
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	INPE	SP	16	2,38
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	INPA	AM	15	2,22
Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras	CERTI	SC	13	1,93
Genius – Instituto de Tecnologia	GENIUS	AM	12	1,78
Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica	FUCAPI	AM	8	1,19
Instituto Mauá de Tecnologia	IMT	SP	8	1,19
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	CBPF	RJ	7	1,04
Centro de Tecnologias em Materiais	SENAI/CTCmat	SP	6	0,89
Outras instituições com 5 ou menos depósitos			59	8,77
TOTAL			673	100,00

FONTE: INPI, (2011)

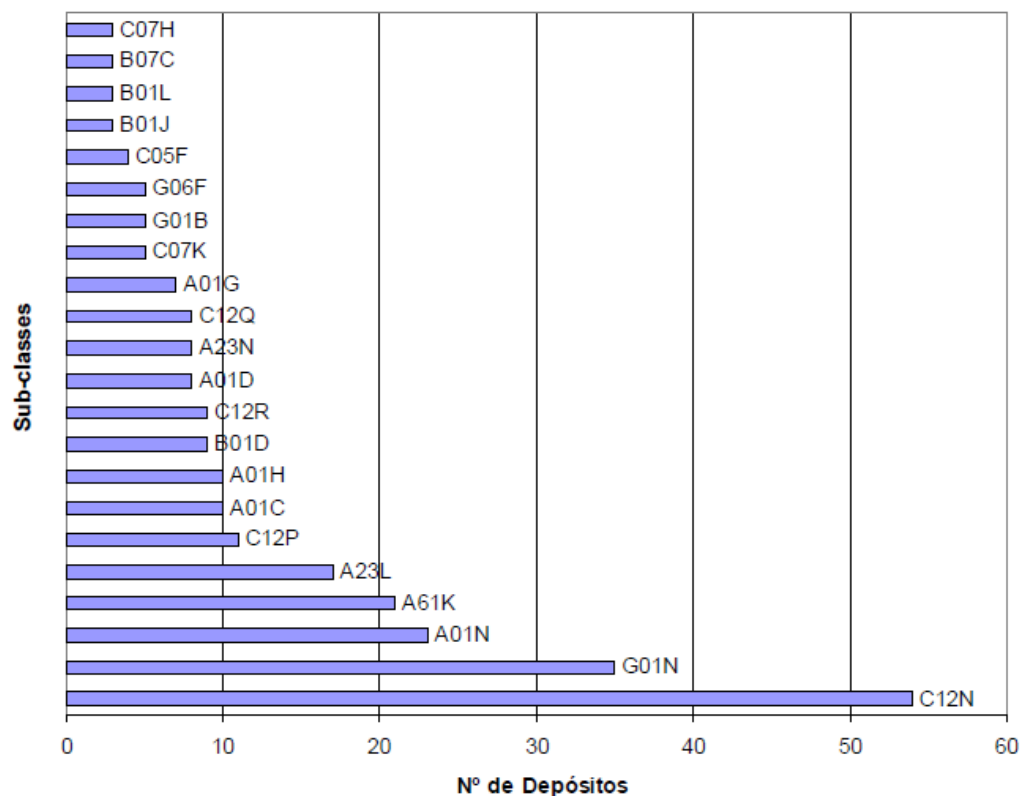
A Embrapa aparece como primeira colocada, com o número de 167 pedidos de patente, ou seja, 24,81% do total de pedidos no período. É, portanto, a instituição de pesquisa não acadêmica que mais solicita pedidos de patente junto ao órgão.

O termo *patente*, segundo o Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI é definido como “um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgado pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação. Em contrapartida, o inventor se obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo técnico da matéria protegida pela patente”. (INPI, 2015).

No gráfico 4 é possível verificar em quais subclasses a Embrapa tem seus pedidos de patente mais concentrados. A nomenclatura utilizada nesse gráfico está de acordo com a Classificação Internacional de Patentes – CIP – que é um meio internacional usado para estabelecer uma classificação uniforme nos documentos de patentes depositados em qualquer escritório nacional do planeta, e cuja finalidade é criar uma ferramenta eficaz de busca dos documentos de patentes. A CIP, vigente desde

2011, contempla 70 mil itens tecnológicos e tem uma estrutura hierárquica com a seguinte ordem: Seção > Classe > Subclasse > Grupo > Subgrupo, permitindo identificar o conhecimento produzido em detalhes.

GRÁFICO 4 – CLASSIFICAÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTE DA EMBRAPA – 1990-2007



FONTE: INPI, (2011)

Observa-se, no gráfico acima, que a Embrapa tem seus pedidos de patente concentrados nas subclasses C12N – “Microorganismos ou enzimas”; G01N – “Investigação e análise de materiais por suas propriedades físicas e químicas”; A01N - “Conservação de corpos de seres humanos ou animais ou plantas ou partes dos mesmos, biocidas como desinfetantes, herbicidas ou pesticidas e repelentes, atrativos de pestes ou reguladores do crescimento de plantas”; A61K – “Preparações com finalidades médicas”; e A23L – “Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas, seu preparo ou tratamento e conservação de alimentos ou produtos alimentícios em geral”. As demais 17 subclasses refletem a variedade de áreas de pesquisa da instituição.

A tabela 5 mostra o número de pedidos de patentes solicitados pela Embrapa nas 5 subclasses onde ela possui maior concentração de pedidos, no período de 1990 a 2007.

TABELA 5 – EMBRAPA – PEDIDOS DE PATENTE E CONCENTRAÇÃO TECNOLÓGICA – 1990 A 2007

Concentração Tecnológica	Total
Subclasse 1 - Microorganismos ou enzimas (C12N)	54
Subclasse 2 - Investigação e análise de materiais por suas propriedades físicas e químicas (G01N)	35
Subclasse 3 - Conservação de corpos de seres humanos ou animais ou plantas ou partes dos mesmos, biocidas como desinfetantes, herbicidas ou pesticidas e repelentes, atrativos de pestes ou reguladores do crescimento de plantas (A01N)	23
Subclasse 4 - Preparações com finalidades médicas (A61K)	21
Subclasse 5 - Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas, seu preparo ou tratamento e conservação de alimentos ou produtos alimentícios em geral (A23L)	17

FONTE: INPI, (2011)

Em complementaridade com o que já foi mencionado acima, o gráfico 5 traz a evolução dos pedidos de Patentes, Marcas e Cultivares realizados pela Embrapa no intervalo entre os anos de 1977 a 2003.

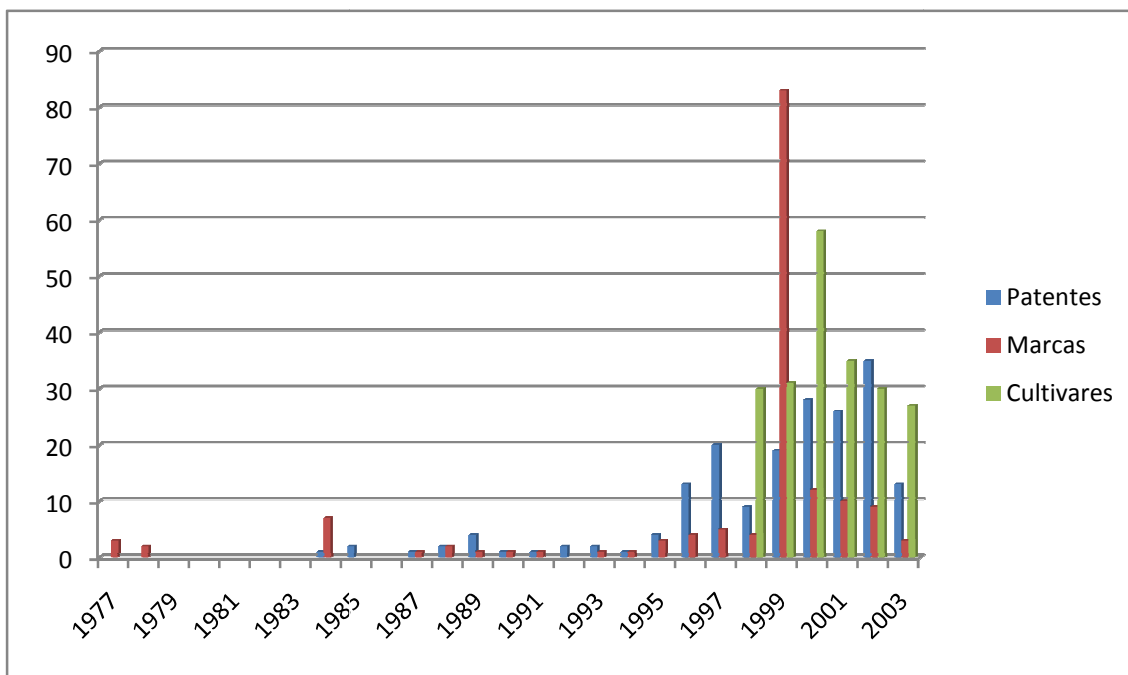
Dessa forma, marca, de acordo com a lei brasileira, é “todo sinal distintivo, visualmente perceptível, que identifica e distingue produtos e serviços, bem como certifica a conformidade dos mesmos com determinadas normas ou especificações técnicas. A marca registrada garante ao seu titular o direito de uso exclusivo no território nacional em seu ramo de atividade econômica”. (INPI, 2015, acesso em 13/05/2015).

Já cultivar, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA - é “resultado de melhoramento em uma variedade de planta que a torne diferente das demais em sua coloração, porte, resistência a doenças. A nova característica deve ser igual em todas as plantas da mesma cultivar, mantida ao longo das gerações. 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”. (MAPA, 2015).

Tendo então mencionado as conceituações de *patente*, *marca* e *cultivar*, podemos observar no gráfico 5 abaixo a evolução de pedidos de registro das mesmas dentro do período de 1977 a 2003, segundo a própria Embrapa.

GRÁFICO 5 – EMBRAPA - PEDIDOS DE PATENTES, MARCAS E CULTIVARES – 1977-2003



FONTE: EMBRAPA, (2003)

O gráfico acima permite visualizar que foi a partir da década de 80 que a Embrapa iniciou os seus pedidos de patentes e marcas. E foi em meados da década de 90 que começou o crescimento desses pedidos até o salto no final dessa mesma década, quando a Embrapa solicita também pedidos para regulamentar cultivares. Desde a sua fundação até o ano de 2003, a Embrapa apresentou pedido de proteção de 184 patentes, 153 marcas e 211 cultivares. Para o ano de 2014, segundo a Embrapa (2015), a carteira de processos da empresa relativos à propriedade intelectual, desde a sua fundação, apresentou um total de 715 patentes, 580 cultivares, 363 marcas e 82 softwares.

Assim, como nos lembra Pavitt (1984), as firmas apropriam-se da liderança inovadora por meio de uma combinação de métodos (patentes, segredos, defasagens técnicas naturais e habilidades específicas à firma). A Embrapa ao tomar procedimentos

de proteção e regulamentação relativos à propriedade intelectual reforça sua liderança inovadora no plano mundial quanto a sua especialidade principal, a agricultura tropical.

4.3 – CONCLUSÕES PARCIAIS

O processo de modernização da agricultura na década de 1960/70 do século passado foi capitaneado pelo Estado baseado na oferta de crédito e no desenvolvimento de novas tecnologias para a agricultura. No contexto da implantação da Revolução Verde no Brasil, houve a expansão da agricultura para o Cerrado. Essa expansão ocorreu devido às características físicas da região, baixo preço das terras, incentivo creditício proporcionado pelo Estado, desenvolvimento de novas tecnologias, aumento da demanda nacional e internacional por grãos, sobretudo a soja.

A Embrapa foi criada em 1973 nesse contexto, inicialmente como difusora das tecnologias da Revolução Verde, e posteriormente, como desenvolvedora de tecnologias próprias, adaptadas a realidade e necessidade dos produtores nacionais. A empresa passa a atuar e coordenar uma rede com outros organismos estaduais de pesquisa, universidades e setor privado e fundações, em um *sistema setorial de inovação agrícola*, o que se comprovou fundamental para realizar as inovações tecnológicas que a agricultura brasileira necessitava.

Como *firma inovadora* a Embrapa desenvolve uma forte política de capacitação de recursos humanos (em 2014, apresentava mais de 85% dos seus pesquisadores com doutorado e pós-doutorado). Seu capital humano altamente qualificado é responsável pelas pesquisas e inovações existentes que caracterizam a empresa como uma firma dinâmica e que, mesmo sendo uma empresa pública, ainda consegue concorrer com outras empresas privadas na oferta de produtos de melhoramento genético de grãos, por exemplo.

A Embrapa, demonstrando uma liderança inovadora, característica de uma *firma baseada em ciência*, combina métodos de regulamentação da propriedade intelectual para manter seu dinamismo e liderança junto ao mercado e a sociedade, registrando, segundo o INPI (2011) ampla carteira de processos de proteção intelectual composta de

patentes, marcas e cultivares. A Embrapa demonstra fortemente a característica de ser uma firma calcada no conhecimento científico e que, ao mesmo tempo em que regula sua propriedade intelectual, (o que é produzido de conhecimento no seu interior e conjuntamente com seus parceiros), como comprova o relatório do INPI (2011), também disponibiliza o conhecimento produzido para a sociedade brasileira.

5 – A SOJICULTURA NO CERRADO – A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E O PAPEL DA EMBRAPA

5.1 – A CULTURA DA SOJA NO BRASIL: ORIGENS

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos. Conforme Figueiredo (2014a), a safra de 2012/2013 produziu 81,5 milhões de toneladas de soja, ao passo que os Estados Unidos produziram 82,1 milhões de toneladas. A produção de soja no Brasil teve crescimento de 9,3% de 2008/09 a 2012/13, enquanto que nos Estados Unidos esse crescimento foi de 0,43%. O Brasil responde por 25% da exportação de soja mundial, cultivada em 6% de terra do país.

Segundo Reifschneider (2010), a soja é originária da China e foi usada inicialmente como adubo verde e remédio. A partir de 1500 ocorreu a expansão lenta e gradual da soja para outros países asiáticos como o Japão, Índia, Tailândia, Indonésia e Filipinas. Após 1700 ela se expande para a Europa e os Estados Unidos. No Brasil a introdução da soja data de 1882, feita por Gustavo Dutra, professor da Escola Agrícola da Bahia. A soja seguiu rumo ao Sul do Brasil, e em 1892, foi plantada na estação Agrônômica de Campinas, em São Paulo. Os japoneses também trouxeram algumas variedades de soja para o Brasil quando emigraram em 1908. No entanto, o primeiro cultivo de soja no Brasil data de 1914, no município de Santa Rosa, no Rio Grande do Sul. A soja migrou da Bahia para o Rio Grande utilizada como espécie forrageira. Transformou-se em oleaginosa e foi valorizada pela qualidade proteica de seu farelo e pelo óleo que produz.

E, segundo Albuquerque, A. C. S. e Silva (2008), foi no Rio Grande do Sul que a soja se estabeleceu como uma cultura economicamente viável, sendo incentivada, ao final da década de 1950, como cultura sucessora às lavouras de trigo. As cultivares de soja importadas dos Estados Unidos adaptaram-se muito bem às condições de clima e solo do sul do país. O binômio soja (verão) e trigo (inverno) trouxe uma série de inovações técnicas e enriqueceu o estado. No entanto, a soja exigia condições completas para sua produção: melhoramento, adubação, manejo de pragas e doenças, o que proporcionou o aumento da demanda por pesquisa e impulsionou as vendas de insumos,

como, agrotóxicos, adubos químicos, máquinas agrícolas, colheitadeiras e tratores. Atualmente, segundo a Conab (2015), a soja é um dos pilares centrais do agronegócio brasileiro. A sua cultura, nos últimos 30 anos dinamizou a agricultura de vários estados brasileiros e foi mola propulsora para a ocupação do Cerrado, que produz cerca de 50% da soja brasileira segundo dados da safra 2013/2014.

5.2 – OUTROS FATORES QUE CONTRIBUÍRAM PARA A OCUPAÇÃO DO CERRADO NO CENTRO-OESTE PELA SOJICULTURA

Como já mencionamos, o processo de modernização da agricultura brasileira incentivou, por meio da expansão do crédito e de incentivos governamentais, a ocupação das terras do bioma Cerrado na região Centro-Oeste brasileira.

No entanto, ao elencar as razões do sucesso da cultura da soja no Brasil, também devemos levar em conta alguns programas federais de incentivo fiscal-financeiro, como, por exemplo, o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento do Cerrado (PRODECER), o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO), e o Programa de Assentamentos Dirigido ao Alto Paraíba (PADAP), que contribuíram para a armazenagem e comercialização da soja, desenvolvendo importante papel na expansão dessa cultura, bem como levar em conta também que o maior incentivo à cultura da soja vem do seu retorno econômico (aumento crescente de oportunidades no mercado internacional de óleo e proteína, com preços determinados pela Bolsa de Chicago). Mas igualmente devemos levar em conta outros fatores que impulsionaram essa trajetória bem-sucedida. Conforme Albuquerque (2008), as principais razões para o sucesso da cultura da soja no Brasil são:

1 – Cultura, topografia e estrutura fundiária: A soja encontrou no país, clima favorável, temperaturas adequadas ao cultivo durante todo o ano. No Centro-Oeste (Cerrado), apesar da estação seca no outono-inverno, a primavera e o verão apresentam chuvas bem distribuídas e abundantes. Já no Sul, cujo clima é subtropical, o outono-inverno apresenta chuvas consideráveis, mas as temperaturas baixas limitam o cultivo da soja nesse período. No Sul a expansão se deu em áreas menores e mais intensas, enquanto que no Centro-Oeste, a soja foi cultivada em áreas de abertura do Cerrado,

áreas de relevo plano e de grandes extensões. Assim, se formou a base para as grandes empresas agrícolas que cultivam a soja na região central do Brasil. A mecanização foi facilitada pela existência de um relevo plano, o que permitiu ganhos de produtividade e ganhos com o aumento de escala. Em 2015, a soja é produzida no Brasil, principalmente, em duas regiões distintas: Sul e Centro-Oeste. Nos estados da região central, mais de 50% das propriedades produtoras de soja têm área superior a 1.000 hectares e nos estados do Sul esse percentual é menor que 10% (IBGE, 2007).

2 – *Baixa fertilidade do solo passível de correção*: O solo da região do Cerrado tem como característica intrínseca a baixa fertilidade. Nesse tipo de solo, de modo geral, os teores de fósforo são muito baixos, a acidez do solo elevada e normalmente associada a altos teores de alumínio tóxico. Dessa forma, o conhecimento das necessidades nutricionais da soja na região tropical e a correção da fertilidade do solo foi etapa essencial para o desenvolvimento do cultivo de soja no Brasil. Foram desenvolvidos métodos de calibração e avaliação de teores de nutrientes nos solos e nas plantas e melhoria nas formas de aplicar fertilizantes e corretivos. Para que isso acontecesse, contribuíram diversos pesquisadores e instituições, através do desenvolvimento de pesquisas na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); no Instituto Agrônômico (IAC); no Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar); na Embrapa Cerrados; na Embrapa Soja, bem como em diferentes empresas estaduais de pesquisa, como a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig); a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás (Emater-GO); a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Mato Grosso (Empa); a Empresa Mato-Grossense de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural (Empaer); a Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (Epaba); e a Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária (Emapa).

3 – *O espírito pioneiro dos gaúchos*: Origem do cultivo da soja no Brasil, o Rio Grande do Sul formou sojicultores que, em busca de terras mais baratas para o cultivo da soja, migraram para outros estados. Os gaúchos conquistaram o oeste e sudoeste do Paraná e posteriormente, o Mato Grosso do Sul, alcançando o Cerrado. Depois partiram para o Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Bahia e Maranhão, e essa migração contribuiu para o alastramento da cultura da soja nos trópicos do Brasil.

4 - Disponibilidade de recursos humanos e criação da Embrapa Soja: Foi na década de 1930 que os trabalhos com soja começaram, nas estações experimentais da Secretaria Estadual de Agricultura do Rio Grande do Sul. Em 1963 foi criado o Instituto Privado de Fomento à Soja (Instisoja) que fomentou pesquisas nas entidades públicas estaduais assim como o Instituto de Pesquisas Agronômicas (Ipagro). Em São Paulo a pesquisa com soja iniciou-se em 1921, com a Estação Experimental de São Simão. Em 1926 começam os trabalhos no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) que se expandem a partir de 1935. Em 1955 foi criado o Serviço de Expansão da Soja (SES). Com base nessas experiências e difusão da cultura da soja no Rio Grande do Sul e em São Paulo, geraram-se informações técnicas importantes para alavancar o desenvolvimento da cultura da soja no país e, principalmente, a formação de massa crítica de técnicos e pesquisadores, que em 1975 tornaram possível a criação da Embrapa Soja, referência mundial em pesquisa do tema. A Embrapa Soja atuou na elaboração e coordenação do Programa Nacional de Pesquisa de Soja, que era responsável por decidir as pesquisas prioritárias em âmbito nacional, criando ainda sinergia com pesquisas realizadas em outras importantes instituições públicas de pesquisa, tais como a Epamig, o Ipagro, a Emapa, a Epaba, a Empa, a Empaer, o IAC, e a Epagri bem como com variadas universidades públicas e privadas. Esses atores, segundo Bergek (2008), compõem, juntamente com a rede e as instituições, um sistema de inovação, no caso, de inovação da soja.

5 - Manejo da cultura: Um importante fator de sucesso para o cultivo da soja no país foi o desenvolvimento de diversas tecnologias de manejo ao longo dos anos. Destacam-se a implantação do *Plantio Direto*, a *Inoculação com Bradyrizobium japonicum* e o *Manejo Integrado de Pragas*.

O *Plantio Direto* começou no início da década de 1970 e mais de 80% da soja brasileira é cultivada sob esse sistema em 2015. A sustentabilidade do cultivo da soja na maior parte do país foi garantida através do plantio direto, em especial nos estados do Sul, onde o relevo proporcionava grandes perdas de solo e de água por erosão após o preparo do solo de forma convencional. O plantio direto maximizou a utilização de terras e máquinas da propriedade, reduziu gastos com combustível, aumentou teores de matéria orgânica, além da já citada redução de perda do solo. A adoção do plantio direto

também ganhou corpo a partir do desenvolvimento de herbicidas de controle de ervas daninhas na cultura da soja.

Outra contribuição para a cultura da soja, conforme Albuquerque, A. C. S. e Silva (2008), foi *o uso de inoculantes à base de Bradyrhizobium japonicum*. A fixação simbiótica do nitrogênio contribuiu com 72% a 94% do nitrogênio total acumulado pela soja. Dessa forma, conforme Hungria *et al.*(2004), trabalhos com o objetivo de identificar tipos de bactéria mais eficientes na fixação simbiótica de nitrogênio, e com grande capacidade de competição no solo, bem como aqueles que identificaram os fatores mais importantes para os processos de nodulação e fixação de nitrogênio, foram fundamentais para o cultivo de soja no Brasil sem a necessidade de adição de fertilizantes nitrogenados. Iniciados na década de 1950, esses estudos tiveram sua maior parte desenvolvidos na década de 1970, acompanhando a expansão da cultura da soja no país.

Da mesma forma, para Albuquerque, A. C. S. e Silva (2008), o desenvolvimento e a adoção do *manejo integrado de pragas* contribuiu para a expansão da cultura da soja no Brasil, resultado de grande quantidade de pesquisas, entre as quais as da Embrapa, que objetivaram estudar métodos de controle de insetos-praga. Os métodos foram utilizados de forma a manter as pragas abaixo do nível de dano econômico. Foram desenvolvidos métodos de controle biológico dos principais insetos-praga da cultura: o percevejo e a lagarta-da-soja. Nesse último caso, o controle biológico com o baculovírus foi utilizado em mais de um milhão de hectares.

6 – Acesso a germoplasma e treinamento: Apesar da soja ser proveniente de país de clima temperado, a variabilidade genética existente na espécie permitiu adaptá-la às condições tropicais. A soja apresenta plasticidade suficiente para a adaptação as condições ambientais e a extensão de um país como o Brasil, produzindo grãos com teores médios de 40% de proteína e 20% de óleo. Dessa forma, a disponibilidade de germoplasma para melhoramento genético foi um fator importante para o desenvolvimento da cultura da soja. Importante também foi a treinamento de pesquisadores brasileiros cursando mestrado e doutorado nas principais universidades norte-americanas.

7 – Pesquisa em genética e melhoramento: Para Albuquerque e Silva (2008), uma das grandes contribuições tecnológicas do melhoramento genético da soja no Brasil foi a melhora do potencial genético produtivo genético *per se*. Mas outras duas grandes contribuições podem ser destacadas: A primeira contribuição foi (por meio da introdução de genes para o período juvenil longo no germoplasma brasileiro), a adaptação da soja às baixas latitudes. Essa foi a *inovação incremental* que definiu um novo paradigma para a cultura da soja. Esse foi o ponto de partida para a difusão da cultura da soja para o Cerrado.

As cultivares portadoras dessa característica, a de se adaptar as baixas latitudes (característica recessiva), não florescem antes que seu período juvenil seja completado, mesmo quando plantadas em situações de dias curtos. Dessa forma, foi possível cultivar a espécie nas baixas latitudes de um país tropical. Agregou-se a essa adaptação um potencial genético produtivo à planta. Foram obtidas linhagens com produtividade de até 6 mil kg/ha. Isso se transferiu ao Cerrado onde é possível encontrar produtividade média acima de 4,2 mil kg/ha nas lavouras, de acordo com Albuquerque, A. C. S. e Silva (2008).

Essa inovação biológica, de característica incremental, promoveu uma mudança de paradigma tecnológico, estipulou um padrão de solução desse problema tecnoeconômico (produzir soja no Cerrado), totalmente baseado nas ciências naturais, adquirindo novo conhecimento e protegendo-o da difusão aos concorrentes (através, mais tarde, do registro de cultivares, com o advento de lei específica para tal).

Também segundo Albuquerque, A. C. S. e Silva (2008), a segunda contribuição foram os diversificados trabalhos em melhoramento para a resistência genética às doenças mais contundentes da cultura: vírus do mosaico-comum-da-soja, cancro-da-haste, nematóide-de-cisto, mancha-olho-de-rã, nematóide-de-galha, pústula-bacteriana. Em um trabalho conjunto de melhoristas e fitopatologistas todos esses problemas foram solucionados geneticamente.

Assim, determinados fatores foram essenciais e permitiram um veloz avanço no melhoramento genético da soja. O primeiro foi reflexo da existência de germoplasma e recursos humanos. O segundo foi a constituição de uma rede compartilhada de experimentação composta de vários programas de melhoramento genético da soja,

públicos e privados, como a Embrapa, a Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec), a FT Pesquisa e Sementes, a Cooperativa Agrícola de Cotia, o Ipagro, a Emgopa, a Epamig, a Empa, a Epaba, a Emapa, a Empasc e a Empaer. Por meio dessa rede todos os participantes tinham acesso aos resultados e ao germoplasma, tendo o cruzamento como finalidade. Descoberta uma linhagem superior ela podia ser recombinada com outras linhagens-elite de cada um dos programas de forma muito rápida. Outro fator que contribuiu para o melhoramento genético foi a Lei de Proteção de Cultivares (LPC), de 1997, que incentivou o investimento privado em melhoramento genético de soja no país. Nos oito anos que sucederam essa lei foram lançados mais cultivares do que nos 30 anos que a antecederam. A LPC, em seu artigo 3º. Inciso IV, definiu cultivar como,

“a variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior que seja claramente distinguível de outras cultivares conhecidas por margem mínima de descritores, por sua denominação própria, que seja homogênea e estável quanto aos descritores através de gerações sucessivas e seja de espécie passível de uso pelo complexo agroflorestal, descrita em publicação especializada disponível e acessível ao público, bem como a linhagem componente de híbridos”. (BRASIL, 2015).

Também muito importante foi a mecanização e a automação de programas de melhoramento genético de soja com colheitadeiras de parcelas experimentais automotrizes, plantadeiras pneumáticas e coletores de dados portáteis, que possibilitam maior precisão para se identificar os pequenos ganhos em potencial genético produtivo, bem como o aumento na dimensão dos programas. E, por último, devido ao estabelecimento de uma indústria de produção de sementes de soja em condições tropicais, é que se tornou possível disseminar rapidamente, em especial no Cerrado, as conquistas do melhoramento genético da soja.

5.3 – A EXPANSÃO DA SOJICULTURA

Segundo Barreto e Almeida (2008) foi no contexto da modernização do país introduzida pela chamada Revolução Verde, que aconteceu a transformação da agricultura brasileira. A agricultura se desenvolveu, inicialmente, de forma intensiva nas regiões sul e sudeste do Brasil. No entanto, devido ao esgotamento de terras disponíveis

para a ocupação da agropecuária e a necessidade de aumento da produtividade agrícola, houve a busca da produção em novas áreas e, como consequência, a expansão agrícola para novas regiões.

Dentro desse contexto, o Brasil tinha necessidade de expandir a fronteira agrícola para regiões como o Centro-Oeste. Havia grande quantidade de terras a serem exploradas e agricultores, em especial no Sul do país, com disponibilidade de migrar para outras regiões onde o custo da terra era mais barato. Assim,

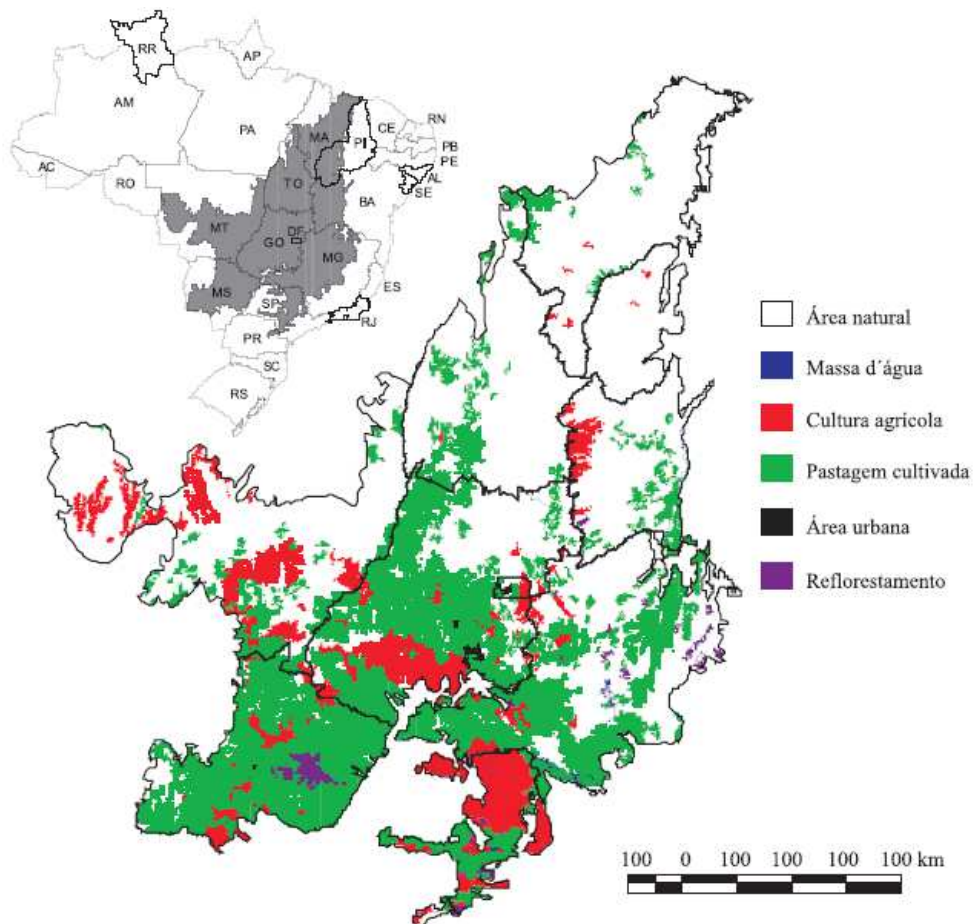
“a cultura de soja foi plantada no Mato Grosso do Sul no fim dos anos 60, sendo trazida por pequenos arrendatários que vieram dos estados do Rio Grande Sul e Paraná. (...) eles trocaram a pecuária e a cultura da erva-mate, investindo com sucesso na sojicultura. O grande volume de terras ociosas a preços baixos, quando se faz uma comparação com as terras de outros estados, atraiu para região do Centro-Oeste, principalmente para o Sul do antigo Mato Grosso, os principais investimentos, durante a década de 70”. (CORONEL, ALVES E SANTOS, 2007, p. 5).

Discorrendo sobre os fatores que contribuíram para a incorporação do Centro-Oeste pela cultura da soja, D’Agnoll (2008) relaciona: 1 – A construção de Brasília e da rodovia Belém-Brasília, proporcionando melhorias na infraestrutura do centro-oeste, em especial nas vias de acesso, urbanização e comunicação; 2 - Os incentivos do Prodecerr (Programa Nipo-Brasileiro de Cooperação para o Desenvolvimento do Cerrado) fomentaram incentivos fiscais para a abertura de novas áreas para a produção agrícola; 3 – Instalação de agroindústrias produtoras e processadoras de grãos e de carne na região; 4 - Valor da terra baixo, se comparados aos preços então existentes na região sul durante as décadas de 1960, 1970 e 1980; 5 - Topografia propícia à mecanização, o que permitiu a economia de mão de obra; 6 - Com a descoberta da técnica de calagem, (que consiste na adição de calcário para reduzir a acidez do solo do cerrado, tornando-o produtivo) o estabelecimento de boas condições pedológicas; 7 - Razoável nível econômico e tecnológico dos produtores que ocuparam a região, originários do Sul onde cultivavam soja com êxito; 8 - Condições pluviométricas favoráveis ao cultivo de verão; e 9 – Um conjunto de tecnologias bem desenvolvidas para produção de soja nas áreas tropicais, transformando os mais de 200 milhões de hectares improdutivos do Cerrado em áreas propícias para o cultivo da soja e de outras culturas, destacando a Embrapa como principal agente desse processo de mudança tecnológica.

Assim, com o surgimento da Embrapa, ocorreu o desenvolvimento de novos cultivares de soja adaptados as condições dos Cerrados. Conforme Lopes, Lopes e Ribeiro (2007) foi devido ao desenvolvimento de variedades adaptadas ao Cerrado, pela Embrapa (inovação incremental e mudança de paradigma na cultura da soja para o Cerrado), que a soja iniciou a ocupação do Centro-Oeste, permitindo aos produtores dominarem a tecnologia na região, gerando condições para que essa oleaginosa se tornasse um dos cultivos mais viáveis no país. Já Campos (2011) salienta que a expansão da soja se deu tanto nos estados do sul quanto nos do centro-oeste por meio de ações posteriores aos incentivos governamentais. Essas ações proporcionaram: correção dos solos que anteriormente eram impróprios para o plantio (inovações incrementais), a instalação de agroindústrias, a melhoria em logística territorial, a aplicação de modernas técnicas de produção paralelamente a criação da Embrapa Soja e de outros institutos estaduais de pesquisas com o objetivo de melhoria das cultivares para o plantio.

Na figura 5 é possível visualizar o uso da terra no Cerrado, podendo-se observar em especial a área de cultura agrícola. Ressalta-se que a dimensão total do Cerrado ocupa área aproximada de 2.036.448 km², segundo o IBGE (2015).

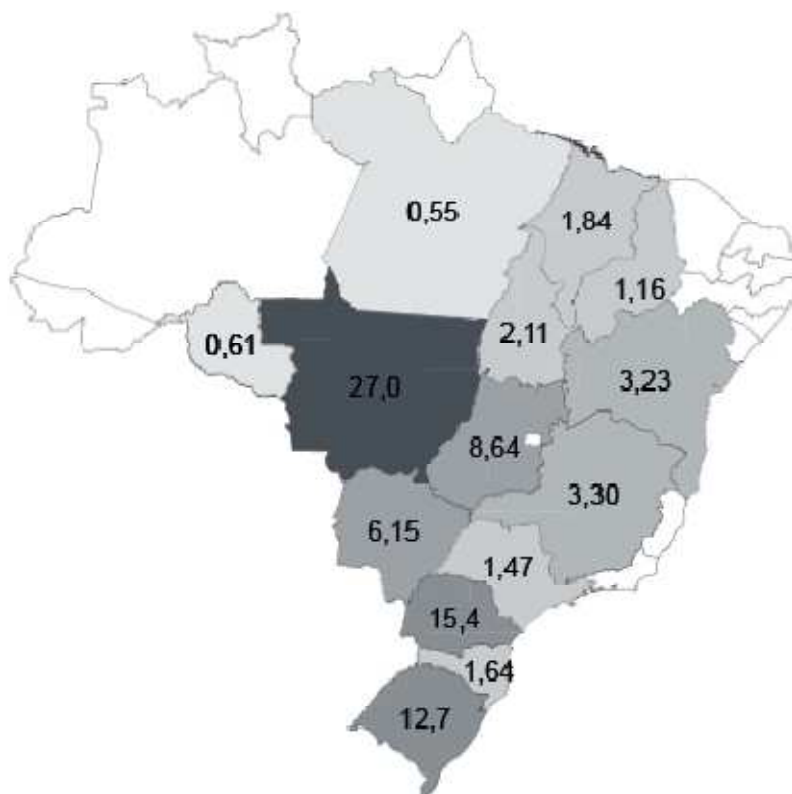
FIGURA 5 – USO DA TERRA NO CERRADO - 2002



FONTE: SANO *et al.* (2008)

A figura 6 mostra a produção de soja em cada estado do Brasil, em milhões de toneladas, para o ano de 2014. Permite também visualizar que os estados do Centro-Oeste que têm percentual significativo de sua área ocupada pelo Cerrado (Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), são também aqueles que, com exceção dos dois estados do Sul (Paraná e Rio Grande do Sul), mais produzem soja. O estado do Mato Grosso se destaca com 27 milhões de toneladas de soja produzidas em 2014, pouco menos do que as produções do Paraná e do Rio Grande do Sul juntas (28,1 milhões de toneladas).

FIGURA 6 – PRODUÇÃO DE SOJA EM CADA ESTADO DO BRASIL – 2014 - EM MILHÕES DE TONELADAS



FONTE: EMBRAPA, (2015)

A região Centro-Oeste, para dados da Conab (2015), produziu em 2013 cerca de 39,3 milhões de toneladas de soja, enquanto que os estados do sul produziram 28,9 milhões de toneladas. A tabela 6 mostra a evolução da área plantada, da produção e da produtividade da soja na região Centro-Oeste da safra 1976/77 até a safra 2013/2014.

TABELA 6 - EVOLUÇÃO DA ÁREA PLANTADA, DA PRODUÇÃO E DA PRODUTIVIDADE DA SOJA NA REGIÃO CENTRO-OESTE – SAFRA 1976/77 ATÉ SAFRA 2013/2014

	Área (em mil hectares)	Crescimento - Base safra 1976/77 = 100%	Produção (em mil toneladas)	Crescimento - Base safra 1976/77 = 100%	Produtividade (em kg/hectare)	Crescimento - Base safra 1976/77 = 100%
1976/77	378,0	100,00	540,0	100,00	1.429	100,00
1977/78	597,0	157,94	578,0	107,04	968	67,77
1978/79	720,0	190,48	1.100,0	203,70	1.528	106,94
1979/80	1.117,0	295,50	1.850,4	342,67	1.657	115,96
1980/81	1.249,0	330,42	2.097,0	388,33	1.679	117,53
1981/82	1.364,0	360,85	2.437,4	451,37	1.787	125,09
1982/83	1.647,0	435,71	3.137,0	580,93	1.905	133,33
1983/84	<u>2.141,9</u>	566,64	<u>3.828,8</u>	709,04	<u>1.788</u>	125,13

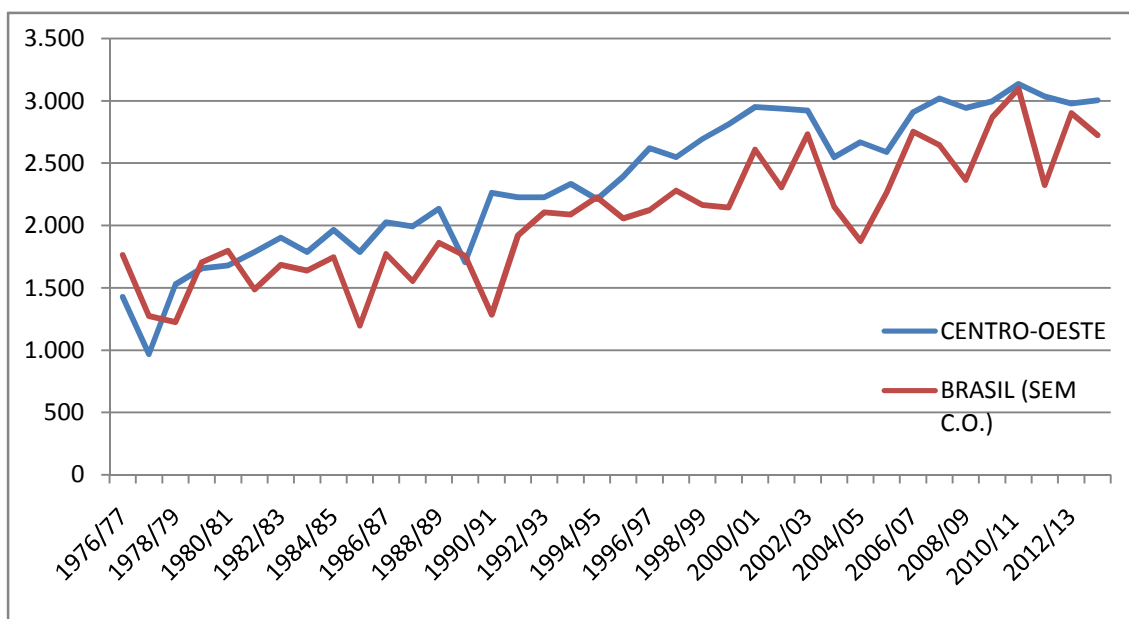
1984/85	2.837,0	750,53	5.572,7	1.031,98	1.964	137,50
1985/86	2.813,3	744,26	5.027,5	931,02	1.787	125,09
1986/87	2.867,8	758,68	5.811,8	1.076,26	2.027	141,86
1987/88	3.379,1	893,94	6.739,6	1.248,07	1.994	139,61
1988/89	4.054,5	1.072,62	8.652,4	1.602,30	2.134	149,38
1989/90	3.706,0	980,42	6.325,6	1.171,41	1.707	119,48
1990/91	2.946,2	779,42	6.667,0	1.234,63	2.263	158,41
1991/92	3.283,5	868,65	7.313,2	1.354,30	2.227	155,89
1992/93	3.808,6	1.007,57	8.484,2	1.571,15	2.228	155,96
1993/94	4.244,3	1.122,83	9.907,0	1.834,63	2.334	163,38
1994/95	4.559,8	1.206,30	10.084,7	1.867,54	2.212	154,84
1995/96	3.694,7	977,43	8.846,4	1.638,22	2.394	167,58
1996/97	3.983,8	1.053,92	10.438,1	1.932,98	2.620	183,40
1997/98	5.060,2	1.338,68	12.889,9	2.387,02	2.547	178,29
1998/99	4.955,1	1.310,87	13.356,1	2.473,35	2.695	188,65
1999/00	5.499,4	1.454,87	15.467,6	2.864,37	2.813	196,91
2000/01	5.759,5	1.523,68	17.001,9	3.148,50	2.952	206,64
2001/02	6.985,0	1.847,88	20.533,4	3.802,48	2.940	205,80
2002/03	8.048,4	2.129,21	23.532,5	4.357,87	2.924	204,68
2003/04	9.659,3	2.555,37	24.613,1	4.557,98	2.548	178,36
2004/05	10.857,0	2.872,22	28.973,5	5.365,46	2.669	186,83
2005/06	10.742,6	2.841,96	27.824,7	5.152,72	2.590	181,30
2006/07	9.105,1	2.408,76	26.494,8	4.906,44	2.910	203,69
2007/08	9.634,8	2.548,89	29.114,0	5.391,48	3.022	211,54
2008/09	9.900,1	2.619,07	29.134,9	5.395,35	2.943	206,01
2009/10	10.539,2	2.788,15	31.586,7	5.849,39	2.997	209,79
2010/11	10.819,4	2.862,28	33.938,9	6.284,98	3.137	219,59
2011/12	11.495,2	3.041,06	34.904,8	6.463,85	3.036	212,52
2012/13	12.778,2	3.380,48	38.091,4	7.053,96	2.981	208,67
2013/14	13.909,4	3.679,74	41.800,5	7.740,83	3.005	210,36

FONTE: CONAB (2015)

Observa-se, na tabela 6, que a área plantada com soja nos Cerrados cresceu mais de 3.579% da safra de 1976/77 (ano base) para a safra de 2013/14. Passou de 378 mil hectares para 13.909,4 mil hectares. A produção de soja na região passou de 540 mil toneladas na safra de 1976/77 para 41.800,5 mil toneladas na safra de 2013/14, um aumento de mais de 7.640%.

Em relação à produtividade da soja, podemos observar no gráfico 6 a evolução das produtividades das safras de 1976/77 a 2013/14, em kg/hectare, na região Centro-Oeste e no Brasil (excluída a região Centro-Oeste).

GRÁFICO 6 – SOJA - PRODUTIVIDADE – SAFRAS 1976/77 A 2013/14 - EM KG POR HECTARE



FONTE: CONAB (2015)

No Brasil (excluída a região Centro-Oeste), a produtividade da safra de 1976/77 obteve 1.766 kg/hectare enquanto que a da safra de 2013/14 foi de 2.725 kg/hectare, um aumento de 54,30%, inferior ao da região Centro-Oeste. Portanto, a produtividade em kg por hectare da região Centro-Oeste tem sido maior do que a produtividade do Brasil. E a inovação tecnológica, tanto nos sistemas de plantio como em sementes, tem grande participação nesses dados, porém

“...não se pode inferir exclusivamente a eles esses resultados, fatores climáticos, incidência ou não de pragas e doenças estão relacionados com os resultados de todas as safras apresentadas. Variações para mais ou para menos nos indicadores de produtividade podem ser relacionados direta ou indiretamente a esses fatores. Todavia, a **inovação tecnológica** também tem relação com esses fatores, pois conforme a variedade de sementes utilizadas e método de plantio, há uma maior ou menor resistência à pragas e aos efeitos do clima”. (Zamberlan *et al.*, 2009, p.15).

Passamos agora a descrever duas importantes inovações que têm contribuído para o aumento da produtividade na indústria de soja no Brasil: a adoção da tecnologia de *plantio direto* para o processo agrícola, e o desenvolvimento de *novos cultivares* de soja.

5.4 – A ADOÇÃO DO PLANTIO DIRETO NO CERRADO

A ação de semear sem revolver o solo surgiu com a própria agricultura, evoluindo, entretanto, para o uso de grades e arados, de tração humana, animal e trator e intensa mobilização da camada superficial do solo. Segundo Denardin *et al.*(2008), foi na segunda metade da década de 1940 que o preparo do solo passou a ser considerado dispensável, desde que não houvesse competição por plantas espontâneas. Surgiram as expressões *zero-tillage (ZT)*, *no-tillage*, *no-till*, *direct-seeding*, *direct drilling*, *sod-planting*, *sod-seeding*, *chemical-ploughing*, *direct-planting*, *residue farming* e *plowless farming*, que no Brasil foram traduzidas para “semeadura direta”, ou “plantio direto” e, mais tarde, para “sistema plantio direto”.

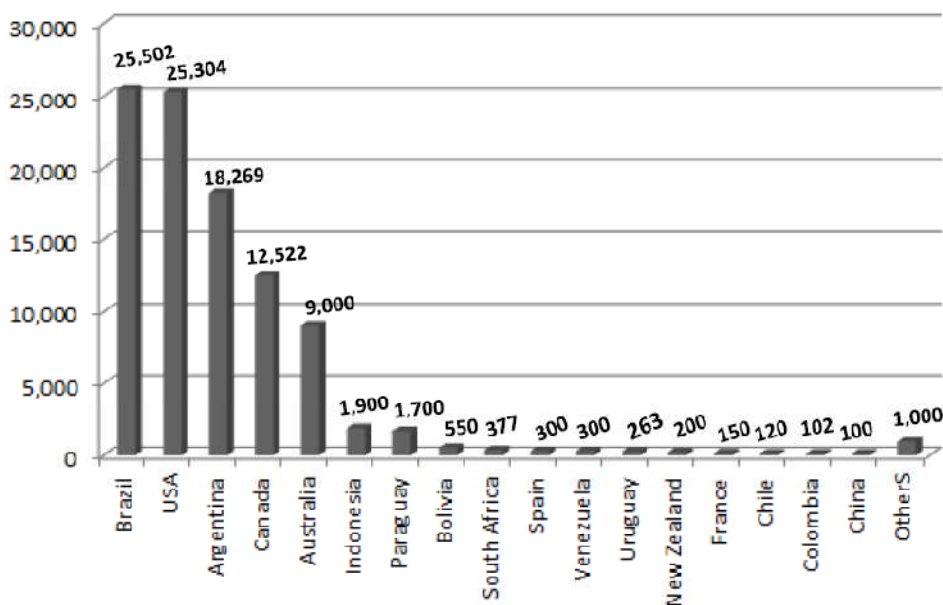
O Plantio Direto (PD) é o plantio que utiliza o mínimo revolvimento do solo, a cobertura do solo com plantas e resíduos vegetais e a rotação de culturas. Através do PD os agricultores podem plantar de ano para ano sem arar ou perturbar o solo. Entretanto, segundo Denardin *et al.* (2008), o plantio direto só se tornou viável, em áreas extensivas de lavoura, com o desenvolvimento da tecnologia de controle químico de plantas espontâneas, pioneirismo conquistado pela inglesa Imperial Chemical Industries (ICI), em 1961, com o lançamento do herbicida Paraquat.

Conforme Ekboir (2003), o plantio direto (*zero-tillage - ZT*)

“...is defined as planting crops in previously unprepared soil by opening a narrow slot or trench of the smallest width and depth needed to obtain proper coverage of the seed. At least 30% of the soil surface must remain covered with plants or their residues. Although the name refers to only one practice, ZT actually is a complete farm management system that includes specific practices for planting, plant residue management, weed and pest control, harvesting and crop rotations”. (EKBOIR, 2003, p. 574-575).

A introdução do plantio direto ocorreu no Brasil em 1969, mas foi somente a partir de 1975 que ele passou a ser incorporado de forma sistemática. Foi na década de 1980 que o plantio direto deixou de ser visto como um método alternativo de preparo de solo e passou a ser entendido, segundo Denardin *et al.*(2008), como um sistema tecnológico que possibilita viabilizar o semear, sem anterior preparo do solo, de forma contínua. O gráfico 7 abaixo permite visualizar a área cultivada com plantio direto no Brasil em comparação com outros países para os anos de 2008/2009.

GRÁFICO 7 – ÁREA CULTIVADA COM PLANTIO DIRETO NO BRASIL EM COMPARAÇÃO COM OUTROS PAÍSES – 2008/2009



FONTE: FIGUEIREDO (2014b)

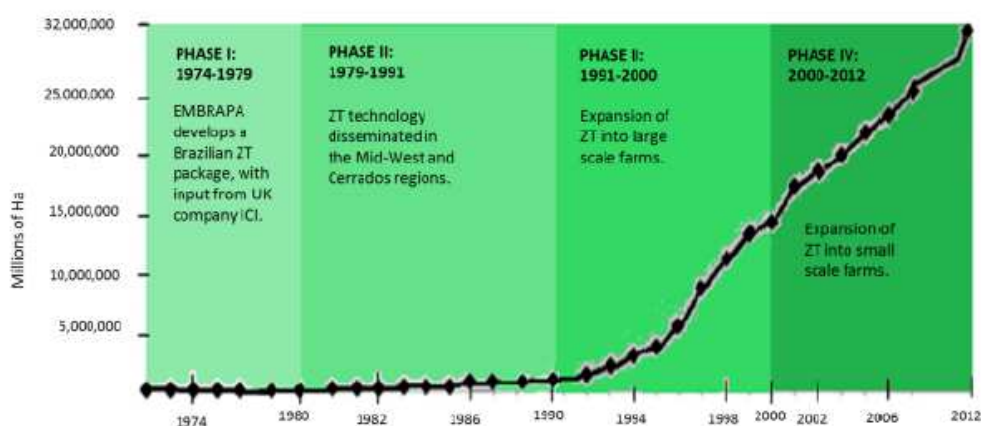
Para Figueiredo (2014b), a técnica do PD aumenta a quantidade de água que se infiltra no solo e aumenta a retenção de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes do solo. Em muitas regiões agrícolas ele pode eliminar a erosão do solo. O PD aumenta a quantidade e variedade de vida no solo e sobre o solo, incluindo organismos patogênicos e organismos supressores de doenças. O maior benefício do PD é a melhoria da fertilidade biológica do solo, tornando os solos mais resistentes.

Quanto ao PD na cultura da soja no Brasil, o autor acima citado divide essa adoção em quatro fases distintas. A primeira fase se refere aos anos 1970, onde a política governamental procurou reduzir a dependência do Brasil da importação de alimentos e superar sua baixa produtividade da agricultura. O governo procurou expandir os sistemas de produção agrícola como forma de resolver esses obstáculos a segurança alimentar do país. O ICI estabeleceu parcerias iniciais com o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e a Embrapa. No final dos anos 1970 a Embrapa, em conjunto com parceiros, desenvolveu procedimento de plantio direto adaptado às condições regionais, em especial para os estados do Sul do país.

A segunda fase, na década de 1980, refere-se à difusão da tecnologia de plantio direto no Centro-Oeste e no Cerrado como um todo. Concomitantemente, houve

investimentos significativos do governo para enviar pesquisadores da Embrapa e de outras instituições para receber treinamento em tecnologias agrícolas no exterior, principalmente nos EUA. A terceira fase, durante a década de 1990, foi marcada pela extensão do plantio direto às explorações agrícolas comerciais de grande porte. E a quarta e última fase, iniciada na década de 2000, refere-se à expansão do plantio direto tanto em pequena escala quanto em grande, abrangendo as grandes fazendas comerciais nas novas áreas do Cerrado, incluindo os estados do Tocantins, Bahia e Mato Grosso.

GRÁFICO 8 – ÁREA CULTIVADA COM PLANTIO DIRETO NO BRASIL E EVOLUÇÃO DE SUAS FASES – (1974 A 2012) – EM MILHÕES DE HECTARES



FONTE: FIGUEIREDO (2014b)

Devemos ressaltar que o plantio direto não é uma tecnologia desenvolvida pela Embrapa, e como já foi dito, foi criado pela empresa ICI. Para adotar essa tecnologia, o Brasil teve de realizar uma replicação criativa, pois o plantio direto é sensível às condições ecológicas locais, e por isso não poderia ser simplesmente copiado de outros países sem adaptações necessárias. No entanto foi a Embrapa a principal instituição aperfeiçoadora e difusora, realizando inovações incrementais na adoção da referida tecnologia. Como se refere Maculan (2002), as inovações incrementais são inovações de processo, tendo como característica, um impacto gradual e cumulativo na produtividade mediante a melhora da eficiência, como podemos observar no gráfico 8, que mostra a área cultivada com Plantio Direto no Brasil e a evolução de suas fases, de 1974 a 2012, em milhões de hectares.

5.5 – O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS CULTIVARES DE SOJA PARA O CERRADO

Na origem, de acordo com Souza *et al.* (2007), a soja é considerada uma planta de clima subtropical ou temperado e, na prática, toda a área mundial cultivada estava localizada em latitudes maiores que 25°. Na região tropical, onde está situado o Cerrado, as latitudes são menores que 23° Sul. O desafio para produzir soja na região tropical seria desenvolver cultivares adaptados a latitudes curtas e tecnologias de manejo, correção e fertilização dos solos consideradas impróprias para agricultura, no final dos anos 1970, início dos anos 1980.

Conforme Souza *et al.* (2007), a principal limitação da soja é a sua sensibilidade ao comprimento do dia (fotoperíodo), que varia conforme a latitude. As cultivares desenvolvidas até a década de 1970 no Sul do Brasil não se desenvolviam na região tropical, eram induzidas a florescer precocemente, gerando plantas de baixo porte e ciclo curto, o que inviabilizava o uso de colheitadeira mecânica, impedindo uma cultura de larga escala, além de produtividade baixa e antieconômica.

Um dos maiores desafios para o programa de melhoramento da Embrapa foi a adaptação da soja às condições de latitude das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Até meados de 1970 não existia no mundo cultivar de soja que permitisse o cultivo econômico na região dos trópicos. Os poucos cultivos existentes e viáveis estavam acima do Trópico de Capricórnio e apresentavam alto risco de perda. O risco de fracasso aumentava na medida em que os cultivos se aproximavam da linha do Equador. De acordo com Souza *et al.* (2007), a Embrapa começou a pesquisar a cultura da soja para a região tropical em 1974. Os pesquisadores acreditavam que seria possível utilizar o melhoramento genético para a adaptação da cultura da soja à região. Os trabalhos com a soja se intensificaram em 1975, permitindo a Embrapa a identificar, entre centenas de linhagens, após diversos testes, a linhagem Lo75-2760 para a região do Cerrado, o que propiciou a cultivar Doko.

Ainda o autor afirma que, após inúmeros testes em várias regiões do Cerrado e a participação de diversos pesquisadores de diferentes organizações, foi lançada a cultivar Doko, um genótipo ainda rústico, mas que se tornou o mais importante cultivar para a região tropical, visto que permitiu expansão para novas áreas, de forma econômica,

garantindo o retorno do capital investido, de forma rápida e segura, e causando poucos danos ao meio ambiente.

A Doko constituiu-se na inovação incremental necessária ao cultivo da soja na região do Cerrado, atendendo ao que o próprio Schumpeter (1982) definiu como um dos casos em que a inovação tecnológica acontece: a introdução de um novo processo. Pois inovação é o experimentar, o buscar, o desenvolver, segundo Carlsson & Stankiewicz (1991) e foi desse modo que os pesquisadores da Embrapa Soja vieram a estabelecer um novo paradigma para a agricultura brasileira.

Dado a grande estabilidade, adaptabilidade e rusticidade da cultivar Doko, iniciou-se, na região tropical (Cerrado) o processo em larga escala do cultivo da soja. Para Souza *et al.* (2007), a nova realidade abriu espaço para novas e raras cultivares produtivas e exigentes em fertilidade do solo. Essas novas variedades (como a FT-Cristalina, da empresa FT-Sementes) só podiam ser cultivadas em solos a partir do segundo e terceiro ano de cultivo, ou seja, apenas naquelas áreas onde a cultivar Doko já estava estabelecida, e como consequência, a fertilidade do solo já estava melhorada e corrigida para atender as necessidades dessas cultivares, do ponto de vista químico e biológico.

Para Souza *et al.* (2007), o principal fator que transformou o Cerrado numa região de destaque na produção de soja foi a obtenção de genótipos com longo período juvenil, como na Doko. Os genótipos floresceram em condições de dias curtos pelo menos após 45 a 50 dias da emergência, possibilitando, desse modo, mesmo em condições de fotoperíodo curto, o crescimento de grãos normais. Isso possibilitou que, na década de 1980, a Doko e a FT-Cristalina tornassem-se as cultivares mais plantadas na região do Cerrado, (se estendendo do Mato Grosso do Sul até o Maranhão), e, como consequência disso, no Brasil.

Seguindo esses resultados exitosos, a Embrapa, por meio de seus pesquisadores da cultura de soja, desenvolveu e/ou participou da criação de dezenas de cultivares. As inovações passam a ser inovações incrementais, aquelas que, segundo nos recorda Maculan (2002), acontecem quando a base tecnológica está madura, melhorando a eficiência da produção e qualidade dos produtos.

A empresa também desenvolveu as quatro primeiras cultivares transgênicas para a região tropical do Brasil (BRS Valiosa RR, BRS Baliza RR, BRS Silvânia RR e BRS Favorita RR). O “RR” indica a tolerância ao glifosato. Essas cultivares também foram desenvolvidas para que os produtores de soja não ficassem restritos às poucas cultivares transgênicas das empresas multinacionais. Na tabela abaixo é possível observar os principais cultivares de soja desenvolvidos pela Embrapa no período de 1976 a 2014.

TABELA 7 - PRINCIPAIS CULTIVARES DE SOJA CRIADOS PELA EMBRAPA E PRODUÇÃO MÉDIA DO BRASIL E DO CENTRO-OESTE - 1976-2014

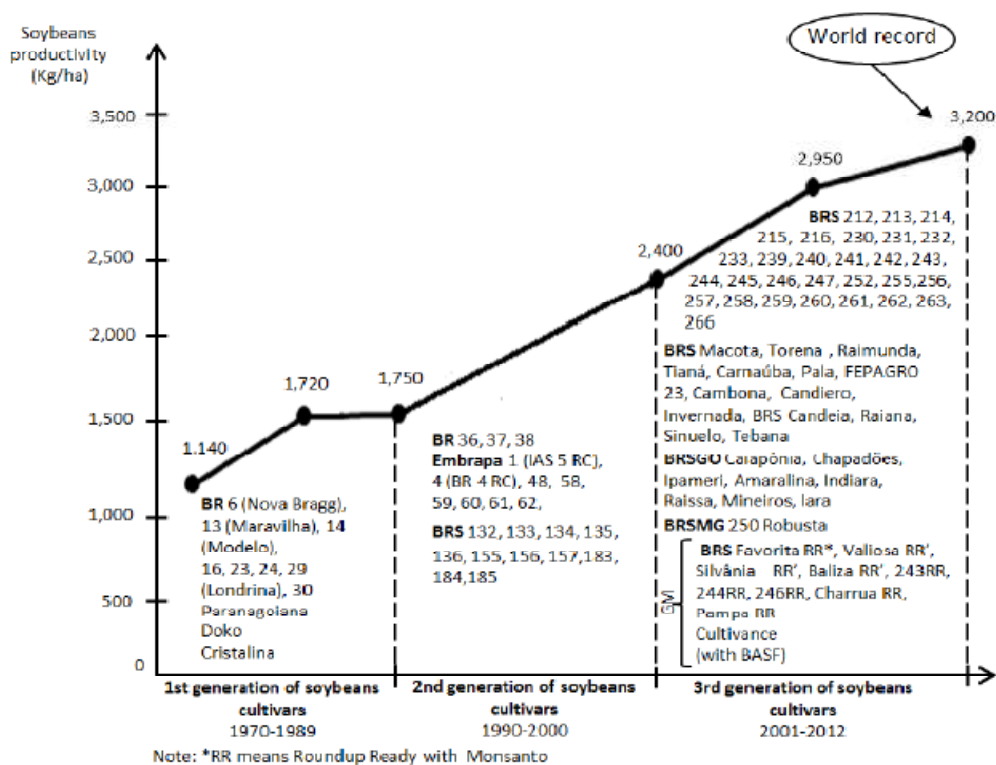
Período	Produção Média no Período			Principais Cultivares de Soja criados pela Embrapa no subperíodo
	Brasil (mil t)	Centro-Oeste* (mil t)	(%)	
1976 - 1989	15.418,25	3.835,59	24,88	Doko, Cristalina, Paranagolana, BR 6 (Nova Bragg), 13 (Maravilhosa), 14 (Modelo), 16, 23, 24, 29 (Londrina), 30.
1990 - 2000	26.514,08	10.950,55	41,30	BR 36, 37, 38. Embrapa 1 (IAS 5 RC), 4 (BR 4 RC), 48, 58, 59, 60, 61, 62. BRS 132, 133, 134, 135, 136, 155, 156, 157, 183, 184, 185, Jiripoca, Sambaíba. MG/BR 46 (Conquista). BRSMG 68 (Vencedora). BRS 212, 213, 214, 215, 216, 230, 231, 232, 233, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 252, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 266, 326, 361, 8381, 8480, 7580, 7980, 8580, 7980, 8381, 284, 283, 317. BRS Macota, Torena, Raimunda, Tianá, Raimunda, Carnaúba, Pala, FEPAGRO 23, Cambona, Candiero, Invernada, BRS Candeia, Raiana, Sinuelo, Tebana, Tracajá, Pérola. BRSGO Caiapônia, Chapadões, Ipameri, Amaralina, Indiara, Raiss, Mineiros, Iara, 7360, 7960.
2001 - 2014	64.288,06	31.021,34	48,25	BRSMG 250 Robusta, 752S, 790 A, 800 A, 810 C. Geneticamente Modificados (GM): BRS Favorita RR, Valiosa RR, Silvânia RR, Baliza RR, 243 RR, 244 RR, 246 RR, Charrua RR, Pampa RR, Tordilha RR, 9080 RR, BRSMG 760S RR, BRSMG 850 GRR, Cultivance (com BASF), BRS 8180 RR, BRS 8280 RR, BRS 359 RR, BRSGO 6959 RR, BRS 1001 IPRO, BRS 9180 IPRO.

FONTE: FIGUEIREDO (2014) E EMBRAPA CERRADOS, EMBRAPA PRODUTOS E MERCADO E EMBRAPA SOJA (2015)

Observando a tabela acima, apresentam-se as médias de produção de soja no Brasil e no Centro-Oeste, em mil toneladas, para o mesmo período. Observa-se que a produção média de soja no Brasil no período 1976-1989 em comparação com o período 2001-2014 mais que quadruplicou, passando de 15.418,25 mil toneladas para 64.288,06 mil toneladas. Quanto à produção média de soja do Centro-Oeste, no período de 1976 a 1989, ela era de apenas 3.835,59 mil toneladas, 24,88% da produção brasileira, e em comparação com o período 2001 a 2014, passa a ser de 31.021,34, oito vezes mais, significando 48,25% da produção brasileira no período. Observamos também o crescimento na variedade de cultivares de soja criados pela Embrapa nesse mesmo período, desde a pioneira cultivar Doko até as cultivares geneticamente modificadas.

Os novos cultivares desenvolvidos pela Embrapa demonstraram grande influência no aumento de produtividade da soja brasileira. A produtividade da soja praticamente triplicou desde a década de 1970. As pesquisas da Embrapa contribuíram para criar, além das cultivares tradicionais, organismos geneticamente modificados e adaptados à região do Cerrado. Esses cultivares propiciaram maior resistência a doenças e pragas e também a herbicidas, facilitando o controle de pragas e plantas daninhas, reduzindo também o custo de manejo da cultura da soja. O gráfico abaixo permite comparar a produtividade da cultura de soja no Brasil, em kg/hectare, com o desenvolvimento dos novos cultivares criados pela Embrapa.

GRÁFICO 9 - EVOLUÇÃO E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DOS NOVOS CULTIVARES DE SOJA DESENVOLVIDOS PELA EMBRAPA - 1970-2012



FONTE: FIGUEIREDO (2014)

É possível perceber uma relação direta entre o crescimento do número de cultivares e o aumento da produtividade da soja. Isso se deve a diversificação e a adaptabilidade dos cultivares as mais variadas condições climáticas e de solos existentes no Cerrado. Assim, as cultivares foram classificadas pela Embrapa Soja segundo sua *Maturidade Relativa* e por *Região Edafoclimática*. A classificação definida como Maturidade Relativa leva em conta a sensibilidade da soja ao fotoperíodo, ou seja, a adaptabilidade de cada cultivar varia conforme a latitude. Cada cultivar tem uma faixa limitada de adaptação em função de um grupo de maturidade. Já a classificação de cultivares por Região Edafoclimática considera a diversidade de ecossistemas, tipos de solo e clima (latitude e altitude). Baseadas nessas duas classificações, foram estabelecidas pela Embrapa Soja 5 Macrorregiões Sojícolas (MRs) e 20 Regiões Edafoclimáticas (RECs) para poder indicar conforme essas, o cultivar mais adequado a cada uma das regiões definidas. (EMBRAPA, 2015). Aqui está a evolução da situação inicial, onde só existia o cultivar Doko, para os demais cultivares especializados e

adaptados as diversas condições, dando continuidade às inovações incrementais, segundo a teoria neoschumpeteriana.

Outro aspecto importante foi que o Brasil optou pela proteção de cultivares, seguindo o padrão da ata da International Union for the Protection of New Varieties of Plants de 1978 (UPOV). A proteção de cultivares foi regulada pela Lei 9.456/1997, chamada de Lei de Proteção dos Cultivares (LPC), que introduziu uma política de proteção intelectual específica para a agricultura brasileira. De acordo com essa lei, dá-se por prazo determinado a proteção dos direitos relativos à propriedade intelectual referentes a cultivar. Diz o artigo 2º:

Art. 2º A proteção dos direitos relativos à propriedade intelectual referente a cultivar se efetua mediante a concessão de Certificado de Proteção de Cultivar, considerado bem móvel para todos os efeitos legais e única forma de proteção de cultivares e de direito que poderá obstar a livre utilização de plantas ou de suas partes de reprodução ou de multiplicação vegetativa, no País. (BRASIL, 1997, art. 2º).

A atuação da Embrapa após a vigência da lei tem se verificado pelo elevado número de certificados de proteção de cultivares, sendo que a empresa detém o maior número de cultivares protegidas no Brasil. Aqui novamente percebemos que a Embrapa, como firma baseada em ciência, segundo o conceito de Pavitt (1984) mantém sua liderança inovadora utilizando patentes e registros de cultivares.

Segundo Vieira Filho & Vieira (2013), com a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares, regularizou-se a apropriação de inovações, o que garantiu a propriedade intelectual sobre os cultivares, possibilitando cobrar o pagamento de *royalties* dos sementeiros nacionais pelo uso de sementes e taxas tecnológicas. As normas jurídicas propiciaram o aumento dos investimentos privados. Esses investimentos, de origem externa, foram utilizados, principalmente, para o desenvolvimento de novas cultivares, em mercados com o cultivo já estabelecido. No caso da soja, ela tornou-se o grande filão do mercado de sementes no Brasil, e o plantio de transgênicos foi priorizado. A geração de novas biotecnologias proporcionou, em parte, a entrada das transnacionais no mercado de variedades de soja, onde a semente é o principal vetor de aplicação.

O respeito aos direitos de propriedade intelectual proporcionou espaço para a constituição de parcerias entre instituições públicas e privadas, nacionais e estrangeiras.

Isso proporcionou uma mudança de cenário na pesquisa científica no Brasil. Ou seja, permitiu a possibilidade de se firmar novas parcerias de P&D e Inovação, o que a Embrapa tem realizado junto às empresas multinacionais, através de convênios e termos de cooperação em P&D, no caso particular da cultura da soja, no desenvolvimento de novas variedades transgênicas.

O desenvolvimento de variedades de plantas agrícolas mudou significativamente nesses 18 anos de vigência da LPC. No caso da soja, observa-se na tabela 8 o número acumulado de cultivares dessa cultura protegidas pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC).

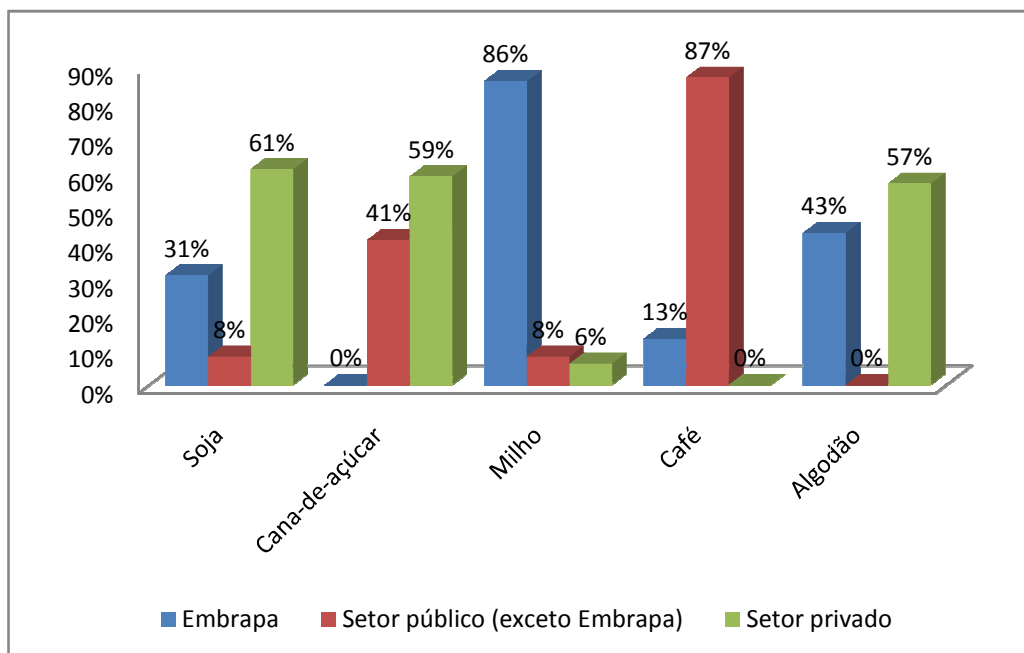
TABELA 8– NÚMERO ACUMULADO DE CULTIVARES PROTEGIDOS NO SNPC NO BRASIL – PERÍODO 1998-2002

Cultivar protegida	1998	2001	2004	2007	2010	2012		Participação da Embrapa no total de cultivares em 2012 (b/a)	% de cultivares em
						Total (a)	Embrapa (b)		
Soja	39	94	179	302	442	539	158	29,31	
Outros	12	115	278	509	875	1.169	257	21,98	
Total	51	209	457	811	1.317	1.708	415	24,30	

FONTE: VIEIRA FILHO & VIEIRA, (2013)

Em 1998 tinha-se apenas 39 cultivares de soja protegidas. Houve um crescimento nos anos posteriores e até 2012 contabilizaram-se mais 500 novos cultivares, perfazendo um total de 539 cultivares protegidos. Dessas últimas, 158 pertenciam a Embrapa, representando uma participação de 29,31% no total de cultivares de soja protegidas. Do total de 1.708 cultivares protegidas, 415 são da Embrapa, perfazendo quase um quarto (24,30%) do total de cultivares protegido no Brasil até 2012. Percebe-se daí que a inovação no setor tem sido contínua. Para isso foram fundamentais os mecanismos de proteção da propriedade intelectual, permitindo esse crescimento, e fortalecendo a institucionalidade da pesquisa pública e privada. No gráfico 10 abaixo, visualiza-se a participação da Embrapa, do setor público (excetuando a Embrapa) e do setor privado no número de cultivares protegidas pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. Percebe-se que há forte participação das instituições públicas na proteção do conhecimento.

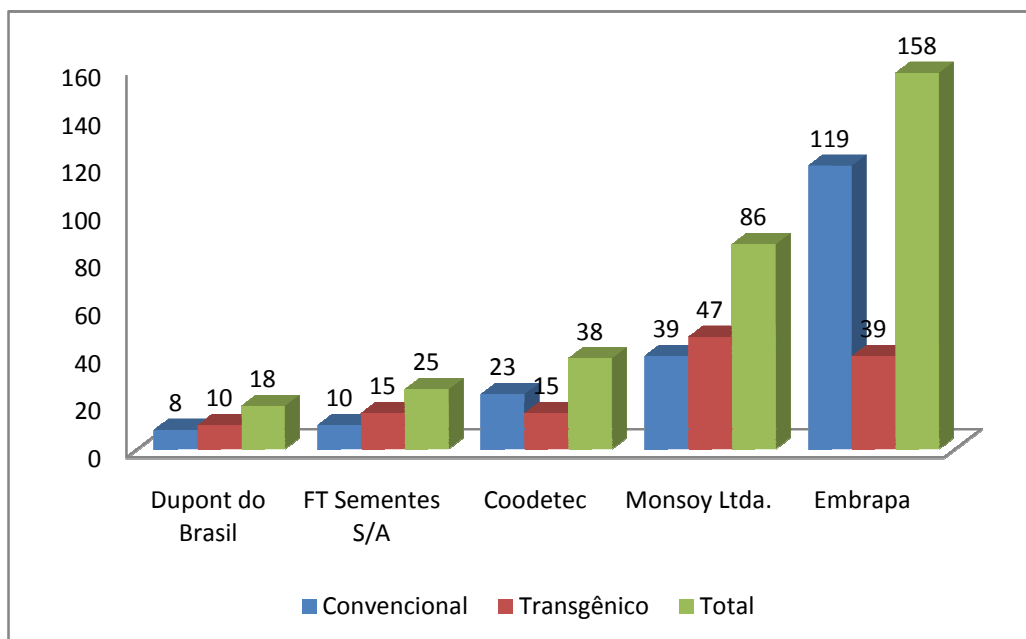
GRÁFICO 10 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DA EMBRAPA, DE OUTROS SETORES PÚBLICOS E DO SETOR PRIVADO NO NÚMERO DE CULTIVARES PROTEGIDAS NO SNPC – 1998-2012



FONTE: VIEIRA FILHO & VIEIRA, (2013)

Na soja, a participação do setor público na proteção do conhecimento é de 39% (Embrapa mais outras instituições); na cana-de-açúcar, de 41%, no algodão, de 43%, no milho, de 94%; e no café, de 100%. Já a concentração das instituições privadas acontece onde existem mercados para os transgênicos. Ainda, segundo Vieira Filho & Vieira (2013, p. 273), houve, no período 1998-2012, um expressivo aumento na proteção de cultivares por parte das empresas transnacionais. No que tange a cultivar de soja, houve crescimento de parcerias entre empresas, tanto públicas e privadas quanto nacionais e multinacionais. Também é preciso mencionar que o número de empresas com cultivares protegidos aumentou no decorrer do período. Na década de 1980 o cultivar de soja era realizado pela Embrapa, destacando-se também a FT Sementes. Em 2012, as empresas já apresentavam programas específicos de melhoramento e passavam a disputar com mais força o mercado. O gráfico 11 abaixo mostra as cinco maiores empresas detentoras de cultivares protegidos de soja para o período 1998 a 2012.

GRÁFICO 11 – NÚMERO DE CULTIVARES PROTEGIDAS DE SOJA – CONVENCIONAIS E TRANSGÊNICAS – PELAS PRINCIPAIS EMPRESAS DETENTORAS – 1998-2012



FONTE: VIEIRA FILHO & VIEIRA, (2013)

Observando o gráfico acima, para o período de 1998 a 2012, é possível perceber a tendência das cinco principais empresas privadas para o desenvolvimento de cultivares de soja transgênicos. Juntas, as cinco empresas privadas desenvolveram 87 cultivares transgênicos. A Embrapa apresentou-se como líder no desenvolvimento de cultivares convencionais (119) e em número total (158) de cultivares de soja, dentro do período em questão. Já as multinacionais juntas apresentaram 80 cultivares convencionais, de um total de 167 cultivares por elas desenvolvidas no referido período.

A Embrapa ainda tem limitado suas pesquisas ao desenvolvimento de cultivares de forma convencional, aproveitando a trajetória tecnológica exitosa que teve até o momento. Porém, progressivamente vem aumentando o desenvolvimento de cultivares transgênicos, em pesquisas próprias ou com parceiros privados (BASF, por exemplo), com o propósito de conquistar maior espaço no mercado e não ficar defasada nessa nova tecnologia.

5.6 – CONCLUSÕES PARCIAIS

A despeito de outros fatores importantes na ocupação do cerrado, como o crédito e o estímulo estatal, a Embrapa desenvolveu o melhoramento genético como uma *inovação incremental*, que cria um novo processo: o de adaptar a soja às condições climáticas do Cerrado, o que possibilitou a expansão da cultura nesse bioma e também de outras culturas (como o trigo, por exemplo).

O melhoramento genético permitiu o aumento da produtividade da cultura soja no Cerrado. Foi a inovação-chave para o avanço tecnológico dessa cultura e criou um *novo paradigma tecnológico*. Há uma relação direta entre o desenvolvimento de novos cultivares e o aumento da produtividade, pois na medida em que houveram o desenvolvimento dessas *inovações incrementais*, adaptando-as cada vez mais aos solos e subclimas do cerrado, mais foi possível produzir por hectare. Dessa forma, a Embrapa se especializou no processo de *aprendizado tecnológico* chamado *learning-by-researching*: quanto mais pesquisava, mais aprendia sobre o objeto de seu estudo (a soja), acumulando conhecimento e capacidades e também aumentando a própria capacidade de aprender (*learning-by-learning*). Como os evolucionistas apontam: a firma não pode ser um local separado do conceito de aprendizagem, são organizações que aprendem e desenvolvem rotinas.

Assim, ao desenvolver um novo *paradigma tecnológico*, a Embrapa definiu também a *trajetória tecnológica*, (definida enquanto um agrupamento de possíveis direções tecnológicas), que adotou no caso da soja para expandir essa cultura em direção ao Cerrado. A empresa fez uma forte seleção de suas atividades inovativas, focalizou seus esforços em pesquisa em direções precisas e cumulativas, adquirindo a capacitação necessária para solucionar esse problema.

A Embrapa articulou uma rede de instituições públicas e privadas. Essa rede possibilitou a interação entre essas instituições, permitindo que elas difundissem novas tecnologias entre si e para a sociedade. Essas organizações também são os atores componentes do sistema setorial de inovação na agricultura, que no caso específico da soja, envolveram associações estaduais de pesquisa, universidades e produtores ligados a essa cultura agrícola. A sinergia gerada possibilitou um rápido desenvolvimento de

inovações incrementais, em um processo contínuo e crescente, evolutivo, de novos cultivares de soja adaptados ao Cerrado.

6 – CONCLUSÕES GERAIS

A Embrapa, criada no contexto da Revolução Verde, na década de 1970, inicialmente como difusora das tecnologias trazidas por esse pacote tecnológico, logo passa a desenvolver tecnologias próprias adaptadas à realidade e necessidade dos produtores agrícolas nacionais. A empresa articulou e passou a coordenar uma rede de outros organismos estaduais de pesquisa, universidades e fundações privadas, em um sistema setorial de inovação agrícola, o que se tornou essencial para pesquisas em rede e para o desenvolvimento de inovações tecnológicas para a agricultura.

A empresa trouxe soluções que fizeram avançar a agricultura no Cerrado, através da cultura da soja, e mudaram o paradigma tecnológico dessa cultura no Brasil e no mundo. As inovações realizadas tornaram a Embrapa uma referência mundial em agricultura tropical. Ela também foi pioneira em desenvolver tecnologias de manejo, correção e fertilização dos solos do Cerrado, considerados impróprios para agricultura.

Mas foi ao inovar a cultura da soja com o desenvolvimento de cultivares adaptadas a latitudes curtas que a Embrapa permitiu um salto tecnológico na cultura da soja e na agricultura brasileira. A empresa está relacionada à expansão para o Cerrado, o aumento da produção, da área plantada e da produtividade da soja brasileira, com números que tornam o Brasil o segundo maior produtor de soja do mundo e o primeiro em produtividade (kg/hectare). A inovação realizada pela empresa não se limitou a um cultivar (*inovação incremental*), obtido através do melhoramento genético, mas ao constante aprimoramento de novos cultivares, que em 2015 passam de 300.

Quando essa inovação permitiu o cultivo da soja em clima tropical, nos solos do Cerrado, a Embrapa também promoveu uma mudança de *paradigma tecnológico*, que ocorreu quando deu solução aos problemas técnico-econômicos selecionados (não apenas ao desenvolvimento de novos cultivares, mas ao desenvolvimento de diversas tecnologias de manejo ao longo dos anos, tais como a implantação do Plantio Direto, a Inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e o Manejo Integrado de Pragas). A Embrapa também instituiu uma *trajetória tecnológica*, pois uma mudança no paradigma geralmente implica numa mudança das trajetórias.

A empresa também atendeu ao conceito de *aprendizado tecnológico*, definido pela teoria evolucionária como um processo no qual o agente (Embrapa) acumula habilidades e conhecimento, e cujo resultado fundamental é um aperfeiçoamento contínuo da tecnologia, com consequentes ganhos de desempenho. Foi o que aconteceu e acontece com o desenvolvimento contínuo de novos cultivares (*inovações incrementais*), convencionais ou transgênicos, criados por essa empresa pública. Há de se mencionar também que os cultivares criados pela Embrapa para a cultura da soja ao mesmo tempo em que possuem variada diversidade, atendem às múltiplas especificidades do solo e clima brasileiros. Para cada região definida, há um cultivar adequado.

O melhoramento genético permitiu o aumento da produtividade da cultura soja no Cerrado. Na medida em que houve o desenvolvimento dessas *inovações incrementais*, adaptando-as cada vez mais aos solos e subclimas do cerrado, maior foi a produtividade por hectare. Assim, a Embrapa se especializou no processo de *aprendizado tecnológico* chamado *learning-by-researching*: quanto mais pesquisava, tanto mais aprendia sobre a soja, acumulando conhecimento e capacidades e também aumentando a própria capacidade de aprender (*learning-by-learning*). A firma é uma organização que aprende e desenvolve rotinas.

O resultado prático da inovação se reflete por seus benefícios, medidos pelos números obtidos na sojicultura brasileira, em especial na região do Cerrado. Só no Centro-Oeste, onde se localiza grande parte do Cerrado brasileiro, a área plantada com soja cresceu mais de 3.579% da safra de 1976/77 para a safra de 2013/14. A produção de soja na região passou de 540 mil toneladas na safra de 1976/77 para 41,8 milhões de toneladas na safra de 2013/14, um aumento de mais de 7.640%. E a produtividade, na safra de 1976/77 obteve 1.429 kg/hectare enquanto que a da safra de 2013/14 foi de 3.005 kg/hectare, um aumento de 110,36%.

Importante dizer que a Embrapa, principal responsável tecnológica pela conquista do Cerrado pela agricultura brasileira (depois da soja, ampliou-se no bioma o cultivo de outras culturas, tais como milho, arroz, sorgo, etc.), é uma empresa pública, e que detém o maior número de cultivares de soja protegidas pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (ano de 2015), bem como percentuais consideráveis de outras

culturas. Também junto ao INPI, a empresa tem ampla carteira de processos de proteção intelectual. Como *firma baseada em ciência*, a Embrapa combina métodos de regulamentação da propriedade intelectual para manter seu dinamismo e liderança junto ao mercado e a sociedade.

Fazemos aqui também o reconhecimento dos limites desse trabalho no que tange a abordagem tanto nas questões metodológicas, quanto na questão do foco em apenas uma cultura, a da soja, não levando em conta outras que também contribuíram para a conquista e expansão da agricultura para o cerrado, caso do milho, por exemplo.

Respondendo a pergunta inicial dessa dissertação, concluímos que a Embrapa teve um papel central para a conquista do bioma Cerrado pela sojicultura brasileira. Sem a Embrapa, seu orçamento de PD&I, seu corpo de pesquisadores e técnicos altamente qualificados, sua capacidade em realizar parcerias com outros órgãos de pesquisa, privados e públicos, formando redes, essa conquista poderia ter demorado mais tempo e ter sido em menor escala.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, R. C. **Abrindo o pacote tecnológico: Estado e Pesquisa agropecuária no Brasil.** São Paulo: Pólis, Brasília: CNPq, 1986. p. 57-138.

ALBUQUERQUE, A. C. S. e SILVA, A. G. da. (ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

ALBUQUERQUE, E. M. Apresentação. **Revista Brasileira de Inovação**, vol. 3, n. 1, jan.-jun., 2004.

ALVES, E. R de A. *et al.* **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 2013.

ALVES, E. R de A. *et al.* Fatos marcantes da agricultura brasileira. In: ALVES, E. R de A. *et al.* **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 2013.

BANCO MUNDIAL. **Enhancing Agricultural Innovation: How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems.** Washington DC, World Bank, 2006. 135p.

BARRETO, R. C. S. e ALMEIDA, E. S. A contribuição de P&D agropecuário para convergência e crescimento da renda agropecuária no Brasil. **XLVI da Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Rio Branco – AC, 2008.

BEAULIEU, C. M. G. **Dos sistemas nacionais de pesquisa agrícola aos sistemas nacionais de inovação agrícola: a inserção dos institutos nacionais de pesquisa agropecuária.** Campinas, SP, 2013. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

BERGEK, A.; JACOBSSON, S.; CARLSSON, B.; LINDMARK, S.; RICKNE, A. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. **Research Policy**, (37), 3, 407-429, 2008.

BRASIL. **Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997**. Institui a Lei de Proteção de Cultivares. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9456.htm>. Acesso em 06 de junho de 2015.

BRASIL. **Decreto n. 7.766, de 25 de junho de 2012** - Aprova o Estatuto da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2012/Decreto/D7766.htm> Acesso em: 14 mar. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2014/15 a 2024/25**. Brasília, julho de 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arg_editor/PROJECOES_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf>. Acesso em: 04 out. 2015.

BRESCHI, S.; MALERBA, F. Sectoral Innovation Systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: EDQUIST, C (Ed.). **Systems of innovation – Technologies, Institutions and Organizations**. London and Washington: Pinter, p.130-156, 1997.

BRUM, Argemiro J. A. **Modernização da Agricultura: trigo e soja**. Petrópolis: Vozes; Ijuí: FIDENE, p. 31- 89, UFU, 1988.

BUAINAIN, A. M. **Trajatória recente da política agrícola brasileira**. 1999. 326 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade de Campinas, Campinas.

BUAINAIN, A. M. e GARCIA, J. R. Evolução recente do agronegócio no cerrado nordestino. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, vol. 23, n. 1, 2015. p. 166-195.

CABRAL, J. I. **Sol da Manhã: memória da Embrapa**. Brasília: UNESCO, 2005.

CAMPOS, M. C. Modernização da agricultura, expansão da soja no Brasil e as transformações socioespaciais no Paraná. **Revista Geografar**, Curitiba, v.6, n.1, p.161-191, jun. 2011.

CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. **J. Evol. Econ.** (1991) 1:93-118, 1991.

CHRISTOFIDIS, D. **Água na produção de alimentos**: o papel da irrigação no alcance do desenvolvimento sustentável. Brasília: Universidade de Brasília, 2005. 29 p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>, Acesso em 15 de maio de 2015.

CORONEL, D. A.; ALVES, F. D.; e SANTOS, N. P. dos. A competitividade da produção de soja no Mato Grosso do Sul e na região de Ponta Porã: uma abordagem através das vantagens comparativas. **XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Londrina, 2007.

DALLA COSTA, A. J. & ORTIZ NETO, J. B. A Petrobrás e a exploração de petróleo *offshore* no Brasil: um approach evolucionário. **Revista Brasileira de Economia**. Rio de Janeiro, v. 61, n. 1, p. 95–109, Jan.-Mar. 2007.

DENARDIN, J. E. *et al.* Sistema plantio direto: fator de potencialidade da agricultura brasileira. In: ALBUQUERQUE, A. C. S. e SILVA, A. G. da. (ed.). **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

DOSI, G. (1982) Technological paradigms and technological trajectories. **Revista Brasileira de Inovação**, Vol. 5, No 1, Jan. / Jun. 2006.

_____. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of Economic Literature**, Vol. 26, No. 3, Sep, p.1120-1171, 1988a.

_____. **Mudança Técnica e Transformação Industrial**: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas, Ed. da UNICAMP, 2006.

_____. The nature of the innovative process. In: Dosi G. *et al.* (eds) **Technical change and economic theory**. Pinter Publishers, London, 1988b.

EKBOIR, J. M. Research and technology policies in innovation systems: zero tillage in Brazil. **Research Policy**, n. 32, p. 573–586, 2003.

EMBRAPA. **Pesquisa agropecuária e qualidade de vida**: a história da Embrapa. Brasília, DF; Embrapa, 2002.

EMBRAPA. **História da Embrapa.** Disponível em: <<http://hotsites.sct.embrapa.br/pme/historia-da-embrapa>> Acesso em: 14 mar. 2015.

EMBRAPA. **Quem somos.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/quem-somos>> Acesso em: 14 mar. 2015.

EMBRAPA. **Organograma.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/organograma>> Acesso em: 14 mar. 2015.

EMBRAPA. **Missão, visão e valores.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/missao-visao-e-valores>> Acesso em: 14 mar. 2015.

EMBRAPA. **Macroprogramas.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pesquisa-e-desenvolvimento/macroprogramas>> Acesso em: 14 mar. 2015.

EMBRAPA. **Arranjos.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pesquisa-e-desenvolvimento/arranjos>> Acesso em: 14 mar. 2015.

EMBRAPA. **Portfólios.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pesquisa-e-desenvolvimento/portfolios>> Acesso em: 14 mar. 2015.

EMBRAPA. **Projetos.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/projetos>> Acesso em: 14 mar. 2015.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 2:** Síntese do Relatório de Atividades 1974, Brasília, Abril, 1975.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 3:** Síntese do Relatório de Atividades 1975, Brasília, Abril, 1976.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 4:** Síntese do Relatório de Atividades 1976, Brasília, Abril, 1977.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 5:** Síntese do Relatório de Atividades 1977, Brasília, Abril, 1978.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 6:** Síntese do Relatório de Atividades 1978, Brasília, Abril, 1979.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 7:** Síntese do Relatório de Atividades 1979, Brasília, Abril, 1980.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 8:** Síntese do Relatório de Atividades 1980, Brasília, 1980.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 9:** Síntese do Relatório de Atividades 1981, Brasília, 1982.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 10:** Síntese do Relatório de Atividades 1982, Brasília, 1983.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 11:** Síntese do Relatório de Atividades 1983, Brasília, 1984.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 12:** Síntese do Relatório de Atividades 1979-1984, Brasília, 1985.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 17:** Síntese do Relatório de Atividades 1990, Brasília, Abril, 1990.

EMBRAPA. **Embrapa Ano 20:** Síntese do Relatório de Atividades 1993, Brasília, Abril, 1993.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2003.** Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2004.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2004.** Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2005.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2005.** Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2006.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2006.** Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2007.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2007**. Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2008.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2008**. Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2009.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2009**. Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2010.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2010**. Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2011.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2011**. Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2012

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2012**. Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão Embrapa 2013**. Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Cultivares para o Cerrado**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/cerrados/cultivares-para-o-cerrado>>. Acesso em 06 de junho de 2015.

EMBRAPA. Embrapa Produtos e Mercado. **Cultivares de Soja da Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/produtos-e-mercado/soja>>. Acesso em 06 de junho de 2015.

EMBRAPA. Embrapa Soja. **Cultivares de Soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/cultivares1>>. Acesso em 06 de junho de 2015.

EMBRAPA. **Embrapa em números**. Embrapa, Secretaria de Comunicação, Brasília, DF: Embrapa, 2015.

FALEIRO, F. G. e SOUSA, E. S. (Eds.) **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para o Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007.

FARIA, L. G. D. **A coevolução dos elementos do Sistema Setorial de Inovação do setor automotivo**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. Disponível em: <<http://www.download-de-livros-gratis.com/products/livros-de-economia-a-coevolucao-dos-elementos-do-sistema-setorial-de-inovacao-do-setor-automotivo/>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

FIGUEIREDO, P. N. Como a EMBRAPA catalisou os ganhos de produtividade nas Indústrias de Soja e Pasta & Papel. **IRIBA Brief**, n.03, Julho, 2014a.

_____. Technological Catch-up and Indigenous Institutional Infrastructures in Latecomer Natural Resource-related Industries: An Exploration of the Role of EMBRAPA in Brazil's Soybean and Forestry-based Pulp and Paper Industries. **IRIBA Working Paper**: 03, July, 2014b.

FRANCO, J. B. S. O papel da Embrapa nas transformações do Cerrado. **Caminhos de Geografia**, 2(3) 31-40, mar/ 2001.

FREDERICO, S. **O novo tempo do Cerrado: expansão dos fronts agrícolas e controle do sistema de armazenamento de grãos**. 2008. 273 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A Economia da inovação industrial**. Campinas. Ed. da UNICAMP, 2008.

GARCIA, J. R. Política Agrícola: avanços e retrocessos ao longo de uma trajetória positiva. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. BUAINAIN, A. M. *et. al.* – Brasília, DF: Embrapa, 2014.

GELINSKI JÚNIOR, E. **Inserção do Estado de Santa Catarina no sistema setorial de inovação avícola**. Curitiba, 2015. 276 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Setor de Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

GÓMEZ M. J. R. **Desenvolvimento em (des)construção: narrativas escalares sobre o desenvolvimento territorial rural**. 2006. 434 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, 2006.

GRAZIANO DA SILVA, J. Do complexo rural aos complexos agroindustriais. In: ____
A nova dinâmica da agricultura brasileira. Campinas: UNICAMP /IE, 1996. p. 1-40.

INPI. **Instituições de pesquisa não acadêmica brasileiras**: utilização do sistema de patentes de 1990 a 2007. Rio de Janeiro, Abril, 2011.

INPI, Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/portal/artigo/guia_basico_de_marcas>. Acesso em 13/05/2015.

INPI, Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/portal/artigo/guia_basico_patentes>, Acesso em 13/05/2015.

KIIHL, R. A. S. e CALVO, E. S. A soja no Brasil: mais de 100 anos de história, quatro décadas de sucesso. In: ALBUQUERQUE, A. C. S. e SILVA, A. G. da. (ed.). **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

LEONELLI, F. C. V. A inovação tecnológica na sociedade do conhecimento e o papel social da Embrapa no desenvolvimento regional, **Revista de Estudos Sociais** - ano 12, n. 23, v. 1, 2010.

LOPES, I. V.; LOPES, M. R. e RIBEIRO, F. C. Da substituição de importações à agricultura moderna. **Conjuntura econômica**. V. 61, n. 11, p. 56-66, 2007.

LUNDEVALL, B. A. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. *et. al.* (eds.) **Technical Change and Economic Theory**. Londres: Printer Publishers; Nova York: Columbia University Press, 1988.

MACULAN, A. M. Tecnologia, Conhecimento e Gestão Das Inovações. **Nota Didática** ITOI/PEP/COPPE/UFRJ, 2002.

MALERBA, F. Sectorial systems. How and why innovation differs across sector. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.C.; Nelson, R. In: **The Oxford book of innovation**. Oxford, University Press. 2006. Cap. 14. p. 380- 406.

_____. Sectoral systems of innovation and production. TSER ESSY Project (Sectoral systems in Europe: innovation, competitiveness and growth) – In: **DRUID Conference on National Innovation Systems, Industrial Dynamics and Innovation Policy Rebuild**, June 9-12, 1999. Disponível em: <http://www.druid.dk/uploads/tx_picturedb/ds1999-69.pdf>. Acesso em: 12.abr.2015.

MAPA. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/protecao-cultivares/cultivares-protegidas>>, Acesso em 13/05/2015.

MATOS, P. F. & PESSÔA, V. L. S. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Geo UERJ** - Ano 13, n. 22, v. 2, 2º semestre de 2011, p. 290-322.

MELO, M. R. S. *et. al.* Expansão do cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Cerrado brasileiro, por meio de séries temporais de dados MODIS. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

MELO, W. F. **Inovação tecnológica na agricultura**: condicionantes da dinâmica da tecnologia “alho-semente livre de vírus” nas regiões de Cristópolis e Boninal, na Bahia. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MICHEL, M. H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

OCDE. **Manual de Oslo**: Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3 ed. Brasília: OCDE / FINEP, 2005.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, 13, (1984), 343-373.

PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T.(Org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006.

PENROSE, E. **Teoria do crescimento da firma**. Campinas: Unicamp, 2006.

PESSÔA, V. L. S. **Ação do Estado e as transformações agrárias no Cerrado das zonas de Paracatu e Alto Paranaíba (MG)**. Tese (Doutorado em Organização do Espaço). IGCE/UNESP, Rio Claro, 1988. 239p.

PUTNAM, R. D. **Comunidade e democracia**: a experiência da Itália moderna. 2 ed. Rio de Janeiro, Editora FGV, 2000.

QUEIROZ, S. Aprendizado tecnológico. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006. p. 193-211.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. *et al.* **Novos ângulos da história da agricultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

REZENDE, G. C. de. **Ocupação agrícola e estrutura agrária no cerrado**: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia. Brasília, IPEA, 2002.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa-preta**: tecnologia e economia. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2006.

SALLES-FILHO, S. L. M. (org.). **Ciência, tecnologia e inovação**: a reorganização da pesquisa pública no Brasil. Campinas: Editora Komedi, 2000.

SALLES-FILHO, S. L. M.; GIANONI, C.; MENDES, P. **Guía metodológica para el diagnóstico de Sistemas Nacionales de Innovación Agroalimentaria en América Latina y el Caribe**. Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad, Dirección de Cooperación Técnica, IICA. Abril, 2012.

SANO, E. E. *et al.* Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.153-156, jan. 2008.

SANTOS, J. A. M. dos. O processo de inovação tecnológica na Embrapa e na Embrapa Agrobiologia: desafios e perspectivas. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.17, n.4, p.175-194, out./dez. 2012.

SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**. São Paulo: Editora Hucitec, 1994.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Abril, 1982.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, J. G. da. O Progresso Técnico na Agricultura. **Cad. Dif. Tecnol.**, Brasília, 7 (1/3): 13-46, jan./dez. 1990.

SOUZA, P. I. M. *et al.* A conquista do Cerrado pela soja. In: FALEIRO, F. G. e SOUSA, E. S. (eds.) **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para o Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007.

VIEIRA FILHO, J. E. R. e VIEIRA, A. C. P. Propriedade intelectual na agricultura brasileira: da pesquisa à proteção de cultivares. In: ALVES, E. R de A. *et al.* **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

ZAMBERLAN, C. O.; SONAGLIO, C. M.; e ZAMBERLAN, J. F. Pesquisa, Inovação e Aprendizagem: a expansão da soja nos cerrados e a contribuição da Embrapa. **47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Porto Alegre, 2009.