



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEONARDO TULLIO  
(ORGANIZADOR)

Atena  
Editora  
Ano 2022



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEONARDO TULLIO  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

*Open access publication* by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Leonardo Tullio

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias /  
Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR:  
Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0158-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.582221804>

1. Ciências agrárias. I. Tullio, Leonardo (Organizador).

II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A obra “Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias” aborda em seu primeiro Volume uma apresentação de 18 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para o meio agrícola.

O objetivo central dessa obra foi apresentar estudo desenvolvidos em instituições de ensino e pesquisa. Temas diversos são discutidos com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, professores e pesquisadores ou aqueles que de alguma forma se interessam pela área das ciências agrárias. Possuir material que apresente resultados de diversas regiões do país, bem como apresentar direcionamentos para o futuro da pesquisa fazem desta obra um material repleto de inovações.

Pesquisar e observar resultados indicam possibilidades de ampliar conhecimento em diversas áreas, sendo esse, a descoberta de novos horizontes. Na área das ciências agrárias diversas são as possibilidades para conhecer as interações entre plantas, solo, atmosfera e mudanças ambientais, mas como os processos são dinâmicos e a interação constante, os resultados divergem. Aplicar técnicas de semeadura, adubação, ou outras, trazem resultados aplicados muito úteis para a sociedade.

Difundir conhecimento para a sociedade faz-se necessário, pois ciência aplicada e de qualidade apontam caminhos positivos em prol do desenvolvimento sustentável e harmônico entre seres. Assim, necessitamos constantemente nos reciclar e aprofundar em conhecimento técnico em nossa área de atuação.

Por fim, espero que esta obra atenda a demanda por conhecimento técnico de qualidade e que novas pesquisas a utilize como forma de direcionamentos futuros.

Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

INOVAÇÃO NO SETOR AGRÍCOLA: CONCEITOS, EVOLUÇÃO DOS MODELOS E UMA VISÃO DO SISTEMA DE PESQUISA E INOVAÇÃO NO BRASIL

Maria Clotilde Meirelles Ribeiro

Amilcar Baiardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218041>

### **CAPÍTULO 2..... 26**

CRIANDO SINERGIAS ENTRE PAISAGISMO E AGROECOLOGIA: O USO DE PLANTAS NATIVAS DO CERRADO EM JARDINS

Mariana de Melo Siqueira

Bárbara Silva Pachêco

Willian Jeferson Nascimento

Paula Lucio de Lima Santos

Viviane Evangelista dos Santos Abreu

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218042>

### **CAPÍTULO 3..... 40**

APLICAÇÕES DA METAGENÔMICA NA AVALIAÇÃO DA MICROBIOTA FLORESTAL BRASILEIRA

Rodrigo Matheus Pereira

Francine Amaral Piubeli

Maricy Raquel Lindenbah Bonfa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218043>

### **CAPÍTULO 4..... 48**

ASPECTOS AGRONÔMICOS E CITOGENÉTICOS NO MELHORAMENTO DE VINCA RÓSEA *Catharanthus roseus* (L.) G. Don VISANDO AUMENTO NA PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Vivian Torres Bandeira Tupper

Jussié Gonçalves de Souza Neto

Josiéle Botelho Rodrigues

Lorena Teixeira de Almeida

Ricardo Oliveira Rosa

Sheila da Silva Nunes

Fernanda Zupo Rocha

Thomáz Jácome Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218044>

### **CAPÍTULO 5..... 58**

ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS JOVENS DE ABÓBORA EM CAPITÃO POÇO – PA

Tayssa Menezes Franco

José Darlon Nascimento Alves

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218045>

**CAPÍTULO 6..... 64**

EFEITO DE BIOESTIMULANTE DE SOLO NA NUTRIÇÃO E NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA E TRIGO

João Victor de Mattos

Eduardo Fávero Caires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218046>

**CAPÍTULO 7..... 82**

ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGENS SOB DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIDADE DO SOLO

Vinicius Gabriani Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218047>

**CAPÍTULO 8..... 100**

A INFLUÊNCIA DO ALHO PORÓ (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*) NO CONTROLE DE PRATINHO NO REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Wallace de Oliveira Paes

Manuela Nobrega Dourado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218048>

**CAPÍTULO 9..... 113**

CAPTURE EM MASSA DE *Bactrocera oleae* NO SUL DE PORTUGAL

Maria Albertina Gonçalves

José Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218049>

**CAPÍTULO 10..... 122**

ANÁLISE ENERGÉTICA DE UM CULTIVADOR-ADUBADOR PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA

Leonardo Estevão da Silva

Otávio Estevão da Silva

Cristiano Márcio Alves de Souza

Leidy Zulys Leyva Rafull

Sálvio Napoleão Soares Arcoverde

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180410>

**CAPÍTULO 11..... 128**

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E AVALIAÇÃO ENZIMÁTICA DE DUAS CULTIVARES DE SOJA SOB DÉFICIT HÍDRICO

Wellington Silva Gomes

Samy Pimenta

Larissa Souza Amaral

Adriano Pinheiro de Souza Leal

Allynson Takehiro Fujita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180411>

**CAPÍTULO 12..... 139**

ASPECTOS AGRONÔMICOS EM HÍBRIDOS DE MILHO SUBMETIDOS AO TRATAMENTO DE SEMENTES COM NANOPARTÍCULAS DE COBRE

Nédio Luiz Verdi

Cristiano Reschke Lajus

Caroline Olias

Aline Vanessa Sauer

Gean Lopes da Luz

Franciele Dalcaton

Luciano Luiz Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180412>

**CAPÍTULO 13..... 155**

AVALIAÇÃO DE COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE SOJA SUBMETIDA A INOCULAÇÃO MISTA VIA APLICAÇÃO DE INOCULANTE CONTENDO *Bradyrhizobium* E *Azospirillum*

Ivana Marino Bárbaro-Torneli

Elaine Cristine Piffer Gonçalves

José Antonio Alberto da Silva

Anita Schmidek

Fernando Bergantini Miguel

Marcelo Henrique de Faria

Regina Kitagawa Grizotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180413>

**CAPÍTULO 14..... 168**

COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NA FEIRA MUNICIPAL DAS VERDURAS, TABATINGA- AMAZONAS- BRASIL

Itaciara Viviane Bitencourt Ramos

Antonia Ivanilce Castro da Silva

Diones Lima de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180414>

**CAPÍTULO 15..... 183**

CRESCIMENTO DA PIMENTEIRA DE CHEIRO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES ORGÂNICAS E MINERAIS EM CAPITÃO POÇO-PA

Jairo Neves da Silva

Thiago Caio Moura Oliveira

José Darlon Nascimento Alves

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

Michel Sauma Filho

João Vitor Silva e Silva

Priscila Martins da Silva

Ana Paula da Silva Vieira

Rebeca Monteiro Galvão

Magda do Nascimento Farias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180415>

**CAPÍTULO 16..... 194**

DIVERSIDADE DE COCCINELÍDEOS PREDADORES EM ROMÃZEIRA

Maria Albertina Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180416>

**CAPÍTULO 17..... 201**

GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN CON ORGANIZACIONES RURALES DE GUATEMALA

Roberto Rendón-Medel

Bey Jamelyd López-Torres

Jeimy Elizabeth Figueroa-Morales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180417>

**CAPÍTULO 18..... 221**

BASES INDEXADORAS E ÍNDICES BIBLIOMÉTRICOS EM PERIÓDICOS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Carlos Henrique Lima de Matos

Reila Ferreira dos Santos

Greguy Looban Cavalcante de Lima

Ana Karyne Pereira Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180418>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 231**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 232**

# CAPÍTULO 1

## INOVAÇÃO NO SETOR AGRÍCOLA: CONCEITOS, EVOLUÇÃO DOS MODELOS E UMA VISÃO DO SISTEMA DE PESQUISA E INOVAÇÃO NO BRASIL

*Data de aceite: 01/04/2022*

### **Maria Clotilde Meirelles Ribeiro**

Professora Adjunta da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) da Graduação e da Pós Graduação, junto aos Programas de Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido e de Administração Pública

### **Amilcar Baiardi**

Professor Titular da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Professor da Pós Graduação da Universidade Católica do Salvador(UCSAL), atuando no Programa Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social (UCSAL)

**RESUMO:** Este artigo decorre de pesquisa bibliográfica na temática de inovação dirigida para a agricultura, realizando ampla revisão de literatura junto a relevantes autores dos campos envolvidos. Inicia conceituando a inovação e destacando sua centralidade para o desenvolvimento da economia de mercado, bem como seu papel diferenciador da competitividade. Em continuação, aborda o processo inovativo na agricultura, incluindo sua dimensão histórica e sublinhando sua complexidade e peculiaridades vis a vis outros setores. Na sequência, apresenta a trajetória de adoção do progresso técnico na agricultura e a evolução dos modelos de inovação no setor. Em adição, os autores propõem uma visão diagramática do sistema brasileiro de pesquisa / inovação agropecuária

e suas conexões nacionais e internacionais, constatando que, apesar da inequívoca centralidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) na coordenação deste sistema, a gestão da inovação na agricultura não prescinde de uma complexa rede de atores envolvendo agricultores, fornecedores, pesquisadores e extensionistas, agências de fomento à ciência e à tecnologia e organizações da sociedade civil. Concluem, por fim, que a gestão da inovação na agricultura no Brasil falha em termos de promover a capacidade de absorção dos agricultores que não se inserem nas dinâmicas cadeias produtivas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inovação; Agricultura; Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária.

### INNOVACIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA: CONCEPTOS, EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS Y UNA VISIÓN DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN BRASIL

**RESUMEN:** Este artículo se deriva de la investigación bibliográfica en la temática de innovación dirigida a la agricultura, realizando una amplia revisión de literatura junto a relevantes autores de los campos involucrados. Conceptual innovación y destaca su centralidad para el desarrollo de la economía de mercado, así como su papel diferenciador de la competitividad. Aborda aún el proceso innovador en la agricultura, incluyendo su dimensión histórica, y subraya su complejidad y peculiaridades hacia otros sectores. En consecuencia, presenta la trayectoria de adopción del progreso técnico en

la agricultura y la evolución de los modelos de innovación en el sector. En adición, los autores proponen una visión diagramática del sistema brasileño de investigación y innovación en la agropecuaria y sus conexiones internacionales. A pesar de la inequívoca centralidad de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) en la coordinación de este sistema, destacan que la gestión de la innovación en la agricultura no prescinde de una compleja red de actores involucrando a agricultores, proveedores, investigadores y extensionistas, agencias de fomento a la ciencia ya la industria tecnología y organizaciones de la sociedad civil. Concluyen, por fin, que la gestión de la innovación en la agricultura en Brasil falla en términos de promover la capacidad de absorción de los agricultores que no se inserten en las dinámicas cadenas productivas.

**PALABRAS CLAVE:** Innovación; Agricultura; Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria.

## INNOVATION IN THE AGRICULTURAL SECTOR: CONCEPTS, EVOLUTION OF MODELS AND A OVERVIEW OF THE THE BRAZILIAN RESEARCH AND INNOVATION SYSTEM

**ABSTRACT:** This paper is based on a bibliographical research focusing on agriculture innovation, carrying out a broad literature review with relevant authors of the fields involved. It conceptualizes innovation and emphasizes its centrality to the development of the market economy, as well as its distinctive role of competitiveness. Furthermore, the study addresses the agriculture innovation process, including its historical dimension, and emphasizes its complexity and peculiarities vis a vis other sectors. In the sequence, it presents the path of adoption of technical progress in agriculture and the development of innovative models. In addition to this, the authors propose a diagramatic view of the Brazilian Research / Innovation System in the agriculture sector and its national and international connections. Despite the centrality of the Brazilian Agricultural Research Corporation (which acronym is Embrapa) in the coordination of this system, they conclude that the management of the agriculture innovation can not prescind of a complex network of actors, encompassing farmers, suppliers, researchers, extension agents, agencies addressed to science and technology and civil society organizations. They conclude, finally, that the management of innovation in agriculture in Brazil fails in terms of promoting the absorptive capacity of farmers who are not part of the dynamic productive chains

**KEYWORDS:** Innovation; Agriculture; National Agricultural Research System.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na denominada economia contemporânea, segundo Foray (2006:9;38), a utilização do conhecimento intensivo é predominante e significativamente maior que no passado, devido à expansão do percentual de capital intangível no estoque do capital real. A relevância do conhecimento é tamanha que as diferentes bases de conhecimento se constituem nos principais diferenciais dos tipos e estruturas de relações estabelecidas nos distintos sistemas setoriais, como sugere Malerba (2009). Nesta economia a inovação é central, e está fundamentada tanto no conhecimento tácito quanto no codificado, utilizando como bases do refrido conhecimento, a analítica, a sintética e a simbólica.

Em um trabalho recente, Bocchi et al (2012) salientam que é difícil conceituar e medir a inovação, enfatizando que há um elemento inevitável de risco no processo inovativo, dado que sua essência consiste em tentar algo que não foi ainda feito com sucesso. Como lembra Chaves (2010), estudos preliminares sobre inovação podem ser atribuídos a Adam Smith que, em 1776, observou, pela primeira vez a influência da inovação na produção e na sociedade, focalizando novas técnicas de produção e propondo novas divisões do trabalho visando aumento de produtividade. Ainda entre os clássicos, foi Ricardo, em 1821, que entendeu as peculiaridades da produção agrícola, com rendimentos decrescentes marginais da terra, e a importância da mudança técnica no aumento da produtividade, identificando dois tipos de tecnologia: a que aumenta a produtividade da terra e a que aumenta a produtividade do trabalho (Spielman, 2005). Ricardo foi o primeiro economista clássico a prever o desemprego estrutural, decorrente da mudança técnica que substitui o trabalho humano por máquinas.

No século XX surgem diversos estudiosos que se debruçam sobre a tentativa de conceituar inovação, entender como ela surge, bem como suas características e suas distintas categorias, brotando-se aí os fundamentos para a diferenciação entre a ampla gama dos tipos de inovação que se entende na contemporaneidade. Dentre esses autores, cabe dar destaque às obras seminais de Schumpeter e dos seguidores de da corrente evolucionista (Dosi et al., 1988), bem como às publicações de Porter (1990) e Sylos Labini (1989).

Direcionando o enfoque para o setor agropecuário, identificam-se trabalhos precursores que deram origem às discussões sobre as especificidades da inovação nesse setor, a exemplo de Hayami e Ruttan (1988) e, posteriormente, Jarret (1985), além de outros. Nessa linha de aprofundamento, os autores do presente texto consideram ser possível conjecturar que, na contemporaneidade, a inovação na agricultura continua a ser essencialmente induzida, como proposto por Hayami e Ruttan (1988), mas que a demanda dos produtores rurais não são somente dirigidas às instituições de pesquisa. Elas são também dirigidas aos fabricantes de insumos e equipamentos e a entidades corporativas, que podem ser uma cooperativa, sindicato de produtores etc. Acrescentam ainda que há casos dessas demandas orientarem atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e de geração de tecnologia, que precedem a etapa de concepção de uma inovação de processo ou de produto. Ademais, lembram que ocorrem situações nas quais os produtores participam com ideias e recursos nas concepções de inovações, o que justifica o fato de que, em muitos casos de inovações, o conhecimento demandado não se encontra disponível nos receituários ou prateleiras de instituições de pesquisa e empresas.

Apesar de afirmarem a centralidade da Embrapa na coordenação deste sistema, os autores concluem que a gestão da inovação na agricultura não prescinde de uma complexa rede de atores envolvendo agricultores, fornecedores, pesquisadores e extensionistas, agências de fomento à ciência e à tecnologia e organizações da sociedade civil, e que ficam

a desejar os resultados em termos da capacidade de absorção de conhecimento pelos produtores rurais, sobretudo daqueles que não estão inseridos nas cadeias dinâmicas de produtos.

O presente trabalho objetiva explorar a inovação no setor agrícola com base em fontes secundárias. É composto, após essa introdução, por quatro segmentos: aspectos metodológicos, abordagem conceitual e taxonômica, especificidades da inovação no setor agrícola, sistema nacional de pesquisa/inovação nesse setor e considerações finais.

## 2 | MÉTODOS

A metodologia utilizada consistiu, dentro dos limites dados pela disponibilidade de tempo e recursos, em Revisão Sistemática da Literatura (RSL), disponível sobre o tema do processo de inovação, focalizando todas as suas etapas e especificidades, e aprofundando-o no setor agrícola. A RSL constitui um método moderno para avaliação de um conjunto de informações e/ou dados, incluindo-se aqui conceitos, teorias etc. A revisão de literatura realizada pelo estudo ora apresentado utiliza conceitos e tipologias da inovação. Apresenta também a trajetória de adoção do progresso técnico nesse setor e a evolução dos modelos de inovação para ele propostos, oferecendo uma visão do sistema nacional de pesquisa/inovação na agropecuária e suas conexões nacionais e internacionais.

Quanto à forma de abordagem, o estudo se classifica como qualitativo de caráter exploratório-descritivo-constutivo, o qual, consoante Costa (2001), visa a descrever uma situação ou fenômeno, contribuindo para a verificação de consistências e reinterpretações de conhecimentos e teorias sobre o tema. Os autores desenvolvem uma pesquisa em fontes secundárias, a qual, consoante Marconi e Lakatos (2010:166), pretende colocar o pesquisador em contato com tudo o que foi escrito, notificado, registrado, dito ou filmado sobre um assunto específico. Essas autoras salientam que esse tipo de pesquisa “não é mera repetição do que foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, podendo chegar a conclusões inovadoras”. Nesse sentido, acrescentam que um estudo desse teor pode permitir ao pesquisador explorar novas áreas onde os problemas ainda não se cristalizaram o suficiente, além de sintetizar e resignificar conceitos, permitindo ulteriores avanços no campo da teoria.

## 3 | ASPECTOS CONCEITUAIS E TAXONÔMICOS DA INOVAÇÃO

Foi Schumpeter (1961,1988,1989) que trouxe a primeira tentativa de conceituar e explicar com rigor a mudança técnica, criando os fundamentos para distinguir a inovação de produto daquela de processo e da organizacional. Considerando a inovação como resultado da ação do empresário, ele desenvolveu uma análise das influências que o mercado e o ambiente institucional exercem sobre a geração de inovação, e propôs vários tipos de inovações: i) introdução de um novo produto ou uma mudança qualitativa em um

produto existente; ii) inovação de processo novo para uma indústria; iii) a abertura de um novo mercado; iv) o desenvolvimento de novas fontes de fornecimento de matérias primas e outros insumos e v) mudanças na organização industrial.

Distinguindo inovações radicais de inovações incrementais, Schumpeter ressaltou que as primeiras modelam grandes mudanças no mundo, enquanto que as segundas correspondem a um processo de mudança contínua. No caso da inovação de produto, Schumpeter (1988) afirma que a empresa conquista uma posição de monopólio temporário de produção do mesmo, seja por uma patente (monopólio legal) ou pelo atraso dos concorrentes para imitá-lo, e complementa que essa posição de monopólio permite que a empresa defina um preço mais elevado do que seria possível em um mercado competitivo. Por sua vez, Freeman e Soete (2008) acrescentam uma série de condicionantes e vicissitudes para que as inovações surjam e se desenvolvam no nível micro e macroeconômico e em diferentes setores, e noticiam que após a Segunda Guerra Mundial, inúmeros autores passaram a considerá-las na causa da expansão econômica dos últimos 150 anos.

Outros aspectos conceituais e taxonômicos sobre inovações são trazidos pelo Manual de Oslo (OCDE, 1977), que cataloga quatro tipos de inovação: de produto, de processo, de marketing e inovações organizacionais. O mesmo destaca o impacto macroeconômico da inovação como fator dominante no crescimento econômico nacional e nos padrões internacionais de comércio e o impacto microeconômico como determinante da capacidade de uma firma sobreviver e crescer em uma economia competitiva. Segundo o Manual, na distinção entre inovações de processo e inovações organizacionais se encontra a fronteira da inovação, pois ambas buscam reduzir custos por meio de conceitos novos e mais eficientes métodos de produção, distribuição e organização interna. Lembra também o documento que há inovações agregam os dois tipos. Uma diferenciação mais rigorosa sugeriria que as inovações de processo lidam com a implementação de novos equipamentos, softwares, técnicas ou procedimentos, enquanto as inovações organizacionais lidam com pessoas e a organização do trabalho.

Na geração de inovação é essencial a existência de capacidade para transformar novas ideias e abordagens em novos produtos, serviços e formas de organização e esta capacidade deve estar associada a um processo de aprendizagem, incluindo o social, visto que o conhecimento é construído em um contexto social. Com efeito, a economia baseada no conhecimento requer a capacidade não só de aquisição de conhecimentos, mas também, e principalmente, a capacidade de absorver e de difundir conhecimentos. Dessa forma, as empresas vêm mudando de um modelo de inovação “fechada”, que limita o processo inovativo aos conhecimentos, conexões e tecnologias desenvolvidas dentro das organizações, para um modelo “aberto” de inovação. Este último propõe a abertura das fronteiras da empresa para possibilitar inovações a partir de combinações de recursos internos e externos, enfatizando a capacidade que as organizações têm de articular eficazmente o uso desses recursos: ideias, habilidades, projetos, infraestrutura, tecnologia

e capital, entre outros.

## **4 | INOVAÇÃO NA AGRICULTURA**

Este tópico trata de aspectos essenciais relacionados à inovação agrícola, abordando sua gênese, com base na pesquisa e desenvolvimento, suas características, trajetória, natureza, determinantes e principais modelos da inovação nesse setor.

### **4.1 Especificidades e trajetória tecnológica no setor**

De acordo com a literatura, a inovação na agricultura tem suas origens no início da própria atividade. As variedades tradicionais de cultivos evoluíram por meio da seleção natural com adaptação a ambientes locais e os processos produtivos foram paulatinamente sendo alterados, passando do uso exclusivo da força humana para a tração animal. As condições físicas também concorreram para mudanças e adaptações nos implementos agrícolas, vide o caso do arado que se adaptou às condições de umidade do solo. (JARRETT, 1985) A inovação agrícola também se baseou fortemente nas experiências de aprendizagem e na inventividade dos agricultores, como no exemplo da tração animal que passou de caprina, para bovina e daí para equina.

A Figura 1 mostra a transformação da trajetória tecnológica na agricultura ao longo dos tempos. Consoante Vieira Filho (2012), os sinais persistentes de mudança técnica na agricultura começaram há cerca de 200 anos, influenciados pela publicação da última edição do Ensaio sobre a população de Malthus, no início dos anos 1800. No entanto, somente em meados do século passado, essas transformações foram capazes de alterar significativamente a produtividade agrícola. O autor argumenta que a partir de 1920 há registro de maior apropriabilidade de conhecimentos técnico-científicos pela agricultura, e que, por volta dos anos 1940, a produção química e a indústria automobilística deram início à produção em massa de insumos, máquinas e implementos modernos, estabelecendo, segundo Schumpeter (1988), um padrão inter setorial de inovação.

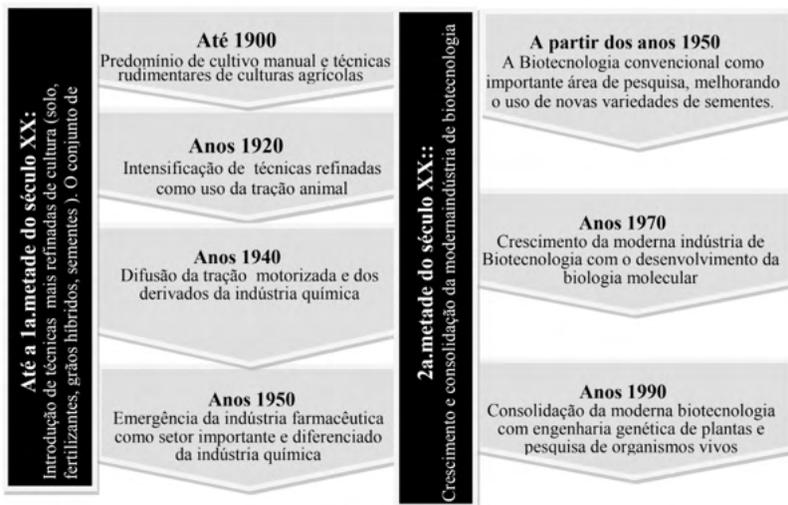


Figura 1 – Trajetória tecnológica na agricultura e principais fatores impactantes

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Vieira Filho

Com base em relatório da FAO (2000), Vieira Filho (2012) sugere que na primeira metade do século XX, ocorreram avanços nas técnicas de colheita, tratamento de solo, uso de fertilizantes químicos, plantio de grãos híbridos e novas variedades de sementes conduzindo a um crescimento sustentado na produtividade agrícola. O conjunto de inovações na agricultura simultaneamente evoluiu com a matriz energética, substituição do carvão por petróleo e gás natural. Já em 1950, a indústria farmacêutica surge como um setor importante, diferenciada da indústria química e apoiada pelo desenvolvimento de pesquisa básica, para impulsionar a inovação no setor. Posteriormente, a biotecnologia emerge como uma importante área de pesquisa, melhorando a utilização de novas variedades de sementes. O crescimento da indústria da biotecnologia moderna a partir do desenvolvimento da biologia molecular em 1970, sua consolidação em 1990 com a engenharia genética de plantas e organismos vivos e apoiado nos recentes impulsos da nanotecnologia, redefinem nova fronteira do conhecimento para inovação no setor da agricultura.

Quanto ao locus de inovações, Jarrett (1985) já afirmava desde o final do último século que este mudara da própria fazenda, como unidade produtiva, para a formalização da pesquisa e desenvolvimento agrícola realizados por entidades públicas e privadas. À época, lembrava o autor que o desenvolvimento de instituições específicas, onde cientistas e técnicos poderiam trabalhar em problemas de produção agrícola, seria muito mais um fenômeno do século XIX e XX. Além disso, acrescentou que, cada vez mais, a agricultura vinha contando com uma maior proporção de insumos adquiridos e que o crescimento das indústrias de suprimentos agrícolas levava junto a ampliação da pesquisa

e desenvolvimento agrícola realizado por essas organizações. Isso pode ser ilustrado pelo fato de que já naquela época 50% da P&D agrícola nos EUA era realizada por agências privadas e, da mesma forma, a maior parte da P&D em máquinas agrícolas no mundo desenvolvido já se encontrava nas mãos de poucas empresas.

A organização agroindustrial que enseja esta dinâmica inovativa pode ser definida em sentido amplo como envolvendo atividades à montante (indústria fornecedora de insumos, equipamentos e serviços) e atividades a jusante (logística, indústria processadora e indústria distribuidora) da unidade produtiva, bem como articulando um sistema extenso de pesquisa, ciência e tecnologia. Para Vieira Filho (2012) as inovações relevantes na agricultura ocorrem ao longo de cadeias produtivas. Assim, para uma invenção originada a partir de um fornecedor ou um distribuidor se tornar uma inovação tecnológica, ela deve passar por uma avaliação técnica (estudo agrônomo) que leva à adoção, o que é determinado por variáveis ambientais e sociais. Após a sua aprovação, ocorre um processo de difusão tecnológica, a qual depende das redes de aprendizado em todas as organizações produtivas. Portanto, o processo de inovação na agricultura, envolvendo a adoção e os parâmetros de difusão tecnológica, é desenvolvido por um conjunto complexo e interligado de indústrias e de centros de pesquisa. Esse *cluster* é mediado por diferentes instituições, tanto públicas como privadas, que promovem o conhecimento, tais como centros de pesquisa, universidades, empresas de extensão rural e agências reguladoras. Diferentemente da indústria, os receptores no setor agropecuário estão em permanente contato com os órgãos de pesquisa (VIEIRA FILHO e SILVEIRA, 2012).

Dois principais fatores explicam a inovação no setor agrícola: i) o quadro institucional capaz de criar conhecimento público e oportunidades tecnológicas e ii) a capacidade de acumular conhecimento dos produtores. O ambiente institucional exerce um papel relevante, uma vez que tem a capacidade de definir paradigmas e trajetórias tecnológicas e proporcionar uma melhor ligação entre os agentes, bem como facilitar a disseminação do conhecimento. Batalha et al (2009) destacam que, apesar de existir uma espécie de consenso na literatura econômica que estuda o processo de inovação tecnológica e as mudanças técnicas, que classifica o setor como dominado pelos fornecedores, em seu ponto de vista, a agricultura não tem apenas uma dinâmica inovadora. Ao contrário, o setor possui várias fontes de inovação com importantes diferenças no que tange à origem disciplinar e estratégica, conforme Possas, Salles-Filho e Silveira (1996) também citados por Batalha et al (2009), que sugerem seis diferentes categorias para classificar as fontes de inovação para a agricultura, as quais vão desde as organizações privadas, públicas e sem fins lucrativos, até a unidade de produção agrícola, como mostrado no Quadro 1.

Batalha et al. (2009) argumentam que as diferentes fontes de inovação tecnológica na agricultura são distribuídas por todas as classes envolvidas por Bell e Pavitt (1993) para caracterizar os setores (e, portanto, suas empresas) quanto ao seu comportamento inovador, como apresentado no Quadro 2.

Fontes de inovação	Características
<b>Fontes privadas de organizações industriais de mercado</b>	Objetivam produzir e vender produtos intermediários e máquinas para os mercados agrícolas como indústrias de máquinas e equipamentos, fertilizantes, defensivos etc
<b>Fontes públicas institucionais</b>	Objetivam ampliar o conhecimento científico por meio de atividades de pesquisa básica, desenvolvimento e melhoramento de tecnologias e produtos agrícolas e o estabelecimento e transferência de práticas agrícolas mais eficientes.
<b>Fontes privadas vinculadas à agroindústria</b>	As indústrias à jusante geram e difundem novas tecnologias, interferindo direta ou indiretamente na produção dos produtos primários, com o principal intuito de beneficiar os estágios subseqüentes de processamento industrial.
<b>Fontes privadas, organizadas coletivamente e sem fins lucrativos</b>	São entidades que visam ao desenvolvimento e transferência (remunerada ou não) de insumos e práticas agrícolas. Em alguns mercados específicos possuem uma ampla capacidade de influenciar os padrões competitivos.
<b>Fontes privadas relacionadas a serviços de suporte para a atividade agrícola</b>	Têm importante papel de disseminadores de tecnologia, baseando-se em habilidades específicas e na quantidade e qualidade das informações que conseguem processar.
<b>Unidades de produção agrícola</b>	Incorporam o novo conhecimento por meio de um processo de aprendizado, que pode culminar em inovações. O conhecimento tácito desenvolvido pelos agricultores afeta, de forma marcante, o grau de cumulatividade e a capacidade tecnológica dos mesmos.

Quadro 1 – Fontes de Inovações Tecnológicas para a Agricultura

Fonte: Autores com base em Batalha et al. (2009)

As classes de inovação tecnológica desenvolvidas por Bell e Pavitt (1993) para caracterizar os setores vão desde fontes baseadas na ciência (*science-based*), a exemplo de indústrias herbicidas e de sementes, a fontes intensivas em informação, como empresas que provêm suporte para o setor agrícola (Quadro 2). Dentro dessa ampla gama, há as classes dominadas pelos fornecedores especializados, assim como setores intensivos em escala, onde as indústrias de fertilizantes representam um exemplo emblemático.

Tipo	Exemplo
Com base científica	Indústrias de sementes e defensivos
Escala intensiva	Indústria de fertilizantes
Fornecedor especializado	Indústria de máquinas e equipamentos
Dominada por fornecedor ou intensiva em escala	Indústrias de alimentos
Informação intensiva	Firmas fornecedoras de serviços de suporte para a atividade agrícola

Quadro 2. Inovações Tecnológicas na Agricultura

Fonte: Autores baseados em Pavitt (1984) e Bell e Pavitt (1993)

Outra forma de perceber a inovação na agricultura foi trazida por Jarrett (1985), apontando, como principais fontes de inovação agrícola, o *learn-by-doing* ou o “aprender fazendo”, o P&D formalizado, financiado tanto pela via pública como privada, e a transferência direta entre países. O autor salienta que a fonte de inovação agrícola não pode ser derivada apenas da própria experiência dos agricultores, mas deve ser apoiada por um desenvolvimento baseado na ciência; caso contrário, a transformação da agricultura tradicional, que é requerida para o desenvolvimento rural, seria muito limitada. Lembra o

autor que uma especificidade importante do setor é que as inovações são, muitas vezes, próprias do local, autóctones, e que a transferência pode ser limitada por fatores como a adaptação ao clima e ao solo, em particular, problemas de pragas, lavouras locais específicas ou produtos, entre outros. No entanto, muitas fontes e canais de inovação podem também criar novas oportunidades tecnológicas para a produção agrícola em contextos locais específicos, sempre que essas oportunidades são devidamente adaptadas.

## 4.2 Pesquisa, desenvolvimento e natureza da inovação na agricultura

Trabalhos de Scoones et al. (2008) discutem a evolução do conceito de inovação na agricultura e destacam que a evolução na abordagem de pesquisa e desenvolvimento (P&D) na agricultura levou ao conceito de Pesquisa Agrícola para o Desenvolvimento Integrado. O Quadro 3 mostra a evolução das abordagens de P&D na agricultura ao longo do tempo, evidenciando que os modelos mentais e as atividades neste setor, bem como as disciplinas do conhecimento, os principais elementos e os *drivers* de inovação passaram por profundas mudanças, considerando-se quatro períodos específicos: o primeiro finalizado na década de 1960, o segundo incluindo as décadas de 1970 e 1980, o terceiro iniciando em 1990 e finalizando em 2000 e o quarto, com abordagem de Sistema de Inovação, se inicia no despontar do século XXI e continua em curso.

A abordagem de P&D na agricultura da década de 1960 caracterizava-se pela transferência de tecnologia, conhecida como “Revolução Verde”. A partir da década de 1960, o conceito de inovação na agricultura sofre alteração e o sistema de pesquisa agrícola baseado em uma visão multidisciplinar torna-se característico do período que se inicia nos anos 1970 e segue até o final dos anos 1980. Nesse sistema buscava-se o incremento da eficiência e adotavam-se pacotes tecnológicos atualizados, visando a superar constrangimentos e obstáculos para o trabalho dos agricultores.

No início dos anos 1990, a evolução desse conceito promove a pesquisa agrícola participativa, uma abordagem interdisciplinar voltada para a criação de meios adequados de subsistência para estabelecimentos rurais, reunindo para tal, cientistas sociais e agricultores especializados. Na década de 2000, a abordagem do sistema de inovação torna-se o novo conceito na agricultura e passa-se a buscar a promoção de cadeias de valor e mudanças institucionais, compreendendo agora a existência de múltiplos *stakeholders*, que formam uma plataforma de inovação com uma visão transdisciplinar de todo o setor.

Sob uma perspectiva empírica, Scoones et al (2008) salientam que a abordagem participativa do agricultor tem sido cada vez mais reforçada ao longo das últimas décadas, como foi mostrado pelo *Workshop Farmer First Revisited*, ocorrido já há uma década, em 2007. O evento reuniu 80 profissionais agrícolas, pesquisadores, líderes de agricultores e representantes de instituições apoiadoras da pesquisa nesse setor, desenvolvendo uma avaliação do estado atual da P&D, centrada no agricultor e analisando perspectivas para o futuro. Na oportunidade, foi destacado um vasto conjunto de práticas e experiências com

agricultores, atuando como agentes envolvidos em abordagens participativas e métodos inovadores, analisando-se as mudanças nas abordagens de P&D na agricultura, bem como as mudanças nas premissas paradigmáticas que ocorreram e os novos rumos que foram emergentes no setor. Os autores apontam a possibilidade de co-construção e co-aprendizado conjunto com parcerias entre cientistas, extensionistas e agricultores nas novas redes de inovação, acrescentando que essa abordagem vê o conhecimento como uma forma de cognição distribuída, construído não pelo experimentador ou inovador individual, mas sim pelo coletivo, produzindo conhecimento por meio de debate, diálogo e interação de grupo.

Abordagens/ Características	Transferência de Tecnologia	Sistema de Pesquisa Agropecuária	Pesquisa Agropecuária Administrativa	Sistema de Inovação
	Até a década de 1960	Início da década 1970 - 80	Início da década de 1990	Anos 2000
<b>Modelos Mentais e atividades</b>	Fornecer tecnologia através de pacotes	Entender as restrições de estabelecimentos rurais, através de consultas diretas	Colaborar na pesquisa e no desenvolvimento	Desenvolver pesquisa conjunta envolvendo partes interessadas; parcerias múltiplas e processos
<b>Conhecimento e disciplinas</b>	Única Disciplina conduzida (reprodução)	Interdisciplinar (mais economia)	Interdisciplinar (indo além de agricultores especialistas)	Transdisciplinar; holístico; múltiplo conhecimento culturalmente enraizado
<b>Objetivos</b>	Aumentos de produção	Melhoria da eficiência	Prestação dos meios de subsistência para fazendas	Promover cadeias de valor e mudança institucional
<b>Principais elementos</b>	Pacotes tecnológicos	Pacotes tecnológicos atualizados para superar as limitações e obstáculos	Aderir a produção de conhecimentos e tecnologias	Promover cadeias de valor e mudança institucional
<b>Direcionadores</b>	Pesquisas fornecidas/impostas por pesquisadores	Cientistas buscam saber mais condições e necessidades agricultores	Demandas de pesquisas trazidas pelos agricultores	Receptividade para mudar contextos - agricultores organizados, poder e política
<b>Inovadores</b>	Pesquisadores	Pesquisadores e agentes de extensão	Agricultores e Pesquisadores	Múltiplos interessados, compondo plataforma de inovação
<b>Papel dos agricultores</b>	Adoção ou recusa	Fonte de informação	Agentes de teste ativos	Parceiros, agentes comerciais, inovadores
<b>Papel dos Pesquisadores</b>	Inovadores	Especialistas	Cooperadores	Parceiros: um dos partidos que respondem às necessidades
<b>Principais mudanças buscadas</b>	Comportamento dos agricultores	Conhecimento dos cientistas	Relações entre cientistas e agricultores	Institucional, profissional e mudança pessoal; abrindo espaço para a inovação
<b>Escopo</b>	Produtividade	Relações de entrada e saída	Baseado na fazenda/unidade produtiva	Além do portão da fazenda: agricultura multifuncional, sistemas de subsistência e cadeias de valor em várias escalas – do local ao global.
<b>Resultados esperados</b>	Adoção de tecnologia	Ajustamento do sistema do estabelecimento rural	Coevolução das tecnologias com um sistema mais apropriado de meios de vida	Capacidade de inovar, aprender e mudar
<b>Institucional e Política</b>	Transf. tecnológica como independente	Ignorada: "caixa preta"	Reconhecida (às vezes com limitações)	Dimensões centrais e instrumentos da mudança

Sustentabilidade	Indefinida	Importante	Explícita	Prioridade, regulada, política, multidimensional e normativa
------------------	------------	------------	-----------	--

Quadro 3 - Evolução nas abordagens de P&D na Agricultura

Fonte: Adaptado de Scoones et al., 2008

Após as contribuições de Jarret (1985) e Scoones et al (2008), alguns autores brasileiros da contemporaneidade trouxeram relevantes elementos para entender a natureza da inovação na agricultura. Para Vieira Filho e Silveira (2012), a grande limitação dos estudos tradicionais, ao abordarem o crescimento agrícola, é a ausência de explicações da busca tecnológica e do processo de aprendizado, pois nem todo o desenvolvimento tecnológico e geração de novos conhecimentos estão cristalizados nos insumos produtivos, sejam eles máquinas, adubos ou defensivos. A agricultura não funciona por meio de agentes receptores passivos de tecnologias, visto que o processo de inovação na agricultura é estruturado dentro de complexos arranjos produtivos e de instituições (públicas e privadas) promotoras do conhecimento e envolvidas com o mercado de fatores para a agricultura (VIEIRA FILHO & SILVEIRA, 2012).

Segundo Alves et al (2016) o sucesso do agronegócio brasileiro, que permite entender a natureza da inovação na agricultura, pelo menos no Brasil, decorreu, em grande medida, do aumento da produtividade resultante do uso de conhecimentos. Os agentes do agronegócio foram capazes de rearranjar os conhecimentos disponíveis em modelos de negócio – os sistemas de produção –, ajustados ao nível da organização e às imperfeições dos mercados do seu entorno. Ainda na linha de entender a natureza da inovação na agricultura, Crestana e De Mori (2015), fazem considerações sobre tendências, premências e *drivers* que guiarão o futuro do sistema agroalimentar e da ciência, tecnologia e inovação (C&T&I) e listam 19 alterações tecnológicas no sistema agroalimentar, indo desde a crescente incorporação de informação, conhecimento e tecnologia no agronegócio até o desenvolvimento de embalagens ativas/bioativas. Para os autores a inovação na agricultura evolui para a ideia da convergência tecnológica, que compreende a combinação e possíveis sinergias envolvendo tecnologia da informação, biotecnologia, nanotecnologia e ciências cognitivas.

### 4.3 Determinantes e modelos da inovação na agricultura

Pioneiros na análise contemporânea das inovações na agricultura, Hayami e Ruttan (1971) constituem o ponto de partida para estudos nesse setor. Seus trabalhos defenderam a teoria da inovação induzida no desenvolvimento agrícola, estendendo posteriormente essa teoria para incluir o processo pelo qual o investimento público na pesquisa agrícola, na adaptação e na difusão de tecnologia agrícola, bem como na infraestrutura institucional que favoreça o desenvolvimento agrícola, está dirigido para a liberação dos constrangimentos à produção agrícola, impostos pelos fatores caracterizados por uma oferta relativamente

inelástica. Esses autores ultrapassaram o marco conceitual do conhecimento sobre a órbita macroeconômica e uma das suas principais contribuições foi identificar, no caso da agricultura, que a mudança tecnológica é uma variável endógena ao processo de desenvolvimento e que depende de forças econômicas; além disso, apontaram que a tecnologia não seria neutra em sua economia de recursos.

Mesmo admitindo a eventual possibilidade de um progresso técnico exógeno, Hayami e Ruttan (1971) consideram que as mudanças tecnológicas devem ser colocadas no meio do conflito social e da competição capitalista. Elas vão além do ponto de vista schumpeteriano restrito da inovação como resultado da ação do empresário, colocando-a como resultado da interação entre a sociedade e o setor de geração de conhecimento, bem como com as instituições de pesquisa públicas e privadas, duas instâncias que, apesar de reagirem e interagirem de forma proativa, têm autonomia para pensar e induzir inovações. De acordo com esses autores, só seria possível superar os atrasos na agricultura nos países subdesenvolvidos com a incorporação de novos conhecimentos por parte dos agricultores, o que, por sua vez, seria facilitado por um sistema descentralizado de pesquisas dirigidas às especificações regionais. Suas pesquisas se concentraram em países com alocação de recursos diferentes - economia com escassez de recursos naturais e mão de obra abundante como Japão, e economia com a escassez de mão de obra e recursos naturais abundantes, como EUA - e afirmaram a endogeneidade da mudança tecnológica para o sistema econômico. Posteriormente, Ruttan (1973) recoloca o processo criativo da ciência agroeconômica pela interação entre o setor produtivo e o setor de pesquisa.

Não obstante a visão de Hayami e Ruttan (1971), tardaram a aparecer questionamentos quanto à inadaptação ao setor agrícola ao modelo de sequência linear de atividades, começando com a pesquisa básica, prosseguindo com a pesquisa aplicada, geração de ideias, desenvolvimento de produto ou processo e, finalmente, a sua entrada no mercado, denominado por Dosi (2006) de processo de conexão descendente (Figura 2), compatível com as visões tradicionais relacionadas à direção da inovação: i) o movimento *demand pull* (demanda exigindo), onde a direção da inovação seria determinada pelas demandas dos usuários; e ii) o movimento *science-push* (conhecimento científico impulsionando), no qual a direção da inovação seria largamente determinada pela própria pesquisa dos cientistas.



Figura 2 – Modelo de sequência linear de atividades visando à inovação

Fonte: Autores, baseados na literatura.

Além de Dosi (2006), outros autores criticaram o modelo básico, evidenciando que a linearidade proposta no mesmo não corresponderia à realidade e distorceria o processo de inovação, diante de variáveis como: i) choques que podem promover a inovação por acaso ou insatisfação; ii) ideias que podem proliferar, isto é, depois de o processo se iniciar, frequentemente ele progride para vários estágios, muitas vezes, divergentes; iii) reveses que ocorrem com frequência, podendo, inclusive, ocorrer uma reestruturação da unidade de inovação; iv) a condição de ser crucial que a gestão da inovação envolva as instâncias superiores da administração, o que pode conduzir a novas e diferentes fases do processo, com sequências não lineares. Assim, o processo de inovação passa a ser visto como muito mais denso, envolvendo uma complexa interação entre muitos atores, incluindo agricultores, agências de pesquisa e mercados, sendo assim, um processo social contínuo, que integra uma ampla gama de atividades, que incluem gestão, coordenação, aprendizagem, investigação de necessidades e gestão de desenvolvimento de novos produtos, dentre outros.

Kline e Rosenberg (1986), de sua parte, também criticam o modelo da sequência linear descendente, porque ignora o fato do conhecimento tecnológico poder preceder o conhecimento científico. Propõem um modelo de ligação em cadeia (Figura 3), considerando que não existe nenhuma progressão simples para a inovação, sendo, muitas vezes, necessário voltar a estágios anteriores visando superar as dificuldades no desenvolvimento, o que significa *feedback* entre todas as partes do processo.

O Manual de Oslo (OCDE, 1999) cita Rothwell como propositor de sugestões para a construção de um modelo alternativo, envolvendo altos níveis de integração funcional em cadeia, evoluindo para uma “quinta geração” ou modelos *National Innovation System* (NIS), os quais proveriam mudanças nas tecnologias, por meio das quais a própria mudança tecnológica seria transmitida. Quanto à direção da difusão, o Manual de Oslo traz a seguinte informação:

...a maneira pela qual as inovações tecnológicas de produtos e de processo (TPP) se propagam, [é] através dos canais de mercado ou de não-mercado, a partir de sua primeira implementação mundial em diferentes países e regiões e para diferentes indústrias / mercados e empresas (OCDE, 1999:9).

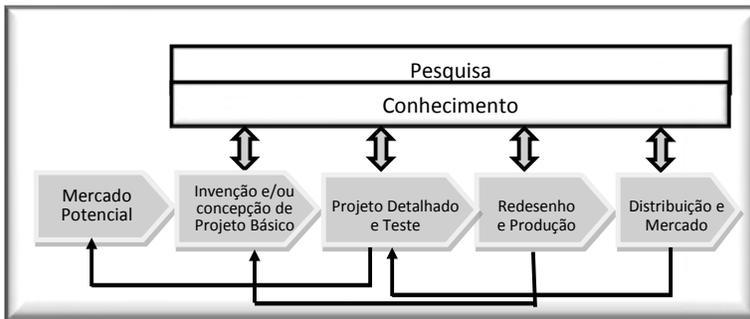


Figura 3- O modelo de ligação em cadeia com fluxos de informação e cooperação

Fonte Adaptado de Kline e Rosenberg (1986)

Dosi (1988) tem uma visão do progresso técnico na agricultura diferente de Hayami e Ruttan (1971). Argumenta que nesse setor as inovações são principalmente incorporadas em equipamentos e componentes adquiridos de outros setores e considera que as oportunidades tecnológicas possam ser significativas, principalmente quando são geradas exogenamente, significando com isso que a atividade agrícola apresenta baixa cumulatividade tecnológica. Discordando de Dosi (1988) quanto à baixa cumulatividade tecnológica da agricultura, Vieira Filho (2012) sustenta que essa ideia não corresponde à capacidade gerencial de utilizar novas informações e argumenta que, em termos de capacidade de absorção, o conhecimento no campo agrícola é relativamente cumulativo. Argumenta ainda que Dosi (1988) é ambíguo sobre a adoção tecnológica pelos agricultores, visto que afirma que os fornecedores na agricultura (de novos tipos de máquinas, componentes, sementes etc.) têm interesse na difusão mais rápida possível dos seus resultados, e, portanto, as taxas de mudança no desempenho médio (produtividade, etc.) nos setores usuários dependem do ritmo da inovação nos setores fornecedores, conjuntamente com as condições variantes, que regem a adoção das novas tecnologias.

Para Alves (2012), a teoria da inovação induzida, trazida por Hayami e Ruttan (1971), enfatiza a interação dos agricultores com os pesquisadores e essa interação define as prioridades. Para as instituições privadas de pesquisa, ele destaca que o mercado opera diretamente, caso contrário, a tecnologia desenvolvida não iria encontrar compradores. Por outro lado, indica que, na pesquisa pública, a influência do mercado é indireta, já que atua criando demanda entre os agricultores para um determinado tipo de tecnologia. Aponta como exemplo a tecnologia poupadora de terra, o que levaria os agricultores a responderem a essa demanda, sinalizando suas necessidades aos pesquisadores. Estes, por seu turno, responderiam a esta demanda com pesquisas que gerassem tecnologias que aumentariam a produtividade da terra.

Neste sentido, desde os anos 1980, Jarrett (1985) já alertava que um modelo linear simples, inspirado pelos movimentos do tipo de *demand pull* ou de *science push* (atração

de demanda ou impulso da ciência), não poderia capturar a complexidade das forças que conduzem à inovação agrícola, e enfatizava que o centro de qualquer modelo de inovação de processo agrícola deveria ser o agricultor individual. Justificava argumentando que, a menos que o agricultor decidisse mudar seu atual sistema agrícola - envolvendo tanto mix de insumos e produtos/resultados e formas de combiná-los -, nenhum novo conhecimento, ainda que gerado, seria convertido em práticas agrícolas. Desse ponto de vista, o autor sintetizou as principais influências subjacentes à inovação agrícola no quadro esquemático que é apresentado na Figura 4. O modelo sintético proposto por Jarret (1985) busca refletir a informação que flui através de uma estrutura sistêmica, mostrando os instrumentos que poderiam ser utilizados para alterar tais fluxos.

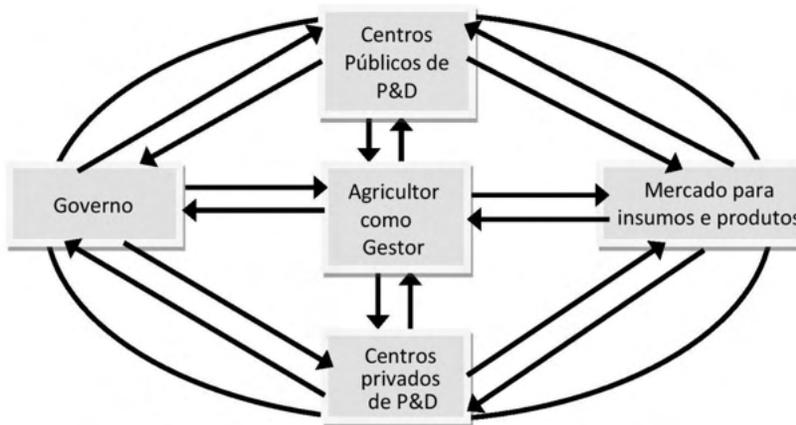


Figura 4 - Modelo de Jarrett para inovação na agricultura

Fonte: Adaptado de Jarret (1985)

O autor em tela enfatizou a existência, num sentido amplo, de uma considerável resistência à transferência não regulada de tecnologia para o mundo em desenvolvimento, especialmente considerando que a transferência de algumas inovações poderia destruir postos de trabalho onde o desemprego, tanto rural como urbano, seria cronicamente elevado. Além disso, Jarret (1985) salientou que seria fundamental uma análise profunda antes de tentar fazer qualquer alteração em um padrão agrário existente. Se o mesmo fosse alterado e passasse a ser construído em torno da inovação, prever o novo mix de fatores poderia envolver incertezas.

Em estudos mais contemporâneos, Bocchi et al (2012) corroboram com Scoones et al (2008), aprofundando reflexões anteriores, e enfatizam que a abordagem de uma estrutura sistêmica de inovação mudou o foco anterior de pesquisa e produção de conhecimento e tecnologia, para um processo interativo de mudança com *multi-stakeholders*. Scoones et al (2008) acrescentam que a disseminação de tecnologias e desenvolvimento de mercado

constituem alguns dos elementos desta estrutura. Argumentam ainda que, com relação ao conceito de inovação, a tendência histórica é a constante atualização deste ao longo das décadas, destacando que o seu significado se modificou do *push* (empurrão) inicial de novas tecnologias, para a recente criação de oportunidades por meio do desenvolvimento institucional. Segundo os autores, isso implica que o conceito de inovação na agricultura, juntamente com os seus desafios e oportunidades, deve ser enquadrado em um conjunto integrado de elementos técnicos, organizacionais, institucionais e políticos, havendo diante disso, necessidade de ir além do modelo linear para uma visão de difusão de inovações.

Por sua vez, Malerba e Orsenigo (1996) argumentam que a tecnologia se associa ao regime tecnológico, que define os padrões inovadores de acordo com as condições de oportunidade, apropriabilidade e acumulação e de acordo com a natureza da transmissão de conhecimento. Segundo os autores, as oportunidades tecnológicas estão relacionadas ao potencial de inovação de cada tecnologia e aumentam de acordo com o crescimento dos investimentos em P&D. A apropriabilidade diz respeito ao grau de proteção das inovações contra imitações. Já a acumulação, é vista como a capacidade de inovar com base em inovações passadas e em áreas afins do conhecimento. Finalmente, o conhecimento tecnológico é definido de acordo com seus graus de especificidade, codificação e complexidade.

Todos esses conceitos trazidos acima são de grande utilidade na análise da inovação no setor agropecuário e dos processos a ela relacionados. Isso se justifica, visto que tais conceitos fornecem a clara noção de que as tecnologias são diferentes e se baseiam em uma lógica interna e autônoma para o desenvolvimento. Consequentemente, os processos geradores de inovações diferem profundamente entre os mais diversos setores, carecendo assim de análises singulares que levem em conta todas as suas peculiaridades.

## 5 | SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO NA AGRICULTURA

Visto que a inovação decorre da produção de novos conhecimentos e tecnologias, nesse sentido é fundamental entender primeiramente o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, podendo-se defini-lo como um subsistema ou sistema setorial, com o quadro institucional representando a criação de conhecimento público e oportunidades tecnológicas no setor agrícola em um determinado país. Seu principal objetivo é colocar em sintonia diretrizes e estratégias de pesquisa agropecuária, de um lado, com as políticas nacionais de desenvolvimento, de outro. Esse sistema visa também garantir a organização e coordenação da matriz agrícola institucional, eliminando a diluição e sobreposição de esforços, evitando ainda a alocação ineficiente de recursos. É importante ressaltar que o mesmo abrange um planejamento nacional de pesquisa que empreende a tarefa crucial de construção de parcerias entre as instituições no desenvolvimento de C&T, com o objetivo de atender às diferentes necessidades de pesquisa e as demandas para o desenvolvimento agrícola das

diferentes regiões de um país. Estas parcerias podem envolver imprescindíveis conexões com atores do âmbito externo às fronteiras nacionais. Isso porque a relação da agricultura com o processo natural da internacionalização da P&D é algo intrínseco a ela mesma na sua essência, uma vez que o setor possui características peculiares que compelem o seu processo de internacionalização, principalmente porque se concentra em temas de relevância estratégica planetária. Como consequência, a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação trabalham aí com temas situados na fronteira do conhecimento.

Já o conceito de Sistema Nacional de Inovação é relativamente recente, não obstante seja baseado nas reflexões de Ludwig von Bertalanffy (1968), quando da concepção da Teoria Geral dos Sistemas no início de 1920. Nela o autor descreveu as características das organizações como sistemas sob uma perspectiva holística e concebeu um sistema composto por subsistemas interligados cujo todo é maior que a soma das partes. A abordagem moderna do sistema de inovação tem seus fundamentos em Schumpeter, que analisou as influências que o mercado e os ambientes institucionais exercem sobre a geração de inovação, o que sugere que a inovação é o resultado do caráter das instituições econômicas e sociais e que a mudança dessas instituições, como resposta às inovações, implica uma relação endógena entre a sociedade e a inovação. Nesse contexto, o conhecimento, a aprendizagem e a difusão desempenham um papel central para a dinâmica da inovação. Essa dinâmica é diretamente ligada ao desempenho das instituições que estão presentes nas economias nacionais modernas, uma vez que tais instituições reproduzem, regulam e coordenam as condições nas quais é possível desenvolver interações entre agentes e organizações, tornando possível desenvolver processos de aprendizagem e transformá-los em atividades inovadoras.

A literatura entende que um Sistema Nacional de Inovação (SNI) é um sistema social onde a atividade principal é a aprendizagem, segundo Lundvall (1997). Além disso, o SNI é percebido como composto por elementos e relações que interagem na produção, difusão e uso do conhecimento. Assim, o SNI tem sido cada vez mais utilizado em estudos de pesquisa agropecuária, bem como em estudos sobre as mudanças nesse sistema em países em desenvolvimento, uma vez que o princípio que orienta a abordagem SNI é o estudo das interações e normas que exercem influência e afetam a estratégia da ação dos agentes heterogêneos, em inovação, adaptação e complementação. É importante enfatizar que o desenvolvimento da agricultura depende, largamente, da geração e aplicação do conhecimento nessa área, ou seja, da operacionalidade de um sistema setorial de inovação, como parte do sistema nacional, SNI.

O estudo de Malerba (2009) traz uma contribuição particular porque enfatiza que os tipos e as estruturas de relações são diferentes entre os sistemas setoriais, como consequência das distintas características da base de conhecimento, dos processos relevantes de conhecimento, das tecnologias de base, das características da demanda e dos *links* importantes, além das complementaridades dinâmicas. Ademais, o autor argumenta

que a estrutura institucional para o desenvolvimento da inovação dentro de um setor da economia é muito complexa e varia significativamente entre setores. Assim, uma vez que a agricultura não é uma exceção a tal regra, o regime tecnológico agrícola define condições específicas para as oportunidades tecnológicas, as condições de apropriabilidade, a cumulatividade do conhecimento e a base de conhecimento relevante no setor agrícola.

Na visão de Malerba (2009), a estrutura de um sistema setorial pode ser uma ferramenta útil para a análise da inovação por muitas razões, em especial por promover: i) uma análise descritiva do processo de inovação setorialmente; ii) uma identificação de fatores que afetam a inovação; iii) uma análise das relações entre a inovação e os limites de alteração dos setores; iv) uma compreensão da dinâmica de curto e longo prazo e da transformação dos setores; v) uma identificação dos fatores que afetam o desempenho internacional das empresas e dos países em diferentes setores, podendo ainda prover indicações para novas políticas públicas. É importante destacar que ao utilizar a abordagem de sistema de inovação setorial com foco na agricultura, algumas mediações parecem ser necessárias. Isso porque, um olhar para o Sistema Nacional de Inovação, na sua abordagem convencional, conduz a um foco analítico horizontal, enquanto que, ao se direcionar a análise do Sistema de Inovação para uma perspectiva setorial, o foco passa a ser vertical, atravessando todos os componentes ao longo da cadeia e abstraindo a dimensão dos territórios nos quais as unidades de produção estejam localizadas.

Com base na perspectiva de sistema setorial de inovação de Malerba (2009), pode-se admitir a existência de um sistema brasileiro de inovação na agricultura. Cabe aqui analisar seus componentes e articulações, o que inclui entender a organização das atividades voltadas para pesquisa e desenvolvimento no país. No estudo aqui apresentado propõe-se uma visão geral desse sistema, incorporado no Sistema de Pesquisa Agropecuária (SNPA), com suas principais conexões internas e externas, o que está representado no diagrama a seguir (Figura 5). O SNPA foi criado em 1992 e inclui uma pluralidade de atores, a saber: a Embrapa e suas unidades descentralizadas, as organizações estaduais de pesquisa agropecuária (OEPAs), as universidades e institutos de pesquisa federais e estaduais, bem como outras entidades públicas e organizações privadas, direta ou indiretamente ligadas à atividade de pesquisa agrícola.

Não se pode deixar de apontar, entretanto, a fragilidade do sistema atual das OEPAs, o que evidencia uma rota de extinção, não obstante as exceções de alguns estados, que ainda são detentores de órgãos de excelência na pesquisa agropecuária, a exemplo do Paraná, com o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), de São Paulo, com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), de Minas Gerais, com a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e Pernambuco, que prossegue atuando com pesquisa no seu Instituto Agrônomo (IPA), em que pese tenha assumido também as atividades de extensão. Visando a fornecer um maior suporte ao sistema setorial, em 2001 foi criado um fundo, objetivando a formação científica e tecnológica em áreas estratégicas,

em sintonia com o interesse do Estado e suas diretrizes, entre elas, as áreas de agronomia, medicina veterinária, biotecnologia, economia agrícola e sociologia.

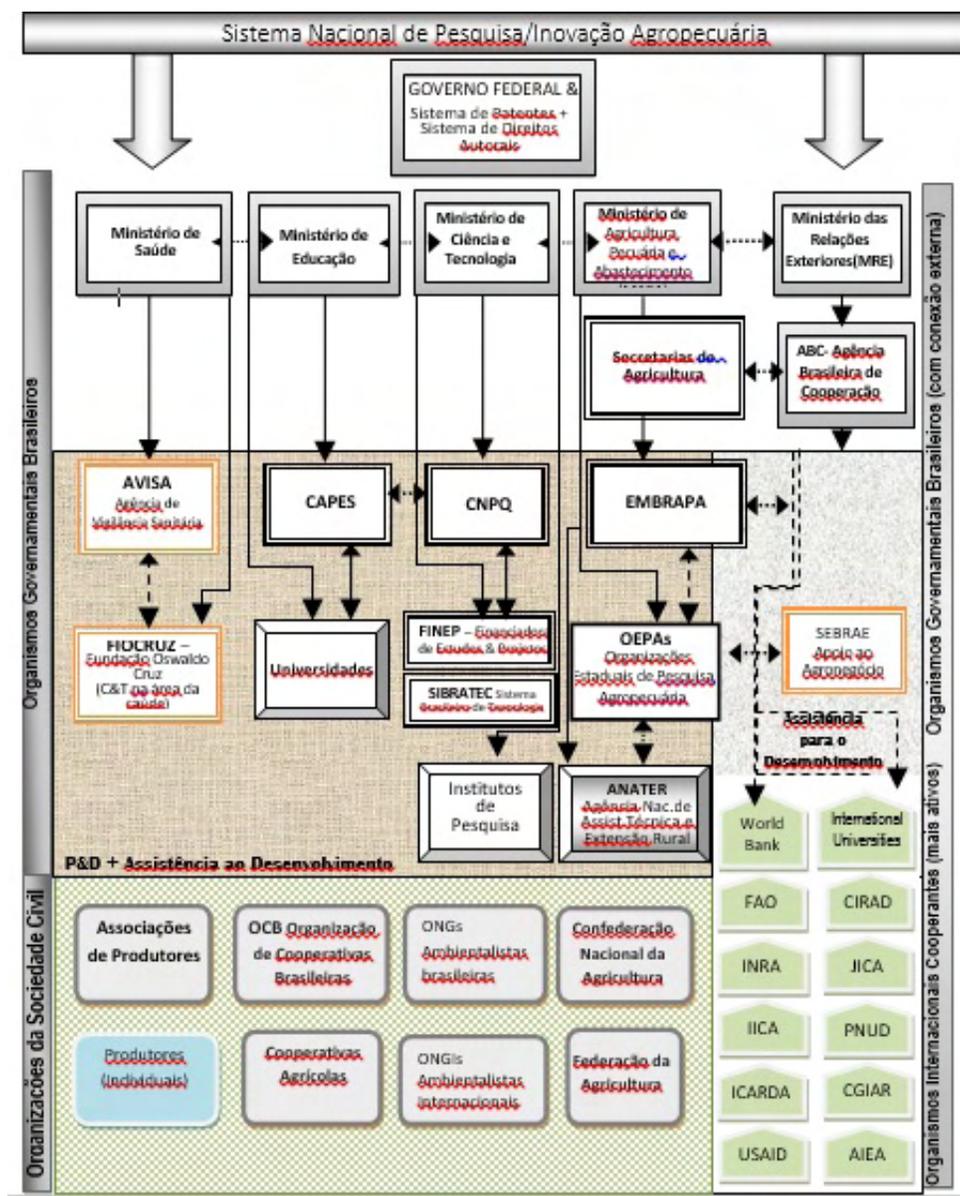


Figura 5 - Sistema Brasileiro de Pesquisa / Inovação Agropecuária e suas principais conexões

Fonte: Ribeiro (2015)

Vale notar que a Embrapa representa o coração do SNPA, desempenhando o papel de coordenadora de todo esse sistema, sendo diretamente ligada, no seu nível

hierárquico superior, ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e, no eixo descendente, a todas as empresas de pesquisa agrícola das unidades da federação. A Embrapa também tem ligações diretas com todas as agências e centros de pesquisa em cada setor, principalmente na saúde, educação e ciência e tecnologia, cujos principais órgãos responsáveis pela pesquisa são:

- Saúde: Fundação de Pesquisa focalizada na área de saúde (FIOCRUZ);
- Educação: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES);
- C&T: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Bonacelli et al (2015) afirmam que é inegável a contribuição da Embrapa como centro do sistema brasileiro de inovação na agricultura, mas que é perceptível que ela já não é a instituição única, e nem é mais hegemônica. Comentam que a partir dos anos 2000, com maior intensidade, as tarefas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) passaram a envolver muitos e variados elementos, inclusive com a entrada no cenário de novos atores, especialmente empresas multinacionais, que passaram a fazer trabalhos de PD&I, produção, transferência de tecnologia e assistência técnica, em bases semelhantes às praticadas pela Embrapa e outras organizações congêneres, Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAs).

Em outra direção, a Embrapa tem fortes ligações com o sistema federal de universidades brasileiras, as quais se conectam com as agências CAPES e CNPq, como ilustrado no diagrama proposto acima (Figura 5). Já na dimensão da sociedade civil, a Embrapa relaciona-se com inúmeras organizações, desde o nível de Federações, passando por organizações não governamentais nacionais e internacionais, cooperativas nacionais e associações de agricultores, assim como com agricultores no nível individual, estando assim conectada a toda a cadeia no setor agropecuário brasileiro, tanto a jusante quanto a montante. Esta articulação comprova que o tecido produtivo também faz parte do sistema brasileiro de inovação na agricultura. Nesta articulação com o setor privado, cabe destaque aos “Dias de Campo”, quando os diferentes centros da Embrapa recebem em suas instalações produtores rurais para um diálogo sobre transferência de conhecimentos.

Importante considerar que a concepção da Embrapa, como empresa pública de direito privado, visou promover flexibilidade no seu processo de gestão, bem como transparência frente à sociedade. Ademais, sua relação com o mundo exterior e com a iniciativa particular, pode ser desta forma facilitada. Além do caráter inovador da sua estrutura, a Embrapa adotou, na última década, um conceito inovador de cooperação internacional como política de inovação para o agronegócio (Chaves, 2010). A autora aponta que esta cooperação, desenvolvida e planejada estrategicamente, mais particularmente a partir da última década, busca a sustentabilidade da pesquisa por meio da geração de capital social através da construção de relações interorganizacionais no âmbito internacional. Para tal, estabeleceu

também laboratórios em diversos países estrangeiros (Labex), com parcerias para o uso de estruturas laboratoriais em centros internacionais de pesquisa. (RIBEIRO, 2015).

O envolvimento da Embrapa com outros atores no processos de inovação do agronegócio brasileiro passou a se dar por meio da estruturação e formatação de redes, parcerias e arranjos, envolvendo setores privados e também o setor público. Contudo, a Embrapa continuou a ter liderança em atividades relacionadas às competências técnicas multidisciplinares, em temas de longo prazo e de interesse estratégico para o país e nas inovações focadas nos impactos sociais, econômicos e ambientais, independente de retorno econômico direto à empresa. Em relação à área internacional, a Embrapa tem forte ligação com o Ministério de Relações Externas (MRE) por meio da Agência Brasileira de Cooperação (ABC).

Sob uma visão mais geral da C&T&I no Brasil, esse setor conta ainda com a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP – Inovação e Pesquisa), empresa pública vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e o Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC), que é um instrumento de articulação e aproximação da comunidade científica e tecnológica com empresas. Não obstante o quadro institucional brasileiro de C&T&I ser capaz de gerar conhecimento público suficiente para promover o crescimento agrícola, Vieira Filho (2012) chama a atenção para um aspecto determinante para que possam ser colhidos os frutos do conhecimento produzido nesse sistema: trata-se da capacidade de absorção dos agentes produtivos. No caso da realidade brasileira, o autor salienta que o benefício final de tal conhecimento público se torna limitado, já que ele é determinado pela capacidade de apropriação dos agricultores, aspecto que é crítico para o sucesso desse setor, como já salientaram Scoones et al (2008). Vieira Filho (2012) acrescenta que esse arcabouço ainda apresenta muita fragilidade na realidade contemporânea, mesmo sendo o Brasil considerado um exemplo de excelência na criação, acumulação e aplicação do conhecimento na produção agrícola. Entretanto, lembra que algumas regiões e tipos de cultivares no país conseguem ser bem-sucedidos nas ações realizadas pelos produtores, em termos de aumento da capacidade de absorção de novos conhecimentos introduzidos (RIBEIRO, 2015).

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inovação na agricultura tem um caráter complexo e não pode ser explicada por abordagens básicas sobre a origem e direção do avanço técnico: a de indução pela demanda (*demand-pull*), que considera as forças de mercado como principais determinantes do avanço técnico (determinantes endógenos à economia) e a de impulso pela ciência e tecnologia (*science and technology-push*), que considera a tecnologia como fator quase autônomo, pelo menos no curto prazo (determinantes exógenos à economia). Esta dicotomia, de acordo com Dosi (2006), não dá conta da diversidade e complexidade da

inovação em geral e, no caso específico da inovação na agricultura, muito menos. No setor agrícola, procurar definir uma inovação como de produto ou de processo, não é tão óbvio. De acordo com Schumpeter (1961;1989) e com as peculiaridades da inovação voltada para a produção vegetal e animal, ela poderia ser duplamente definida: como inovação de produto, uma vez envolve a introdução comercial de um produto que é novo para os clientes, e como inovação de processo, porque envolve o uso de uma nova abordagem para a criação ou comercialização de produtos existentes ou melhorados.

Quanto às suas determinantes, se a inovação na agricultura é uma demanda de produtores rurais dirigidas à instituição de pesquisa ou se é uma demanda de produtores rurais dirigidas à fabricantes de equipamento, em ambos os casos, é possível cogitar, de acordo com Hayami e Ruttan (1971), que se tratou inequivocamente de uma inovação induzida, mas que, no seu processo de concepção, se foi além da indução convencional, quando agricultores demandam soluções de seus problemas junto às instituições de pesquisa em ciências agrárias.

A melhor definição de todo o processo que envolveu a concepção geral e a P&D vem de Vieira Filho e Silveira (2012). Para estes autores a grande limitação dos estudos tradicionais, ao abordarem o crescimento agrícola, é a ausência de explicações concernentes à busca tecnológica por parte dos produtores e ao processo de aprendizado dos mesmos. Consideram, os autores, que a compreensão do setor agrícola deve identificar que nem todo o desenvolvimento tecnológico e geração de novos conhecimentos estão cristalizados nos insumos produtivos, sejam eles máquinas, adubos ou defensivos. A agricultura não funciona por meio de agentes receptores passivos de tecnologias. O que esses autores sugerem é que o processo de inovação na agricultura é estruturado dentro de complexos arranjos produtivos e de instituições (públicas e privadas) promotoras do conhecimento e envolvidas com o mercado de fatores para a agricultura. Neste sentido, analisar o sistema setorial é indubitavelmente a melhor forma de perceber a complexidade e a rede de interações que condicionam a inovação na agricultura.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E.R.A., SANTANA, C. A. M. y CONTINI, E. (2016): Extensão rural: seu problema não é a comunicação em VIEIRA FILHO, J. E.; GASQUES, J. G. (orgs) *Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade*. Brasília, Ipea.

ALVES, E. (2012): “Embrapa: a successful case of institutional innovation”. en MARTHA JUNIOR, G.B; FERREIRA FILHO, J. B. de S. (Orgs). *Brazilian Agriculture Development and Changes*. Brasília, Embrapa.

BATALHA, M. O., CHAVES, G. de L. D. y SOUZA FILHO, H. M. de. (2009): “C&T e I para a produção agropecuária brasileira: mensurando e qualificando gastos públicos”. *Revista de Economia e Sociologia Rural (RESR)*, Piracicaba, v. 47, n. 01, pp. 123-146, jan/mar.

- BELL, M. y PAVITT, K. (1993): "Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries". *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, pp. 157-21.
- BOCCHI, S., CHRISTIANSEN, S., OWEIS T., PORRO, A. y SALA, S. (2012): "Research for the innovation of the agri-food system in international cooperation". *Italian Journal of Agronomy*, v. 7, n. 36.
- BONACELLI, M.B.M., FUCK, M.P. y CASTRO, A.C. (2015): "*O sistema de inovação agrícola: instituições, competências e desafios do contexto brasileiro*". En BUAINAIN, A.M.; BONACELLI, M.B.M.; MENDES, C.I.C. *Propriedade intelectual e inovações na agricultura*. Brasília; Rio de Janeiro, CNPq, FAPERJ, INCT/PPED, Ideia D.
- CHAVES, R. de Q. (2010): *Inovatividade no Sistema Brasileiro de Inovação na Agricultura: uma análise baseada na política de cooperação internacional da Embrapa*. Tese (Doutorado em Agronegócios) – Programa de Pós-graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.
- CRESTANA, S. y DE MORI, C. (2015): "Tecnologia e inovação no agro: algumas tendências, premências e *drivers* de mudanças". En BUAINAIN, A.M.; BONACELLI, M.B.M.; MENDES, C.I.C. *Propriedade intelectual e inovações na agricultura*. Brasília; Rio de Janeiro, CNPq, FAPERJ, INCT/PPED, Ideia D.
- DOSI, G. (1988): "Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation". *Journal of Economic Literature*, Nashville, v. 26, pp. 1120-1171.
- DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. y SOETE, L. (1988): *Technical Change and Economic Theory*. London, Pinter Publishers Limited.
- DOSI G. (2006): *Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria de semicondutores*. Campinas, Editora da UNICAMP.
- FREEMAN, C. y SOETE, L. (2008): *A economia da inovação industrial*. Campinas, Editora da UNICAMP.
- FORAY, D. (2006): *L' economia della conoscenza*. Bologna, Il Mulino Universale Paperbacks.
- HAYAMI, Y., y RUTTAN, V. W. (1971): *Agricultural development: An international perspective*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- JARRETT, F.G. (1985): "Sources and Models of Agricultural Innovation". *Developed and Developing Countries. Agricultural Administration*, v. 18, n. 4, pp. 217-234.
- KLINE, S. J. y ROSENBERG, N. (1986): "An Overview of Innovation". en LANDAU, R. y ROSENBERG, N. *The Positive Sum Strategy*. Washington, DC, National Academy of Press.
- LABINI, P.S. (1989): *Nuove tecnologie e disoccupazione*. Roma, Laterza.
- LUNDVALL, Bengt-Åke. (1997): *National Systems and National Styles of Innovation DRUID/IKE-group*. University of Aalborg. Paper presented at the Fourth International ASEAT Conference "Differences in 'styles' of technological innovation" Manchester, September 2-4. Disponível em: <<http://www.business.aau.dk/~esa/evolution/docmaster/druidstuff/druidthemeC/papers/styles.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

MALERBA, F. (2009): *Sectorial Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge, Cambridge University Press.

MALERBA, F. y ORSENIGO, L. (1996): "Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific". *Research Policy*, v. 25, pp. 451-478.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. (1997): *Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. 2nd. ed. Paris, OECD Publications.

PAVITT, K. (1984): "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, Sussex / Brighton, v. 13, pp. 343-373.

PORTER, M.E. (1990): *The competitive advantage of nations*. New York, The Free Press.

POSSAS, M.L., SALLES-FILHO, S. y SILVEIRA, J.M.da. (1996): "An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks". *Research Policy*, vol. 25, pp. 933-945.

RIBEIRO, M. C. M. (2015): *Cooperação internacional em ciência e tecnologia: uma análise das experiências da Embrapa Semiárido*. Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador/Ba.

RUTTAN, V. W. (1973): Induced technical and institutional change and the future of agriculture. en Fifteenth International Conference of Agricultural Economists, 1973, São Paulo. *Anais...* São Paulo, Proceedings.

SCHUMPETER, J.A. (1961): *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura.

SCHUMPETER, J.A. (1988): *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo, Nova Cultural.

SCHUMPETER, J.A. (1989): *Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. Philadelphia, Porcupine.

SCOONES I., THOMPSON, J. y CHAMBERS, R. (2008): *Farmer First Revisited Innovation for Agricultural Research and Development*. Disponível em: <[www.future.agricultures.org/farmerfirst/files/Farmer\\_First\\_Revisited\\_Post\\_Workshop\\_summary\\_final\\_pdf](http://www.future.agricultures.org/farmerfirst/files/Farmer_First_Revisited_Post_Workshop_summary_final_pdf)>. Acesso em: 23 maio 2012.

SPIELMAN, D. J. (2005): Innovation Systems Perspectives on Developing-Country Agriculture: A Critical Review. *International Food Policy Research Institute*, Discussion Paper 2.

VIEIRA FILHO, J.E.R. (2012): Technological trajectory and learning in the agricultural sector. en Brazilian agriculture development and changes, 2012. *Annals of The Globelics International Conference, 10th, 2012*. Brasília, Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA)/ Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply.

VIEIRA FILHO, J. E. R. y SILVEIRA J. M. F. J. (2012): "Mudança Tecnológica na Agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado". *Revista de Economia e Sociologia Rural (RESR)*, Piracicaba-SP, v. 50, n. 4, p. 721-742, out/dez.

VON BERTALANFFY, L. (1968): *General systems theory: Foundations, development, applications*. New York, Braziller.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abastecimento agrícola 168

Adubação 33, 48, 51, 58, 59, 60, 62, 65, 67, 68, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 104, 122, 136, 142, 143, 153, 159, 162, 163, 164, 166, 184, 185, 187, 191, 192, 193

Agricultura familiar 59, 101, 142, 168, 169, 172, 173, 181, 182, 183, 185

Armadilhas 104, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Ativador de microbiota 64

### B

Bactérias 37, 43, 44, 45, 78, 81, 156, 157, 158, 161

Bioestimulantes 64, 71, 73

Bioprodutos 64

### C

Cigarrinha 100, 103, 109

Citogenética 49, 50, 52, 53, 54, 56

Coinoculação 155, 156, 157, 163, 164, 165, 166

### D

Doenças 85, 111, 118, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 150, 151, 152, 153, 160, 195

### E

Estresse hídrico 51, 87, 128, 129, 130, 133, 135, 136, 137, 153

### F

Fitoplasma 100, 101, 109, 111

Fósforo 44, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 80, 86, 98, 143

### G

Glycine max L. 64, 156

### I

Indicadores 201, 205, 207, 212, 214, 216, 218, 221, 224, 227, 228, 229

Inovação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28

### M

Manejo da adubação 184, 191

Metabólitos microbianos 64, 66

## **N**

Nanotecnologia 7, 12, 139, 141

Nitrogênio 44, 45, 51, 80, 83, 86, 87, 88, 96, 97, 98, 99, 123, 126, 140, 155, 156, 157, 159, 162, 163, 167, 189, 193

Nutrição vegetal 139

## **O**

Olericultura 112, 184

## **P**

Pastagem 45, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 93, 96, 98, 99

## **R**

Rendimento 48, 51, 64, 66, 72, 73, 77, 78, 80, 86, 122, 128, 139, 140, 143, 144, 146, 149, 150, 152, 155, 161, 163, 164, 165, 166, 193

## **S**

Seca 50, 51, 52, 58, 60, 61, 62, 64, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 79, 85, 86, 93, 96, 104, 106, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 153, 174, 185

Sistema de produção 58, 59, 141, 168, 172

Solos amazônicos 58

## **T**

Tratamento de sementes 139, 140, 143, 148, 153, 155, 156, 162, 163, 164, 165



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

  
Ano 2022



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

  
Ano 2022