

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ-UNIOESTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

**LEANDRO PAIOLA ALBRECHT**

**FILOSOFIA DA AGRONOMIA: ELEMENTOS  
EPISTEMOLÓGICOS E TRADIÇÕES DE PESQUISA**

TOLEDO  
27 de março de 2024

LEANDRO PAIOLA ALBRECHT

FILOSOFIA DA AGRONOMIA: ELEMENTOS EPISTEMOLÓGICOS  
E TRADIÇÕES DE PESQUISA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Filosofia do Centro de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, para a obtenção do título de Doutor em Filosofia

Área de concentração: Filosofia Moderna e Contemporânea

Linha de pesquisa: Metafísica e Conhecimento

Orientador: Prof. Dr. César Augusto Battisti

Coorientador: Prof. Dr. Douglas Antonio Bassani.

TOLEDO  
27 de março de 2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A341f Albrecht, Leandro Paiola  
Filosofia da Agronomia: elementos epistemológicos e tradições de pesquisa / Leandro Paiola Albrecht. - - Toledo, PR, 2024.  
203 f. : il. color.  
Orientador: Prof. Dr. César Augusto Battisti.  
Co-Orientador: Prof. Dr. Douglas Antonio Bassani.  
Tese (doutorado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências Humanas e Sociais, 2024.

1. Filosofia Moderna e Contemporânea. 2. Epistemologia do conhecimento. 3. Larry Laudan. 4. Epistemologia. I. Battisti, César Augusto, orient. II. Bassani, Douglas Antonio, co-orient. III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências Humanas e Sociais. Área de Concentração Filosofia Moderna e Contemporânea. IV. Título.

CDD 121

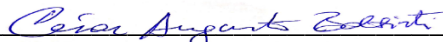
LEANDRO PAIOLA ALBRECHT

FILOSOFIA DA AGRONOMIA: ELEMENTOS EPISTEMOLÓGICOS  
E TRADIÇÕES DE PESQUISA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Filosofia do Centro de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná para a obtenção do título de Doutor em Filosofia.

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida e aprovada pela banca examinadora em 27/03/2024.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. César Augusto Battisti – (Orientador)  
UNIOESTE



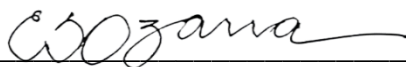
---

Prof. Dr. Wilson Antônio Frezzatti Jr.  
UNIOESTE



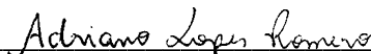
---

Prof. Dr. Marcelo do Amaral Penna-Forte  
UNIOESTE



---

Prof. Dr. Eduardo Salles de Oliveira Barra  
UFPR



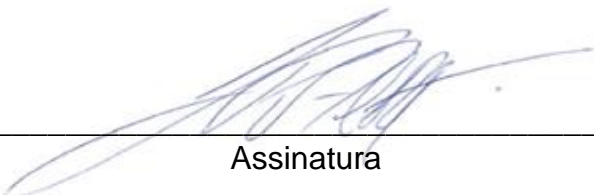
---

Prof. Dr. Adriano Lopes Romero  
UTFPR

## DECLARAÇÃO DE AUTORIA TEXTUAL E DE INEXISTÊNCIA DE PLÁGIO

Eu, LEANDRO PAIOLA ALBRECHT, pós-graduando do PPGFil da Unioeste, câmpus de Toledo, declaro que este texto final de tese é de minha autoria e não contém plágio, estando claramente indicadas e referenciadas todas as citações diretas e indiretas nele contidas. Estou ciente de que o envio de texto elaborado por outrem e também o uso de paráfrase e a reprodução conceitual sem as devidas referências constituem prática ilegal de apropriação intelectual e, como tal, está sujeito às penalidades previstas na Unioeste e às demais sanções da legislação em vigor.

Toledo, 27 de março de 2024.



---

Assinatura

*Trabalho dedicado à minha amada e  
abençoada esposa, Priscilla Fonseca  
Donato Albrecht, dádiva de Deus!*

## **AGRADECIMENTOS**

Muito agradecido, em primeiro lugar, a Deus, família e orientações. No entanto, são inúmeros os agradecimentos, dentre os quais destaco minha esposa, meu orientador e meu coorientador, os professores, as Universidades (UNIOESTE e UFPR) e todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a minha formação.

*“Pois o que o homem semear, isso também colherá.”*

Gálatas 6:7, Bíblia Sagrada.



## RESUMO

ALBRECHT, Leandro Paiola. Filosofia da agronomia: elementos epistemológicos e tradições de pesquisa. 2024. 203 p. Tese (Doutorado em Filosofia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2024.

A marcante produção científica da agronomia e seus resultados tecnológicos recentes, como em outras ciências aplicadas, merecem atenção histórica e reflexão filosófica, dada a importância que assume em debates contemporâneos relacionados à fome, à soberania alimentar e à sustentabilidade ambiental. A presente tese investiga elementos epistemológicos da agronomia como ciência, diante dos desafios e soluções que lhe são impostos na história. O problema central da proposta desta tese se concentra em uma investigação sobre a agronomia como ciência, seu desenvolvimento e tradições científicas concorrentes no cenário contemporâneo. Logo, a agronomia como ciência, alvo dessa proposta, torna-se problema a ser estudado, e é importante responder: O que é agronomia? Como ocorre a produção do conhecimento na agronomia? Como se apresenta a questão de progresso e tradições na agronomia? Para que seja possível chegar a estas respostas, é importante investigar e refletir sobre as ciências agrônomicas, sua história, como é produzido o conhecimento, como se organiza, como se desenvolve, como são as tradições, como é a dinâmica das tradições e como se modificam. Na construção da temática, a averiguação das hipóteses inclui a observação histórica e a conversação com autores que se vinculam a discussões mais recentes, dentro da epistemologia das ciências agrônomicas e das agrotecnologias, com uma perspectiva historicista da agronomia, ao utilizar a filosofia da ciência de Larry Laudan. Propõe-se que a agronomia é uma ciência sólida, em progresso a partir da solução de problemas, é marcada por grandes conquistas científicas e tecnológicas, influenciada por valores cognitivos, com diferentes tradições de pesquisa comensuráveis e concorrentes, marcada por uma evolução racional e reticular, de notável importância social e muito prolífica. Entende-se que os desafios prevalentes das ciências agrônomicas, seus momentos, suas tensões, sua evolução, seus dramas, as questões ambientais, sociais, políticas, econômicas e bioéticas, em si, são motivos de intensa ação e debate filosófico. Esses cenários provocativos são pressupostos e oportunidades na criação de uma filosofia da agronomia, para a qual esse trabalho se prontifica a lançar as bases a partir de discussão de elementos epistemológicos e das tradições de pesquisa nas ciências agrônomicas.

**Palavras-chave:** Agrônomico; Epistemologia; Filosofia da ciência; Larry Laudan.

## ABSTRACT

ALBRECHT, Leandro Paiola. Philosophy of agronomy: epistemological elements and research traditions. 2024. 203 p. Thesis (Doctorate in Philosophy) – Western Paraná State University, Toledo, 2024.

The remarkable scientific production in agronomy and its recent technological results, as in other applied sciences, deserve historical attention and philosophical reflection, given its importance in contemporary debates related to hunger, food sovereignty, and environmental sustainability. This thesis investigated epistemological elements of agronomy as a science, given the challenges and solutions imposed in history. The central problem of this thesis proposal focuses on an investigation into agronomy as a science, its development, and competing scientific traditions in the contemporary scenario. In this context, agronomy as a science, the target of this proposal, becomes a problem to be studied, and it is important to answer: What is agronomy? How does knowledge production occur in agronomy? How does the issue of progress and traditions in agronomy arise? To reach these answers, it is important to investigate and reflect on agronomic sciences, their history, how knowledge is produced, how it is organized, how it develops, what traditions are like, what the dynamics of traditions are like, and how they change. In the construction of the theme, the investigation of hypotheses included historical observation and conversation with authors linked to more recent discussions, within the epistemology of agronomic sciences and agrotechnologies, with a historicist perspective of agronomy, when using the philosophy of science of Larry Laudan. Agronomy is proposed to be a solid science in progress based on problem-solving and marked by great scientific and technological achievements, influenced by cognitive values, with different commensurable and competing research traditions, marked by a rational and reticular evolution, of notable social importance and very prolific. The prevalent challenges of agricultural sciences, their moments, their tensions, their evolution, their dramas, and environmental, social, political, economic, and bioethical issues are reasons for intense action and philosophical debate. These provocative scenarios are assumptions and opportunities in the creation of a philosophy of agronomy, for which this work sets out to lay the foundations through a discussion of epistemological elements and research traditions in agronomic sciences.

**Keywords:** Agronomic; Epistemology; Philosophy of Science; Larry Laudan.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1 O PENSAR EM UMA FILOSOFIA DA AGRONOMIA</b> .....	15
1.1 Justificativas de se fazer uma filosofia da agronomia.....	15
1.2 Estado da arte: estudos filosóficos em agronomia .....	18
1.3 Percurso metodológico e plano de ação.....	21
1.4 Conclusões .....	24
<b>2 CIÊNCIAS AGRONÔMICAS</b> .....	25
2.1 Agronomia: termo, significado e origem.....	25
2.2 Proposta de conceito de agronomia como conjunto de ciências aplicadas .....	27
2.3 As ciências da agronomia: uma proposição epistemológica .....	28
2.4 Conceitos importantes em ciências agronômicas .....	30
2.5 A amplitude da agronomia: “ciência das ciências agronômicas” .....	32
2.6 Agronomia: caráter da pesquisa agronômica .....	35
2.7 A necessária distinção entre agronomia, agrotecnologias e agricultura .....	38
2.8 Conclusões .....	42
<b>3 FILOSOFIA HISTORICISTA, AGRICULTURA E AGRONOMIA</b> .....	43
3.1 Uma síntese do historicismo na filosofia.....	43
3.2 A agricultura como precursora da agronomia na história.....	45
3.3 A origem e o desenvolvimento da agronomia como ciência moderna	49
3.4 Agronomia: sua breve e bem-sucedida história no Brasil .....	59
3.5 Como o desenvolvimento da agronomia costuma ser entendido .....	67
3.6 As “revoluções” e tradições na agronomia .....	69
3.7 Conclusões .....	84
<b>4 LARRY LAUDAN: PROBLEMAS E TRADIÇÕES DE PESQUISA</b> .....	86
4.1 Problemas como modelo racional de progresso .....	86
4.2 Problemas empíricos .....	88
4.3 Problemas conceituais .....	90
4.4 Problemas anômalos e não resolvidos .....	93

<b>4.5 Tradições de pesquisa.....</b>	<b>94</b>
<b>4.6 Axiologias, metodologias e teorias científicas.....</b>	<b>99</b>
<b>4.7 Conclusões.....</b>	<b>107</b>
<b>5 TRADIÇÕES DE PESQUISA NA AGRONOMIA.....</b>	<b>108</b>
<b>5.1 Interpretação de elementos da agronomia à luz da concepção de Laudan.....</b>	<b>108</b>
<b>5.2 As tradições agroecológica e convencional como concorrentes.....</b>	<b>114</b>
<b>5.3 Problemas empíricos na agronomia e o progresso.....</b>	<b>125</b>
<b>5.4 Problemas conceituais na agronomia e o progresso.....</b>	<b>129</b>
<b>5.5 Problemas agronômicos, tradições de pesquisa e progresso.....</b>	<b>131</b>
<b>5.6 As possibilidades alternativas de tradições na história recente da agronomia.....</b>	<b>134</b>
<b>5.7 Perspectivas de tradições de pesquisa da agronomia.....</b>	<b>147</b>
<b>5.8 Conclusões.....</b>	<b>151</b>
<b>6 ESTUDOS EM PESQUISA AGRONÔMICA.....</b>	<b>152</b>
<b>6.1 Sistema plantio direto e manejo do solo: tradições, reticulação e progresso.....</b>	<b>152</b>
<b>6.2 Um estudo laudariano sobre a matologia.....</b>	<b>171</b>
<b>6.3 Conclusões.....</b>	<b>183</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>184</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>186</b>
<b>Bibliografia primária.....</b>	<b>186</b>
<b>Bibliografia secundária (língua portuguesa).....</b>	<b>186</b>
<b>Bibliografia secundária (idioma estrangeiro).....</b>	<b>195</b>

## INTRODUÇÃO

A agronomia possui relevância diante das eminentes, senão urgentes, demandas, especialmente sociais e ambientais, além das questões econômicas, políticas e éticas, o que faz jus à atenção e reflexão filosófica. Como em outras áreas do conhecimento e voltada à produção de tecnologias, apesar de suas bases históricas na antiguidade, ela possui o alvorecer na modernidade, com intensificação das práticas científicas no século XX.

Nos séculos XX e XXI há o incremento das tensões epistêmicas e científicas, e considera-se também o acentuado progresso agrônomo, dentro de uma ótica de desafios constantes e propostas de soluções tecnológicas emergentes, com seus impactos que seguem a reboque, como os ambientais, sociais, bioéticos e econômicos. A ciência e a tecnologia, como no contexto agrônomo, são modeladoras da sociedade e modeladas historicamente pela sociedade que precisam ser analisadas, dentro de uma abordagem histórica, o que encontra respaldo em diversos filósofos, como Fleck, Kuhn, Lakatos, Feyerabend e Laudan. As ciências agrômicas como construtoras de conhecimento, de tecnologias e modificações na sociedade necessitam de uma reflexão filosófica detida e atenciosa ao seu progresso, valores e resultados. No entanto, infelizmente é escasso o marco teórico pertinente à abordagem filosófica sobre a agronomia, suas implicações e desafios. É importante responder: o que é a agronomia como ciência e como progride? A partir de uma criteriosa, descritiva, histórica e interpretativa revisão e discussão da bibliografia, admite-se ou cria-se a suposição de que é possível responder essa nobre questão, entre outras, ao longo do desenvolvimento desse trabalho.

O tema-alvo, portanto, é sobre elementos epistemológicos de uma filosofia da agronomia, diante do progresso de tradições de pesquisa. O problema central da proposta desta tese se concentra em uma investigação sobre a agronomia como ciência, seu desenvolvimento e tradições científicas concorrentes no cenário contemporâneo. Assim, a agronomia como ciência, alvo dessa proposta, torna-se um problema a ser estudado. Diante desse cenário são postas algumas indagações gerais e centrais a serem respondidas: Como ocorre

a produção do conhecimento na agronomia? Como se apresenta a questão do progresso, tradições e valores na agronomia?

As justificativas e hipóteses da tese foram relacionadas, portanto, dentro de abordagens epistemológicas, relacionadas às tradições de pesquisa, seu progresso e a produção de conhecimento. Nesta tese serão colocadas sob avaliação algumas hipóteses (na forma de indagações filosóficas, mas que podem ser interpretadas como propostas de trabalho), como as seguintes:

- 1 - A agronomia precisa de uma filosofia da agronomia?
- 2 - A agronomia é uma ciência e tem uma epistemologia?
- 3 - A agronomia pode ser explicada pela filosofia historicista da ciência?
- 4 - Seria apropriada uma abordagem historicista da agronomia pautada na perspectiva de Laudan?
- 5 - A geração de soluções a problemas contemporâneos é essencial ao seu progresso ou desenvolvimento?
- 6 - Existem diferentes tradições de pesquisas competidoras que podem ser conciliáveis e comensuráveis?
- 7 - Há exemplos históricos que validam a adoção da postura laudaniana de tradições de pesquisa para a agronomia?
- 8 - Estudos de caso podem exemplificar historicamente a aplicação da proposta de tradições e o modelo explicativo da ciência em Laudan para a agronomia?

Deste modo, a presente tese, no eixo temático da epistemologia, permeando as filosofias da ciência e da tecnologia, se põe como objetivo geral investigar elementos epistemológicos da agronomia e sua geração de conhecimento atual e seu progresso na história; e como objetivos específicos: caracterizar um histórico das ciências agrônomicas, como parte do que constitui o conjunto do fazer da humanidade e como produtora de conhecimento e tecnologias; relacionar abordagens epistemológicas influentes e explicativas ao progresso do conhecimento; demonstrar, a partir de exemplos históricos na agronomia, a validade da posição de Laudan; avaliar, em especial, a produção científica nos séculos XX e XXI, em estudos de casos com as tradições concorrentes e seu crescimento.

A tese foi conduzida e, em termos de sua organização, foi dividida em seis capítulos, cada qual com suas respectivas subdivisões, no intuito de responder os problemas da tese e analisar as hipóteses propostas nesta pesquisa. O primeiro capítulo, sob o título “o pensar em uma filosofia da agronomia”, confirma a hipótese de que uma filosofia da agronomia é necessária e justificada, além de dar um panorama sobre o escasso marco teórico e expor a trajetória metodológica. Após as reflexões do primeiro capítulo, que tem caráter essencial, mas introdutório, segue-se o capítulo 2 - “ciências agrônômicas” que responde “o que é agronomia afinal?”. Ao apresentar o que é a agronomia, esse capítulo traz conceitos, proposições, distinções e argumentações sobre a constatação de que a agronomia é uma ciência e tem uma construção epistemológica na história, ao caracterizar no seu bojo filosófico uma abordagem preliminar, exploratória e contextual. Os capítulos 1 e 2 são “abre-alias” para os demais capítulos, que são descritos sumariamente a seguir.

O capítulo 3 - “filosofia historicista, agricultura e agronomia” - responde a indagação sobre qual filosofia tem maior adesão epistemológica às ciências agrônômicas. Isso ocorre ao revelar o poder explicativo da filosofia historicista da ciência, seu regime de saber e sua conexão com outras abordagens possíveis dentro da epistemologia e seus autores. O capítulo 3 direciona e explica a adoção de Larry Laudan como autor central da tese, que tem sua filosofia discutida e aplicada no capítulo 4. Nos capítulos 5 e 6 são aprofundadas as argumentações em defesa da aplicação de Laudan e é explicada a evolução das tradições nas ciências agrônômicas, ao responder, por fim, questões acima descritas.

Isto posto, enquanto nos capítulos de 1 e 2, em termos de proposição epistemológica, é apresentada a agronomia para o leitor, justifica-se sua necessária filosofia e demonstra seu *status* epistemológico atual; os capítulos seguintes fazem uma filosofia amparada na perspectiva historicista de Laudan. Nos capítulos de 3 a 6 são confirmadas as seguintes hipóteses: a abordagem historicista da agronomia pautada na perspectiva de Laudan é adequada; a busca de soluções para problemas científicos contemporâneos é essencial ao progresso da agronomia; existem diferentes tradições de pesquisas competidoras que podem ser conciliáveis e comensuráveis. Para atingir uma

avaliação adequada das hipóteses, aprofunda-se filosoficamente na questão do desenvolvimento da agronomia, onde o foco é responder como ocorre a produção do conhecimento e da tecnologia na agronomia, seu progresso a partir da solução de problemas, suas tradições, e evidencia a adesão à proposta epistemológica explicativa da ciência em Laudan, em detrimento da de Kuhn e outros. No final da tese, em especial no capítulo 6, averigua-se e valida-se a seguinte hipótese: estudos de caso podem exemplificar de modo histórico a aplicação da proposta de tradições de pesquisa e o modelo explicativo da ciência em Laudan para a agronomia. O capítulo 6 é um desdobramento das afirmações hipotéticas assumidas no capítulo 5, onde fica evidente que diferentes tradições de pesquisa são concorrentes, mas podem ser conciliáveis e comensuráveis, no progresso laudiano, a partir do qual fatos históricos e científicos são interpretados e analisados de forma filosófica.

Portanto, considerar a importância da agronomia e o conhecimento gerados no contexto vigente, e, por sua vez, a escassez de conteúdo filosófico específico sobre o tema em foco, evidencia a necessidade de pesquisas e estudos como a deste trabalho. Tem-se necessidade de reflexões e investigações no tocante à intersecção das ciências agrônomicas, agrotecnologias e filosofia. Assim, a presente tese apresenta-se como uma proposta para alcançar um marco introdutório na construção formal de discussões no entorno de elementos de uma filosofia da agronomia, concernente à epistemologia de suas tradições de pesquisa.



## **1 O PENSAR EM UMA FILOSOFIA DA AGRONOMIA**

O objetivo central desse capítulo é ensejar uma jornada inicial à tese, colocando conceitos preliminares válidos, justificando o porquê é necessária uma filosofia da agronomia, fornecer um vislumbre do estado da arte e caracterizar os caminhos metodológicos assumidos.

### **1.1 Justificativas de se fazer uma filosofia da agronomia**

A filosofia se coloca como disciplina que se propõe a uma compreensão aprofundada e sistemática das questões fundamentais inerentes à existência, à realidade, à moralidade e ao conhecimento. Dessas reflexões surgem suas grandes áreas, como a metafísica, ética e epistemologia, lógica etc. Logo, a partir de uma postura crítica e reflexiva, os filósofos, através de filosofias, como é a filosofia da ciência, formulam indagações de índole complexa, à procura de articular respostas e conceitos que, com frequência, não só desencadeiam um processo contínuo de inquirição, mas também suscitam novas interrogações e pesquisas.

A natureza da filosofia, portanto, delineia-se como um perpétuo exercício de análise metódica e conceitual rigorosa, que almeja não apenas a elucidação da intrincada complexidade do mundo e da vida, mas também a proporcionar uma compreensão mais perspicaz e refinada do pensar e fazer humano, seus dilemas e seus desafios. Nesse sentido, as áreas da filosofia, como a epistemologia aplicada à filosofia da ciência, procuram desbravar os recônditos teóricos e práticos, a partir do pensamento crítico e da avaliação reflexiva.

A epistemologia, enquanto disciplina filosófica, direciona seu foco à análise criteriosa dos alicerces da natureza e da extensão do conhecimento humano, como é o caso do conhecimento científico e seus desdobramentos, aplicado ao caso do conhecimento agrônomo e seus artefatos tecnológicos. Em sua busca conceitual, ela se empenha na compreensão dos processos pelos quais o conhecimento é adquirido, e na investigação de sua formação e limites, ao visar estabelecer os critérios pelos quais uma crença pode ser legitimada e

ascender à categoria de conhecimento válido (como crenças validadas ou justificadas).

A ciência (como é a agronomia), nessa perspectiva epistemológica, é uma forma metódica, plural e sistemática de produzir conhecimento válido e justificado de modo epistemológico, por comunidades ou grupos de pesquisadores. A ciência pode ser concebida como uma forma moderna e pós-moderna de conhecimento, que é utilitária e pragmática, no seu emprego cotidiano, de modo a explicar o universo, o mundo, a natureza e a resolver problemas teóricos e empíricos, dos quais podem derivar tecnologias úteis para a sociedade. A ciência, no seu espectro maior, é formada por “outras ciências”, como é a agronomia, que, por sua vez, também são compostas por outras “ciências” ou especialidades. Cada campo científico ou especialidade é formado, composto e mantido por agentes humanos, que são os cientistas ou pesquisadores, que entre si formam as denominadas comunidades ou grupos de especialistas. As comunidades científicas, especializadas dentro de suas áreas, invocam autoridades e prerrogativas, que lhes permitem naturalizar e normatizar teorias, métodos e valores, que são norteadores do progresso científico. Alguns destes temas e conceitos abordados podem ser vistos na filosofia de Laudan, filósofo que servirá de base para algumas análises propostas por esta tese.

Pode-se dizer que a filosofia da ciência é uma área a serviço do entendimento das ciências, e a agronomia será nosso foco de análise. Esses pontos são relevantes de serem destacados, pois desse modo uma filosofia da agronomia se mostra plausível. Até aqui, vislumbra-se que a filosofia da agronomia pode ser necessária, aí reside de modo parcial a primeira justificativa que não se baseia apenas na relevância da ciência ou filosofia da ciência, mas em argumentos que serão aprofundados nos capítulos de 4 a 6. No entanto, segue uma questão que precede: existe uma filosofia da agronomia?

A resposta para a pergunta supramencionada é um retumbante não! Infelizmente não há um campo de estudo da filosofia dedicado à investigação agrônômica, pelo menos não estruturado, consolidado, com comunidade vigorosa, número de trabalhos acadêmicos publicados expressivo e muito menos revistas especializadas ou congressos organizados. Portanto, uma segunda justificativa para a pesquisa em filosofia da agronomia é que ela não

existe, que precisa ser criada, ou pelo menos nominada e fomentada como tal, já que um marco filosófico significativo não se faz explícito.

A agronomia é um campo significativo e vasto de pesquisa e prática tecnológica ativa e transformadora, que produz enorme quantidade de conhecimento e tem grande potencial de impacto tecnológico na sociedade, seja econômico, ambiental e social. Destacam-se os seguintes pontos no debate atual (onde a agronomia é central):

1 – fome: demanda mundial de alimentos, segurança e soberania alimentar;

2 – sustentabilidade ambiental: conservação de recursos naturais renováveis, preservação do meio ambiente e mudanças climáticas;

3 – pontos polêmicos ou controversos ou de necessária reflexão/ação: agrotóxicos; transgênicos; RNAi (interferência na expressão gênica); CRISPR/Cas9 (Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespaçadas - edição gênica - Cas9 é uma proteína associada que age como "tesouras moleculares" - permite editar genes, adicionando, modificando ou desativando genes específicos em organismos vivos); viabilidade de práticas convencionais de agricultura/agronomia; viabilidade de alternativas como a agroecologia (entendendo aqui como parte da agronomia, já que o termo pode ser bem polissêmico);

4 – compreender e acolher a diversidade e pluralidade do rural: as ruralidades (o tema será mais bem explorado em próximo capítulo) são âmbito de atenção, pois nele não estão apenas nossos recursos vitais, mas principalmente porque no rural estão comunidades originárias, tradicionais e camponesas, que precisam ser de forma democrática e justa consideradas, pelo seu valioso contributo econômico, social, cultural, político e epistêmico.

Assim, como conduzido até agora, uma filosofia da agronomia pode ser justificada em três eixos primordiais, revisa-se: (1) estudos em filosofia da agronomia são válidos; (2) não existe um marco teórico significativo em filosofia da agronomia; (3) as ciências agrônômicas são relevantes no mundo contemporâneo. Logo, uma filosofia da agronomia está justificada!

Ao refletir filosoficamente sobre a agronomia, para formular uma filosofia desse campo, é necessário examinar as ciências agrônomicas, analisar e criticar (se necessário) suas suposições adjacentes, esclarecer conceitos, metodologias e valores a ela pertinentes e/ou que integram a agronomia com outros campos. Ciente do grande desafio de se constituir uma filosofia da agronomia, nessa tese serão invocadas apenas discussões de elementos epistemológicos passíveis de responder adequadamente as seguintes questões que levaram aos objetivos desse trabalho, são elas: Como ocorre a produção do conhecimento na agronomia? Como se apresenta a questão de progresso, tradições e valores internos na agronomia?

No intuito de responder as perguntas postas acima, e tendo em vista que a filosofia opera no nível de pressupostos, ao esclarecer e justificar as pressuposições da agronomia (por exemplo), aqui nessa tese serão adotados de modo prioritário os pressupostos filosóficos de Larry Laudan. A jornada para se chegar a essa posição, um pouco mais de história e o porquê de Laudan, estarão expostos nos próximos tópicos e capítulos.

## **1.2 Estado da arte: estudos filosóficos em agronomia**

O objetivo do presente tópico não é apresentar uma revisão bibliográfica, ou esgotar possíveis temas correlatos às ciências agrônomicas, ou filosofia da ciência e muito menos uma filosofia da agronomia. Visto que grande parte do marco teórico trazido para discutir o tema da tese está inicialmente colocado nos capítulos 2 e 3, com exposição argumentativa mais presente entre os itens 3.5 e 3.6 do capítulo 3. O seio desse tópico é dar horizontes conceituais sobre “estado da arte” e marco teórico, ao antecipar referenciais conectados a uma potencial filosofia da agronomia.

O conceito de "estado da arte" é alusivo a um campo de conhecimento específico teórico ou prática em um dado ponto temporal, que abarca, assim, o conjunto abrangente e contemporâneo das técnicas, teorias, valores, métodos descobertos e saberes consolidados em uma esfera particular, como é o caso da agronomia ou da filosofia da agronomia. Quando se empreende uma revisão

em um domínio acadêmico, o propósito subjacente consiste na busca por uma compreensão e na apresentação do que se formata como a pesquisa e a geração de conhecimento naquele domínio específico, logo, isso compreenderia o estado da arte atual.

A análise crítica do estado presente do conhecimento não apenas serve como uma plataforma elucidativa, mas também como um alicerce substancial para a identificação de lacunas epistêmicas, desafios próprios e potenciais direções a serem tomadas no futuro da área em questão. Nesse ínterim, o exame do estado da arte não apenas informa sobre o panorama vigente, mas também delinea os contornos prospectivos e as trajetórias possíveis para o avanço e a evolução da disciplina, como é o caso de uma filosofia da agronomia, conferindo-lhe uma dimensão prospectiva de considerável relevância.

A relação entre estado da arte e marco teórico está no fato de que o estado da arte informa sobre o macroestado atual da produção de conhecimento, enquanto a construção do marco teórico refere-se à revisão das fontes, ao promover a identificação de teorias, de modelos e lacunas no conhecimento. Essas informações do marco teórico são incorporadas ao estado da arte, que serve como base para o desenvolvimento da pesquisa. Assim, estabelecer um marco teórico sólido leva a uma base consistente em termos conceituais, metodológicos e valorativos, que promove novas trajetórias e aprofundamento na investigação acadêmica.

A dolorosa constatação é que o marco teórico em filosofia da agronomia é escasso ou mesmo inexistente nesses termos, o que permite supor que o estado da arte ou estado da produção de conhecimento atual é raso ou ausente. A presente situação leva a desafios na busca bibliográfica, mas enseja uma “janela de oportunidade” na construção de um marco teórico epistemológico que proporcione elementos constitutivos para uma filosofia da agronomia, ou pelo menos apontar alguns elementos epistemológicos ligados a teorias, desenvolvimento do conhecimento e tradições.

As fontes bibliográficas no quesito filosófico estão restritas a alguns autores brasileiros e internacionais, especialmente norte-americanos e europeus (no exterior). Na maioria dos casos, a filosofia é algo secundário e imiscuído nas outras áreas em destaque na produção concernente à agronomia, como a

sociologia rural, a deontologia profissional do engenheiro agrônomo, a história da agricultura e a extensão rural.

Não há pesquisas ou pesquisadores no Brasil que propuseram uma forma filosófica consistente e epistêmica de avaliar a agronomia. Alguns discernimentos e ponderações filosóficas e históricas sobre agronomia e adjacências foram trazidas apenas por autores como Almeida, Baiardi, Borsatto e Carmo. Por exemplo, Baiardi (2004a, 2004b; 2017), apesar de mencionar as revoluções na agricultura, ao associar a agronomia com a agricultura, tende a traçar um desenvolvimento linear e cumulativo ao longo da história, o que não se evidenciará correto ao longo dessa tese, a partir das concepções historicistas de Laudan. De outro lado, Almeida (2000) e Borsatto e Carmo (2012) adotam uma linha mais próxima dos filósofos historicistas, mas tendem a assumir uma postura kuhniana, valorizando as revoluções e atestando certa incomensurabilidade nos paralelos evolucionários das ciências agrônomicas com a tradição de pesquisa agroecológica. Como ver-se-á mais adiante melhor, e já foi justificado de certa forma, a agronomia será explicada pelo modelo epistemológico laudiano, onde as revoluções são eventos raros e as tradições de pesquisa são comensuráveis. Dessarte, reforça-se que estas constatações serão mais bem exploradas nos próximos capítulos.

No espectro internacional, muitos autores trazem até uma profundidade maior, ao tratar filosoficamente assuntos circundantes às temáticas das ciências agrônomicas. No entanto, esses mesmos autores não se arriscam a fazer uma epistemologia da agronomia, ou uma filosofia das ciências agrônomicas. Autores como Hillison *et al.* (1996), Thompson (2009), Scott (2018), Falvey (2020), Vajari *et al.* (2020), Young *et al.* (2021) e Wei *et al.* (2022) promovem uma determinada filosofia agrotecnológica, ou mesmo uma filosofia da tecnologia aplicada ao agrícola, não incidindo suas pesquisas sobre elementos epistemológicos da agronomia, suas tradições e progresso histórico exemplificado como ciência. Esses autores e seus respectivos trabalhos valorizam discussões centradas em modelos de produção de alimentos, impactos da agricultura (Young *et al.*, 2021), na engenharia e tecnologias envolvidas na agricultura (Vajari *et al.*, 2020), aspectos relacionados à genética e bioética (Scott, 2018; Wei *et al.*, 2022), entre outros temas mais ligados a artefatos tecnológicos/agrotecnológicos e suas

aplicações (Hillison *et al.*, 1996; Thompson, 2009), ou mesmo uma filosofia da agricultura (Falvey, 2020) e não da agronomia.

No entanto, como já se discutiu aqui nessa tese (e continuará), a agronomia é mais do que agricultura ou produção de tecnologias pela sua vertente de ciência aplicada. Embora não haja uma disciplina formalmente estabelecida, denominada "filosofia da agronomia", é possível aplicar de maneira substancial os princípios filosóficos. É possível aplicar os pressupostos epistemológicos de Larry Laudan para analisar e compreender as questões fundamentais que estão intrínsecas e presentes na prática e no estudo da agronomia, sob a forma de tradições de pesquisa.

### 1.3 Percurso metodológico e plano de ação

O que segue será quase que o relato de uma saga em busca de respostas aos problemas postos inicialmente na tese, no sentido de atingir os objetivos traçados no presente trabalho. No caminho que foi feito, a primeira pergunta foi: a agronomia necessita de uma filosofia da agronomia? Essa pergunta já foi respondida no tópico anterior e pode-se dizer que sim. Em síntese, justifica-se porque uma filosofia da agronomia é importante, uma vez sabido que não há produção específica na literatura nacional e internacional, o que evidencia a relevância e urgência de se fazer uma filosofia da agronomia, que é o que esta tese se coloca na tarefa em sentido epistemológico ao discutir alguns elementos.

O objetivo primário continua, em ampla medida, sendo o mesmo desde o início, que é a investigação epistemológica da agronomia e sua resultante criação de conhecimento e progresso. No entanto, algumas indagações, como a do parágrafo anterior (a agronomia demanda de uma filosofia da agronomia?), continuaram, enquanto outras questões surgiram, substituindo as anteriores, o que levou a novos objetivos específicos e a procura de um autor base, no sentido de dar foco na tese, autor esse que se tornou Laudan.

No processo de seleção de propósitos e assertividade no foco da tese, para que ela seja factível e consistente, ficaram algumas outras perguntas, como: o que é agronomia? qual a história da agronomia?; a agronomia pode ser

explicada pela filosofia historicista da ciência?; como a agronomia se desenvolve na história? Desses problemas e enfoques surgiram outras perguntas e os objetivos específicos atuais, a saber: caracterizar um histórico da ciência agrônoma, como parte do que constitui a humanidade e como produtora de conhecimento e tecnologias; relacionar abordagens epistemológicas influentes e explicativas ao progresso do conhecimento; demonstrar, a partir de exemplos históricos na agronomia, a possibilidade interpretativa da filosofia de Laudan; avaliar, em especial, a produção científica nos séculos XX e XXI, em estudos de casos com as tradições concorrentes e seu crescimento.

Por conseguinte, objetivos que estavam no horizonte antes deixaram de existir ou foram incorporados em outros, às vezes servindo apenas para uma atividade exploratória inicial na escolha de temas, ou ainda para subsidiar discussões secundárias (ou, então, vão ficar para uma nova empreitada de pesquisa em pós-doutorado). Alguns objetos anteriores se centravam em perguntas como a agronomia pode ser interpretada como ciência, ou tecnologia, ou tecnociência (“ciência + tecnologia = tecnociência”)?; qual filosofia teria melhor poder explicativo sobre a agronomia: lógico-empirista, Popper, Thomas Kuhn, Larry Laudan, Paul Feyerabend, Lacey, Feenberg, ou outra?; como é a relação entre agronomia e valores externos?; como se configura a faceta tecnocientífica da agronomia e suas responsabilidades na contemporaneidade?; o que seria uma teoria ou modelo agrônomo?; a criação dos estatutos epistemológicos da agronomia?; o debate realismo e antirrealismo é importante para a agronomia?; qual o papel dos valores externos para as ciências agrômicas?; a intersecção entre uma filosofia e sociologia da agronomia?; o fenômeno da pós-verdade é uma constatação na agronomia e qual a sua importância?; a interpretação da agronomia através da fenomenologia e da hermenêutica filosófica é possível?; qual a relação entre bioética e agronomia? Assim como alguns estudos de caso foram deixados de fora a presente versão.

A partir dos objetivos mantidos e propósitos centrais para o empreendimento atual, houve uma construção da fundamentação teórica que subsidiou as discussões históricas, análise e interpretações, que foi bibliográfica, e o procedimento foi baseado na seleção de referências. O critério utilizado para a escolha das obras consultadas, na composição do estado da arte, foi a adoção



de marcos teóricos nas filosofias da ciência e tecnologia, e seus comentadores, dentre as correntes e abordagens epistemológicas. Há opção de foco na literatura pertinente à filosofia da ciência desde o início, com atenção em escritos de Larry Laudan (1981, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1990, 1996, 2011), além de outros filósofos e comentadores (Assis, 2018; Batista; Peduzzi, 2019; Bezerra, 2003, 2012, 2014; Diéguez, 2022; Gaeta; Lucero, 2003; Guillaumin, 2008; Guitarrari, 2004; Laudan; Laudan, 2016; Laudan *et al.*, 1988; Rosenberg, 1990; Salvi, 2011; Santos *et al.*, 2018; Seus, 2020; Tuchanska, 2012). Algumas das obras de Larry Laudan foram centrais (1984, 2011) e as ponderações sobre a adoção do filósofo e obras serão melhores consideradas adiante. O trabalho se constituiu fundamentado em Laudan que, em alguns momentos/capítulos, a tese parecerá uma leitura laudaniana da agronomia.

Por conseguinte, alguns autores de destaque e suas principais obras, antes aventados, perderam o protagonismo na trajetória dessa tese, ficando apenas em breves citações, como é o caso de Abrantes (2011) na filosofia da biologia; Baiardi (2004a, 2004b; 2017) nas suas abordagens sobre agronomia e história; Fleck (2010), Popper (2013), Kuhn (2013), Feyerabend (2011), Hacking (2012) e Kitcher (2001), no tocante à filosofia da ciência; Feenberg (2022), Bensaude-Vincent (2013), Cupani (2017) e Hans Jonas (2006), no tocante à tecnociência e filosofia da tecnologia; e Lacey (2022) no que se refere à ciência e aos valores.

Assim, na construção filosófica, ao que concerne às ciências agrônomicas e às agrotecnologias, foi dada atenção à reflexão a partir de marcos teóricos em uma metodologia que pretende, pela leitura e conversação com autores que se vinculam à discussão mais recente, dentro da epistemologia da ciência e tecnociência agrônômica, entre outros, as articulações e exposições dos argumentos da tese. E, no atender dos objetivos, foram procuradas obras na área agrônômica e suas conexões, como as de Borsatto e Carmo, (2012); Primavesi, (2021); assim como na literatura geral e histórica, a exemplo de Mazoyer e Roudart, (2010); e outras obras que permitam a intersecção entre filosofias da ciência e tecnologia e a agronomia, como obras de Thompson (2009, 2018). No entanto, houve dificuldade, sobretudo, no acesso aos artigos e livros, pois há escassez nesse segmento quando se pretende construir uma

filosofia da agronomia, a partir da discussão de elementos epistemológicos, ligados ao desenvolvimento das ciências agrônomicas e tradições de pesquisa.

Por fim, os procedimentos metodológicos adotados foram ligados aos problemas, aos objetivos e à fundamentação metodológica da pesquisa. Foi conduzido um trabalho de investigação qualitativa, que estabelece aproximação com os objetivos gerais e específicos, de modo investigativo, descritivo, histórico e interpretativo. As bases metodológicas da presente pesquisa se apoiam em pressupostos pertinentes da metodologia de pesquisa filosófica e científica (Marques, 2006; Kahlmeyer-Mertens *et al.*, 2007; Marconi; Lakatos, 2010), baseada em uma análise histórica e reflexiva das ciências agrônomicas, com foco em autores da filosofia da ciência, como Larry Laudan (1984; 2011).

#### **1.4 Conclusões**

Uma filosofia da agronomia é necessária em razão da validade de estudos filosóficos, a ausência de marco teórico significativo em filosofia da agronomia e a constatação de que as ciências agrônomicas são relevantes no mundo contemporâneo. O estado da arte ainda é incipiente em estudos epistemológicos da agronomia. A partir de Larry Laudan, tais estudos irão contribuir para se alcançar o objetivo central dessa tese, que é investigar as tradições de pesquisa na agronomia e a sua produção de conhecimento e progresso na história.

## 2 CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

Em capítulo anterior afirmou-se a compreensão da plena relevância da filosofia, aqui se destaca o papel da epistemologia, dentro do contexto das filosofias da ciência, com papel reflexivo sobre a agronomia, em seu contexto histórico. O enfoque do presente capítulo é delinear, dentro dos objetivos gerais e específicos da tese, uma posição inicial sobre o que é agronomia. No presente capítulo será corroborada a hipótese de que a agronomia é uma ciência e tem elementos epistemológicos, como teorias, modelo de desenvolvimento e tradições. A proposta do capítulo é responder as seguintes indagações: qual o significado da agronomia? A agronomia é uma ciência? Por que a agronomia é uma ciência? Quais os elementos que fazem parte da agronomia como ciência ou tecnociência?

As respostas às perguntas descritas acima estarão explicitadas nas subdivisões do presente capítulo. As respostas, mesmo que breves e, assim, sem o propósito de esgotar o assunto, são pertinentes, pois servirão como base para o desenvolvimento dos capítulos seguintes. Portanto, o atual capítulo é também “abre alas” para a tese, já que na sequência serão aprofundados elementos que compõem a história, a epistemologia da agronomia e discutidos os casos científicos e históricos nas ciências agronômicas.

### 2.1 Agronomia: termo, significado e origem

O objetivo aqui nesse item é fornecer componentes etimológicos e históricos para responder à seguinte questão: o que é agronomia? A agronomia é um referente com origem etimológica no grego, pela junção do prefixo “agro” (αγρό), mais o sufixo “nomia” (νομός). Observa-se que “agro” (αγρό) ou “agrós” (αγρός) guardam relação com o termo campo (πεδίο), ou agricultura (γεωργία) ou ainda agropecuária (καλλιέργεια). Enquanto “nomia” tem atrelo a “nomos” (νόμος), ou “norma” (πρότυπο), ou ainda mais específico à palavra “lei” (νόμος). A fusão dos termos originários leva à palavra agronomia (αγρό + νομός).

= *αγρονομία*), que em uma tradução livre pode ser “leis do campo” ou “normas para uma agricultura”.

Na Grécia antiga, a agronomia podia ser entendida como o referencial ou conhecimento prático do qual era dotado o “agrônomo” (*αγρονόμος*) ou o imbuído do título de “agros nomos” (*αγρός νομός*). Esse indivíduo era o responsável ou gerente dos campos (*χωράφια*) externos à *polis* grega (também denominada de “cidades-estados” gregas). Esses campos poderiam ser compostos do “agris” ou “agro” (*αγρό*), destinados à agricultura (*γεωργία*) ou criação de animais (*κτηνοτροφία*), mais distantes da *polis* e com maiores extensões. O “agrônomo” (*αγρονόμος*) também supervisionava ou cuidava do *hortis* (*λαχανικά*) ou hortas (*λαχανόκηπους*), assim como dos pomares (*περιβόλια*), em áreas menores e mais próximas da *polis*. Com essas atribuições ou funções do agrônomo, como detentor do conhecimento especializado (agronomia), que remonta à Grécia antiga, é que, de certa forma, permanece até hoje vigente o mesmo âmbito de atuação agrônômica, seja como ciência (aqui entendida como campo de conhecimento) ou profissão (compreendida pela atuação do indivíduo formado ou douto em agronomia).

Isto posto, a origem da agronomia, assim como suas especialidades, tem suas terminologias amparadas nas tradições milenares, ou seja, adota prefixos e sufixos gregos. Por exemplo, fitotecnia é uma especialidade ou ciência das ciências agrônômicas, e etimologicamente (do grego) significa técnica de plantas (ou estudo das plantas para produção vegetal). A fitotecnia tem subdivisões ou especialidades como a agricultura e a horticultura, que são estudos sobre os cultivos (cultura), com objetivos mais específicos, a identificar-se como as grandes culturas (agri – campo – agricultura) e hortas/pomares (horti – hortas – horticultura). E, de modo correlato, com na Grécia Antiga onde havia o responsável pelos campos (distante das pólis) e hortas/pomares (próximo às pólis), hoje há também os responsáveis pelos cuidados e estudos (agrônomos – norma do campo).

## **2.2 Proposta de conceito de agronomia como conjunto de ciências aplicadas**

O objetivo do presente tópico é responder conceitualmente à seguinte questão: a agronomia é uma ciência? A partir desse panorama inicial é possível ensejar o conceito, mesmo que dinâmico, da agronomia. A agronomia como conjunto de ciências do rural, que trata do manejo da terra, da agricultura, da horticultura, da silvicultura e da agropecuária, além do que ele envolve e do que ele implica. A agronomia é praticamente tão antiga quanto a humanidade; ela tem mudado de perfil ao longo dos tempos, mas tem permanecido como um conjunto de ciências que lida com o rural e propicia alimento e outras matérias-primas ao ser humano e aos demais seres que habitam este planeta. Assim, as ciências agrônomicas tratam do “campo” com o fim específico de, por cultivo e manejo, extrair dele o que necessitamos em termos de alimentos, matéria-prima e serviços ambientais.

A agronomia como ciência pode ser entendida como uma configuração estruturada de ciências no sentido pleno do termo, da mesma forma como medicina é compreendida como ciências médicas, ou a farmácia pode ser conhecida como ciências farmacêuticas. Logo, aqui nessa tese, agronomia e ciências agrônomicas serão tratadas como sinônimos no sentido prático. Em vista disso, as especialidades da agronomia são ciências, a exemplo - a ginecologia é uma ciência dentro da medicina, ou a farmacognosia é uma ciência dentro da farmácia.

A configuração estruturada da agronomia em ciências ocorre, mesmo que isso proporcione dificuldades de caracterizá-la e por mais que isso faça ela divergir de outras ciências e tecnociências: essa abordagem será aqui utilizada. Isso significa que ela tem objeto próprio de estudo e de intervenção ampla (manejo da terra e do campo em si – os agroecossistemas), que ela se pauta por critérios e procedimentos metodológicos aceitos como científicos e que traz resultados, processos e produtos tecnológicos baseados no que se entende por conhecimento científico, que cria modelos e teorias, dentro do contexto de tradições de pesquisa.

De modo distinto das ciências de cunho mais teórico, as ciências agrônômicas têm componentes aplicados, práticos e técnico-científicos muito fortes. Sob este aspecto, ela pode ser denominada como tecnociência à luz da contemporaneidade, em razão de ter como objetivos tanto a produção de artefatos tecnológicos quanto a incorporação de toda a tecnologia que, disponível em uma época histórica, permita que ela seja mais fecunda e produtiva quanto à sua finalidade prática. Nesse sentido, a agronomia é um corpo de ciências aplicadas, com dimensão multidisciplinar (muitas disciplinas) e interdisciplinar (disciplinas que se relacionam em contribuição), dado que se serve de conhecimentos provenientes de vários outros campos científicos, desde as grandes áreas da ciência propriamente ditas, como a física, a biologia e a química, quanto as ciências humanas aplicadas, como a sociologia e administração, e a matemática; esta última conferindo-lhe “ares” de engenharia (daí provêm a denominação engenheiro agrônomo).

### **2.3 As ciências da agronomia: uma proposição epistemológica**

O objetivo do item é solucionar o seguinte problema para esse capítulo: por que e como a agronomia é uma ciência? A agronomia tem também forte diálogo e faz uso dos conhecimentos formados em outras áreas aplicadas da ciência. Dentro do seu estágio atual, podemos citar sua interação significativa com a geologia, a pedologia, a ecologia, a ecofisiologia, a computação, a climatologia, a biotecnologia, a nanotecnologia, as engenharias de matérias e de construções etc. Esse compartilhamento de conhecimento a transforma em uma ciência em constante diálogo e interação com as demais, o que potencializa seu caráter tecnocientífico, que é multidisciplinar (formada por muitas disciplinas) e interdisciplinar (usa conhecimento de muitas áreas).

Por sua vez, na medida em que a agronomia é, como corpo estruturado, a ciência do rural ou do campo, da agropecuária e da agroindústria, ela pode ser desdobrada em outras ciências, áreas ou especialidades; assim citam-se a fitotecnia, estudo dos solos, a zootecnia, a fitossanidade, a engenharia rural, os alimentos, a ambiental e a gestão. A fitotecnia é dividida em agricultura (grandes

culturas), horticultura, forragicultura e silvicultura. A área de solos é dividida em edafologia, taxonomia do solo, manejo do solo e nutrição/saúde do solo. A zootecnia é dividida em alimentação e manejo animal, criações de ruminante e não ruminantes. A fitossanidade (ou proteção de cultivos) é dividida em fitopatologia, entomologia agrícola e matologia (ciência das plantas daninhas). A engenharia rural é dividida em construção rural, ambiência rural, climatologia e meteorologia agrícola, hidrologia e bacias hidrográficas, irrigação, drenagem e mecanização. A parte de alimentos pode ser segmentada em bromatologia, processamento de alimentos e agroindústrias. A vertente ambiental é desdobrada em recursos florestais, ecologia agrícola, preservação e conservação do meio ambiente e recursos naturais renováveis. E, por fim, no tocante à gestão, há subdivisões possíveis, como administração rural, contabilidade rural, economia rural, legislação e política rural, sociologia e extensão rural.

As especialidades ou ciências supramencionadas são propostas divisórias, inclusive notadas nas grades curriculares de um curso de agronomia tradicional. No entanto, mais subdivisões podem ser alçadas, a título de exemplo, citam-se mais subdivisões dentro da fitotecnia, como a disciplina de agricultura dividida em oleaginosas, proteicas, fibrosa, estimulantes, amiláceas e energéticas; horticultura particionada em olericultura, fruticultura, plantas medicinais, aromáticas, condimentares e ornamentais; forragicultura, em agrostologia e conservação forrageira; silvicultura em dendrologia e manejo florestal. Essas propostas práticas e usuais de subdivisão da agronomia como ciência lhe permitem ser identificada como uma ciência ampla, mesmo dentro de uma tradição convencional da agronomia. As especialidades são relevantes no desenvolvimento científico e tecnológico, além de revelar o caráter não reducionista, pois se multiplicam em áreas interconectadas. Tais áreas não estão desassociadas das práticas científicas interdisciplinares, dentro do contexto rural, agrário, agrícola, florestal, agropecuário e agroindustrial.

Em suma, as ciências agronômicas são isso! Isso o quê? Como anteriormente conduzido em afirmações, a agronomia, em suas tradições, é uma ciência multi e interdisciplinar, que adota, nas suas mais diferentes especialidades, conhecimentos de outras ciências, aplicados ao campo (agro),

para gerar novas teorias, modelos e tecnologias ajustáveis às mais diferentes circunstâncias onde estão imersas. A agronomia é um bloco constituído de ciências dos âmbitos conceituais do rural, do agrário, do agrícola, do florestal, da agropecuária e do agroindustrial. No entanto, o que seriam esses conceitos?

## **2.4 Conceitos importantes em ciências agronômicas**

O objetivo do tópico é clarificar e postular conceitos, com validade epistêmica e importantes, no entender da agronomia como ciência ou conjunto de ciências agronômicas. Os conceitos aqui criados e apresentados serão válidos no desenvolvimento dessa tese e poderão ser debatidos em futuros trabalhos filosóficos, assim, segue um expositivo.

Rural: é tudo que envolve o ambiente não urbano, o bucólico, a paisagem campestre, o campo, seja ele explorado ou não pelo humano em florestas, cultivos e criações. No rural estão as terras (agrário) e estão as atividades humanas (agrícola, agropecuário, florestal e agroindustrial). Observa-se que o florestal e os outros recursos naturais nem sempre estão ao alcance da exploração humana, pelas restrições legais ou ambientais, e que florestas podem ser naturais ou cultivadas, mas ambas são parte do rural.

Agrário: é o campo na sua dimensão estrita, é o que tem íntima relação às terras e não necessário vínculo aos cultivos ou criações, pois está relacionado simplesmente às áreas não urbanas. Considera-se que “terra” aqui é o conjunto de solo somado aos outros fatores ambientais que permitem o uso diverso humano, como o relevo e o clima. O agrário em suma é o componente terra.

Agrícola: é relativo aos cultivos vegetais e à produção vegetal em seus mais diferentes agroecossistemas. Os sistemas podem ser únicos em espécie ou atividade produtiva vegetal (monocultivos), ou ainda, diversificados e combinados (policultivos ou consórcios em rotação de culturas). Observa-se ainda que as atividades agrícolas, como é o cultivo de uma espécie a exemplo da soja, podem estar combinadas no sistema (em escala espacial ou temporal ou ambas) com o uso de pastagem e da pecuária em sucessão, ou ainda com o



componente florestal, o que pode mesmo caracterizar o sistema como agrossilviopastoril ou integração lavoura-pecuária-floresta.

Florestal: pode ser entendido como florestas cultivadas ou as não cultivadas, ou seja, como uma silvicultura ou uma floresta nativa, respectivamente. Observa-se que a floresta nativa pode ser proveniente do cultivo também em alguns casos, e, seja ela cultivada ou não, existem artifícios legais que permitem a sua exploração, madeireira ou não, desde que sob um plano de manejo sustentável (segundo a legislação brasileira e outras em vigor no mundo). A silvicultura com exóticas, por sua vez, é mais fácil de notar, como é, por exemplo, o cultivo de eucalipto (planta exótica de origem australiana) no Brasil, para fins madeireiros ou de produção de papel (os fins mais usuais do cultivo).

Agropecuário: é uma atividade do campo (agro) atrelada às criações, como as de bovinos, equinos, bubalinos, caprinos, aves, suínos, peixes etc. São todas as atividades correspondentes ao uso de animais, em que há a possibilidade de estarem combinadas com os cultivos (como ilustrado pelo sistema agrossilviopastoril já mencionado), isolado extensivo (como é a maioria das criações de gado no Brasil) e confinados (como são, por exemplo, as criações de peixes em açudes ou aves em aviários - mais comum é o frango).

Agroindustrial: é uma parte mais moderna dos elementos conceituais até o momento, pois teve seu advento significativo na revolução industrial (acentuando-se após as “revoluções verdes”). São os empreendimentos concernentes ao processamento direto e primário do material derivado do campo, que pode ser por meio de plantas industriais alocadas no campo ou nas áreas urbanas e periurbanas, mas em geral localizadas em áreas no interior dos países (ou menos urbanizadas), próximas dos pontos de oferta de produtos primários do rural. Entende-se o processamento direto e primário como aquele realizado, por exemplo, por miniagroindústrias que processam ou micro processam material oriundo da agricultura familiar, para comércio em feiras e mercados. Assim, como na consumação de grandes complexos agroindustriais, são também os abatedouros de animais, as esmagadoras de soja (ou outros grãos), as fecularias de amido de mandioca e a produção de fios de algodão ou seda. Aqui não serão consideradas outras etapas fabris a montante do sistema,

como são as facções que produzem tecidos (como os vindos de fios de algodão e seda), nem as indústrias de alimentos, a exemplo das produtoras de macarrão, bolachas e biscoitos (produtos derivados da farinha de trigo, produzida em agroindústrias). Essas são apenas algumas considerações, e ao formar um conceito possível de agroindústria, nota-se que o termo em questão é o mais passível do contraditório para abertura conceitual.

Após conceituar o rural, o agrário, o agrícola, o florestal, o agropecuário e o agroindustrial, e já explicitado que a completude do potencial teórico faz parte das especialidades, disciplinas ou ciências contidas na agronomia, cabe aclarar e categorizar de forma mais precisa aqui o que são as ciências agrônomicas. “Agronomia é um conjunto de ciências que estuda o que engloba o rural, uma área abrangente do conhecimento humano que envolve os elementos agrário, agrícola, florestal, agropecuário e agroindustrial”. As diferentes especialidades, ou ciências da agronomia, trabalham esses elementos de forma particular, na busca da resolução de problemas, produzindo teorias dentro de contextos em rede, que ligam aspectos metodológicos e axiológicos.

## **2.5 A amplitude da agronomia: “ciência das ciências agrônomicas”**

O objetivo do ponto aqui é demonstrar não apenas a abrangência da agronomia, mas indicar de forma clara suas especialidades ou ciências (áreas), para auxiliar assim a responder os problemas-chave desse capítulo, em vista de auxiliar em desdobramentos filosóficos na sequência. É importante observar que, em função da amplidão da área aplicada de conhecimentos abarcados pela agronomia, outras áreas de conhecimento saíram de dentro das ciências agrônomicas ou dela se desenvolveram como ciências aplicadas autônomas (ou quase isso). Essa afirmativa corrobora com o advento da zootecnia, da engenharia agrícola e engenharia florestal, por exemplo. Contudo, há a oportunidade de admiti-las ainda como áreas da agronomia, pois a agronomia faz-se como uma área mais amplo do que essas subáreas ou ciências independentes, das quais derivam a pesquisa e formação de profissionais especializados.

No Quadro 1, estão delineadas as propostas de áreas e subáreas (campos de estudo) da agronomia como ciências agrônômicas, contidas nas perspectivas trabalhadas até aqui. Ao observar de forma atenta o quadro, é possível obter melhor compreensão do conceito de agronomia e do seu alcance epistemológico. Admite-se como premissa que a agronomia é um domínio ou esfera de estudos do rural, e será indicado na quarta coluna do quadro a qual elemento do rural preferencialmente vincula-se a área e/ou subárea da agronomia. Cabe escrutinar que cada uma das alegadas áreas ou disciplinas da agronomia pode ser particularizada como uma ciência, e assim são consideradas comumente na prática acadêmica, como é o exemplo da criação de sociedades científicas específicas. Na confirmação do presente ponto, cita-se que áreas como a de “solos” (ciência dos solos) e até subáreas como a de “matologia” (ciência das plantas daninhas, parte da área de fitossanidade) possuem sociedades científicas no Brasil e em outros países, o que inclui a criação de revistas científicas especializadas e congressos periódicos. Ponderações como essa demonstram e corroboram com o caráter abrangente e multidisciplinar da agronomia e, concomitantemente, apontam para o aspecto dinâmico e especializado da agronomia como ciência, ou área maior de ciências aplicadas, com suas divisões, extensões e amplificações. Em suma, a agronomia é uma “ciência maior”, que tem em seu “guarda-chuva” outras ciências mais especializadas e aplicadas.

**Quadro 1** – Agronomia: áreas e subáreas de estudo que permitem melhor compreender a amplitude do conceito de agronomia como ciência e ao que ela se dedica como objeto de trabalho (proposta do autor) (continua)

Áreas ou ciências	Subárea	Objeto de estudo*	Elementos do rural
Fitotecnia	Agricultura ou grandes culturas	Estuda os cultivos extensivos de grãos, os cereais, as fibrosas, as plantas estimulantes, as oleaginosas, as amiláceas e as proteicas.	Agrário e agrícola.
	Agrostologia	Estuda os cultivos de plantas forrageiras, processamento de forrageiras e o uso animal.	Agrário, agrícola e agropecuário.
	Horticultura	Estuda a fruticultura, a olericultura, o cultivo de plantas ornamentais, o cultivo de cogumelos, de plantas medicinais, aromáticas e condimentares.	Agrário e agrícola.
	Silvicultura	Dendrologia, estudo de cultivos florestais e manejo sustentável de florestas.	Agrário e florestal.

**Quadro 1** – Agronomia: áreas e subáreas de estudo que permitem melhor compreender a amplitude do conceito de agronomia como ciência e ao que ela se dedica como objeto de trabalho (proposta do autor) (conclusão)

Áreas ou ciências	Subárea	Objeto de estudo*	Elementos do rural
Fitossanidade	Fitopatologia	Estuda a etiologia, a fitoparasitologia, o diagnóstico e o manejo de doenças derivadas de fungos, bactérias e vírus (e agentes outros possíveis nos agroecossistemas).	Agrícola.
	Pragas agrícolas	Estuda a taxonomia, a dinâmica populacional e o manejo de pragas agrícolas que envolvem a acarologia e a entomologia agrícola principalmente em seu escopo.	Agrícola.
	Matologia	É a ciência das plantas daninhas ou plantas espontâneas, que compreende o estudo da fitossociologia, da interferência e do manejo de plantas indesejadas nos cultivos.	Agrícola.
Ciência dos solos	Edafologia	Estuda a taxonomia do solo, as relações solo-planta e solo-animal, é a ciência que aplica a pedologia à produção.	Agrário, agrícola e agropecuário.
	Manejo do solo	Estuda o manejo do solo, que está atento à fertilidade e saúde do solo e aos sistemas produtivos utilizados.	Agrário, agrícola e agropecuário.
Zootecnia	*	Estuda a alimentação e manejo animal, as criações de ruminante e não ruminantes.	Agrícola e agropecuário.
Engenharia rural	*	Estuda as construções rurais, a ambiência, a climatologia e meteorologia, a hidrologia, a irrigação de cultivos, os procedimentos de drenagem, as máquinas agrícolas e a mecanização.	Agrário, agrícola, agropecuário e agroindustrial.
Ciência dos alimentos	*	Estuda o pós-colheita, a secagem, aeração e a armazenagem de produtos agrícolas, a bromatologia, os processamentos industriais e as agroindustriais em si.	Agrícola, agropecuário e agroindustrial.
Ciência agroambiental	*	Estuda a ecologia agrícola, os agroecossistemas, os recursos naturais renováveis, a preservação e conservação do ambiente.	Agrário, agrícola, agropecuário, florestal e agroindustrial.
Gestão rural	*	Dedica-se ao estudo da administração rural, da contabilidade rural, da economia rural, da legislação e política rural, do agronegócio, da sociologia e extensão rural.	Agrário, agrícola, agropecuário, florestal e agroindustrial.

\*Muitas subáreas podem ser propostas conforme os campos de estudo em questão, mas aqui não foram adotadas para facilitar uma simplificação do tema.

## 2.6 Agronomia: caráter da pesquisa agronômica

A pesquisa científica, em especial nas ciências naturais e aplicada (como é a agronômica), constitui-se em um processo metódico e sistêmico de indagação intelectual que visa à aquisição de novos conhecimentos ou superação de conhecimentos antigos, à elucidação de incertezas preexistentes ou à compreensão em relação a um tema específico, através da investigação empírica dirigida que traz respostas a problemas e gera teorias, que em contextos próprios pode criar tecnologias. Essa empreitada científica na agronomia implica na condução coordenada de atividades de coleta, análise e interpretação de dados, com a subsequente formulação de conclusões lastreadas nas evidências empíricas reunidas, que produzem como resultados informações a serem validadas como conhecimento de base epistêmica.

A simples pesquisa agronômica estende-se ao escopo de diversas áreas do conhecimento (ou especialidades), ao abarcar não apenas o escopo científico, mas também segmentos acadêmicos, empresariais e outros domínios, e, para sua consecução, recorre a distintas metodologias, tais como abordagens qualitativas ou quantitativas, experimentação, estudos de caso, análise de dados primários e secundários, monitoramentos de campo, entre outras. Aqui, o enfoque será dado ao caráter da pesquisa empírica agronômica, suas contribuições para o progresso do conhecimento, com almejo a proporcionar resultados aplicáveis à solução de problemas ou ao desenvolvimento de teorias e práticas inovadoras, dentro de uma perspectiva laudiana (detalhada mais adiante).

A agronomia é importante, como ciência em sua prolífica produção de conhecimento, que leva a necessidade de se fazer uma filosofia da agronomia, uma filosofia das ciências agronômicas, como ciências naturais e empíricas com primazia das atividades experimentais em sua metodologia (seja a campo ou em laboratórios). E nesse fazer filosófico agrônomico, há muita discussão sobre a parte ética e social das tecnologias advindas da agronomia, sobre agricultura e mesmo sobre agronomia como curso superior (foco em educação e formação de profissionais). E como observação à tônica tecnicista de tecnossistemas ou a produção tecnológica da agronomia a partir da Segunda Guerra Mundial, as

ciências agronômicas podem assumir caráter tecnocientífico. A agronomia também como tecnociência pode estar vinculada ao caráter interdisciplinar e multidisciplinar. Nota-se aqui que o conceito interdisciplinar acolhido será de que uma ciência interdisciplinar, como a agronomia, que é quando diferentes disciplinas acadêmicas (ou de outras ciências, a exemplo de básicas, como química, física e biologia) colaboram para abordar questões complexas ou resolver problemas (científicos e tecnológicos), já que tais questões não podem ser totalmente compreendidas por meio de um único quadro disciplinar.

As diferenças entre agronomia como ciência, tecnociência e agricultura serão melhor expostos em próximo tópico. No entanto, a despeito dos questionamentos sobre o caráter reducionista da agronomia e de seu aspecto tecnocientífico, a agronomia é uma área do conhecimento humano antiga e de grande valia no cotidiano. Com implicações não apenas na produção de alimentos, mas na segurança alimentar, na economia, na qualidade de vida, na proteção do meio ambiente e, portanto, na sustentabilidade do planeta (nos seus aspectos ambientais, sociais e econômicos). Nesse sentido, observa-se o confronto de tradições de pesquisa científica, como as dita convencional (tradição C) e a agroecológica (tradição A - contrapostas melhor a frente), que rivalizam e ao mesmo tempo podem sintetizar-se, em uma perspectiva comensurável, na busca de soluções de problemas científicos. Porém, estão empenhadas na busca de soluções para o desenvolvimento humano mais sustentável, mais próximo da homeostase, democrático e justo. Logo, sem pormenorizar os contraditórios, é necessária uma construção da agronomia contextualizada e promotora do bem comum, com tendências voltadas a um pluralismo metodológico, que permita o surgimento de novas tradições de pesquisa, como a alçada “agricultura regenerativa” (possível tradição R) em proposição, que admite princípios da tradição agroecológica, sem desprezar conquistas (científicas e teóricas) da tradição convencional.

As ciências, como são as ciências agronômicas ou agronomia, representam uma possibilidade de ação intelectual sistemática e metodológica dedicadas à compreensão, explicação e previsão de fenômenos naturais e observáveis que permeiam o universo, seja na concepção mais ampla ou restrita (conforme especialidades). O método nas ciências naturais e aplicadas (como a

agronomia) abraça a formulação de hipóteses e teorias, a realização de observações e experimentos sistemáticos, a meticulosa coleta de dados, bem como a análise crítica desses elementos empíricos, uso de meios probabilísticos e de estatística experimental, que culminam na elaboração de conclusões fundamentadas em evidências concretas, o que torna os resultados obtidos em científicos. O método científico, por conseguinte, está ligado à prática científica, constitui-se como uma conjuntura que confere primazia à observação, experimentação, replicação e análise escrupulosa.

Para além dessas características metodológicas, a ciência é inerentemente caracterizada por sua incessante busca pelo conhecimento, consagrando-se à busca ininterrupta da solução de problemas empíricos e conceituais. Aqui, nessa tese, não se perscrutarão aspectos das demandas reflexivas em termos do debate entre realistas e não realistas, mas uma abordagem laudaniana.

A agronomia, desta maneira, como empreendimento cognitivo, é pautada pelo rigor lógico, sublinhando a necessidade de estrita aderência a procedimentos metodológicos e à validação por pares. Importante notar, também, que a ciência se manifesta como um campo dinâmico, caracterizado por sua maleabilidade e adaptabilidade, admitindo revisões e correções quando novas evidências e descobertas emergem, indicando uma disposição intrínseca à autorreflexão e ao aprimoramento contínuo. E no sentido de progresso científico e análise de suas bases, ao adotar Laudan, a agronomia pode ser entendida no seu escopo metodológico, em termos de tradições de pesquisa, sendo constituída por um conjunto em rede de teorias, metodologia e axiologia.

A agronomia, na continuidade dessa exposição, segue com um enfoque histórico nos termos da filosofia da ciência, na busca de fundamentar e problematizar a construção de elementos de uma filosofia da agronomia atual, espelhada em outras filosofias, de outras ciências. Por conseguinte, como em outras abordagens, como a filosofia da medicina, a filosofia das engenharias, filosofia do direito, a filosofia da farmácia, filosofia da psicologia e tantas outras filosofias das ciências e tecnologias. Assim, continuar-se-á uma análise descritiva, interpretativa e histórica da agronomia, em resposta inicial aos problemas da presente tese.

## 2.7 A necessária distinção entre agronomia, agrotecnologias e agricultura

O presente item diferencia agronomia como ciência, de agrotecnologias e agricultura (como atividade agrícola e não especialidade agrônômica), permitindo distingui-la também da proposta tecnocientífica (“ciência + tecnologia = tecnociência”). Observa-se que o conceito de agronomia, sua etimologia e concepções filosóficas iniciais já foram trazidas e discriminadas no início desse capítulo 2, em especial nos itens 2.1 ao 2.4. Cabe aqui mais algumas diferenciações e ampliações necessárias no prosseguir dessa tese.

As agrotecnologias, ou tecnologias do agro (antigas e novas), representam um conjunto de potenciais avanços tecnológicos (para cada época), aplicados ao domínio das práticas agrícolas ou agropecuárias, abarcando métodos, técnicas e dispositivos concebidos (artefatos) para aprimorar a produção e potencializar a eficiência dos procedimentos correlatos. Esta esfera de tecnologias abrange uma diversidade de componentes, desde a implementação de maquinaria moderna e equipamentos especializados até a adoção de técnicas avançadas no cultivo, gestão de recursos hídricos e práticas agrônômicas inovadoras, como a agricultura de precisão e as aplicações agrônômicas da tecnologia da informação. Assim, a integralidade das agrotecnologias não apenas se restringe a aspectos físicos e analógicos, mas também incorpora significativos avanços no âmbito da gestão informacional e digital, ao recorrer a sistemas de monitoramento remoto, sensores agrícolas e análise de *big data*, com vistas a propiciar uma tomada de decisão mais embasada. Esses avanços, em princípio, são oriundos, em termos conceituais, das ciências básicas, usadas com caráter interdisciplinar na agronomia (como já indicado no item anterior).

A agricultura, de forma genérica, é uma prática ancestral, que se constitui como um sistema de atividades humanas e uso de agrotecnologias, voltadas para a cultura de plantas (e ligada à criação de animais), visando a produção de alimentos, fibras, medicamentos e outros bens de utilidade social. Essa ocupação exerce uma função central, tanto na subsistência, quanto nas estruturas econômicas, sociais e culturais de diversas comunidades ao redor do globo (com ação humana multifacetada e polivalente). Ao longo da trajetória



histórica, a agricultura testemunhou transformações significativas, transitando desde métodos tradicionais dos povos originários até a adoção de avanços tecnológicos contemporâneos, provenientes das denominadas “revoluções verdes” em conjunto, aspectos esses que serão abordados melhor em próximo capítulo.

A agronomia não é, portanto, agricultura. A agronomia, por conseguinte, não se resume apenas a agrotecnologias, já que estas são usadas na agricultura. A agronomia é uma “macrociência” que procura resolver problemas do rural, que envolve a agricultura (com vínculo ao agrícola). A agronomia provê conceitos e técnicas, dentro de sua produção de conhecimento, que permite a geração de artefatos tecnológicos e tecnologias, que se formam as agrotecnologias. A agronomia não é, por consequência, mera produtora de tecnologia, ou sintetizada em áreas dentro da agronomia, que podem ser reconhecidas como tal, a exemplo da fitotecnia – técnicas de plantas. Muito menos, a agronomia não é, aqui, resumida a curso de graduação, pois os cursos são resultados de uma ciência estruturada e geram novos pesquisadores e pesquisas, inclusive.

Logo, procura-se nesse item responder melhor a primeira pergunta que foi respondida no desenvolvimento dessa pesquisa, que é ‘o que é agronomia?’, ao avaliar aqui por exclusão o que é agronomia. Observa-se que há, antes de tudo, distinções e proximidades, óbvias, entre agronomia e agricultura (entre outros pormenores). Nesse escopo, agronomia seria, de forma simplificada, a ciência que estuda a agricultura. No entanto, como já supramencionado, a agronomia vai além, é a ciência de todo rural ou do campo, ligada à produção de alimentos, matérias-primas e serviços ambientais. Portanto, nesse contexto, agronomia não é apenas um estudo tecnológico da agricultura, mas de um espectro maior de atividades e elementos que estão no meio rural e suas intersecções científicas. No entanto, ainda podem ficar questões pertinentes ao caráter tecnocientífico da agronomia.

Para Santos *et al.* (2004), no contexto de ciência, tecnologia e sociedade, o progresso histórico da agronomia é alavancado na contemporaneidade, especialmente nos pós-guerras, dando contornos de tecnociência, em consonância com pressupostos indicados de Bensaude-Vincent (2013) e

Feenberg (2018, 2019a, 2019b, 2022). Esse emprego usual leva ao surgimento de uma nova agricultura, “mais técnica”, ostensiva, intensiva e extensiva, derivada do progresso científico, da crescente necessidade em escala na produção de alimentos e por pressões capitalistas. Segundo Pons (2008) e Mazoyer e Roudart (2010), há ainda a possibilidade de referência da agricultura como “antiga” e “moderna”, ou “científica” e “não científica”, o que não vai ser assumido aqui como um fato plausível. Pois, tradições de pesquisa concorrentes (na concepção laudaniana) ou paradigmas rivais (na perspectiva kuhniana), como a denominada agricultura convencional (ou “moderna”) e a agroecologia (ou agricultura “ecológica”), trazem em seu bojo heranças milenares das “agriculturas” praticadas desde a antiguidade.

A tecnociência representa uma abordagem interdisciplinar e multidisciplinar que se caracteriza pela indissociabilidade entre ciência e tecnologia, reconhecendo a estreita interdependência e interconexão intrínseca entre ambas as esferas de ação e conhecimento epistêmico válido. Este conceito enfatiza não apenas a aplicação prática dos conhecimentos científicos, mas também a compreensão de como a tecnologia, por sua vez, pode exercer influência significativa sobre a própria prática científica na agronomia, ou em outras ciências, criando a fusão etimológica e conceitual de “ciência + tecnologia = tecnociência”.

Destarte, a assertiva de tecnociência também está de acordo com autores como Feenberg (2022), Bensaude-Vincent (2013) e Cupani (2017), no sentido de um possível novo regime de saber, no qual a própria agronomia está imersa em sua orientação na contemporaneidade. Isso se justifica “devido à crescente intervinculação de ambas as atividades (científica e tecnológica) e sua aparente fusão na denominada tecnociência” (Cupani, 2017, p. 181-182). Assim, o termo tecnociência “combina num só termo tanto a visão cognitiva quanto a visão técnica”, observa-se que esse termo não necessariamente indica uma “inversão das relações entre ciência e a técnica, e um novo estilo mais centrado tanto nas operações mais simbólicas (como as matemáticas) quanto nas de cunho mais matérias (técnicos)” (Bensaude-Vincent, 2013, p. 15-17). A autora permite inferir que a “ciência seria movida tanto pela técnica quanto por uma força motriz e imersa inerente à técnica”, em uma construção singular do saber, com apelo a

ordens multidisciplinares e interdisciplinares (Bensaude-Vincent, 2013, p. 17-20), onde a agronomia se vincularia como ciência contemporânea e agroindustrial.

Na tecnociência observa-se uma dinâmica interativa entre a produção de conhecimento científico e o progresso tecnológico, estabelecendo uma relação simbiótica que transcende as fronteiras convencionais entre ciência e tecnologia, pela criação, por exemplo, de sistemas agroindustriais. Esta abordagem, invariavelmente, ressalta a mútua influência entre a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico, que com frequência culmina em inovações que vão além das categorias tradicionais e delineiam novas paisagens nos domínios científicos e tecnológicos. Essas afirmativas estão de acordo com conceitos de tecnociência em Bensaude-Vincent (2013), de tecnossistemas em Feenberg (2019a) e agricultura tecnocientífica em Lacey (2022).

A tecnociência, no âmago epistêmico, como conceito, é notoriamente associada a campos específicos, tais como biotecnologia, nanotecnologia e inteligência artificial, onde a sinergia entre pesquisa científica e progresso tecnológico é particularmente evidente, ao proporcionar avanços substantivos que redefinem modelos estabelecidos e alimentam a vanguarda da investigação e inovação. Essas inovações são aplicadas ou utilizadas pelas ciências agrônômicas, em especial, pela tradição de pesquisa denominada “convencional”, ou industrial, ou agroindustrial, ou ainda tecnocientífica.

As adoções terminológicas anteriores podem ser consideradas apenas usualmente práticas e correntes, mas não necessariamente restritivas ao caráter da pesquisa e ao estreitar a visão de agronomia a íntima tecnociência. Admite-se, por argumentação filosófica proposta, que agronomia não é, em expressão, uma tecnociência exclusiva ou majoritária. A agronomia é na história e em análise epistemológica aqui uma ciência, ao qual a agroecologia (rival da tradição convencional) está dentro da agronomia (como conjunto de pesquisa empírica aplicada), e não fora, sendo uma ciência a parte. Então, a tradição convencional, na história (após Segunda Guerra Mundial), que traz para si elementos epistemológicos de uma tecnociência, mas não é somente tecnocientífica ou torna a agronomia uma tecnociência. No entanto, examina-se que tanto a tradição convencional, como a agroecologia, pode incorporar bases

e conhecimentos tecnocientíficos, sem perder o caráter intrinsecamente de tradições científicas da agronomia.

Compreende-se nessa tese que o tratamento necessário, a ser prestado à agronomia, deve e será no sentido amplo de ciência e tecnologia, aplicada ao rural, e não como uma atividade técnica restrita (apesar de importante), como é a agricultura, ou parte de uma tradição de pesquisa, que pode ser denominada de tecnocientífica (de forma parcial). Nesse propósito, e ao considerar-se a agronomia no seu aspecto mais *lato* de atuação como ciência, preserva-se, no entanto, seu caráter *stricto* de atividade laboral científica, a agronomia será entendida nessa tese como uma ciência aplicada, ou mesmo, em alguns momentos, como parcialmente tecnocientífica nas tradições de pesquisa, seja agroecologia ou a convencional.

## 2.8 Conclusões

A “agronomia é agronomia”! A agronomia não é agricultura, não é um curso de graduação, não é um conjunto agrotecnológico e não é exclusivamente uma tecnociência. A agronomia é uma “macrociência”, uma “ciência das ciências agrônômicas”. A agronomia no seu todo é interdisciplinar e multidisciplinar, que possui dentro de seu arcabouço muitas disciplinas que interagem, que podem ser entendidas como outras ciências ou especialidades. A agronomia, em última e definitiva análise, é a ciência do rural, que abrange o agrário, o agrícola, o agropecuário, o florestal e o agroindustrial. E a agronomia pode ser dividida em duas grandes tradições de pesquisa (preponderantes), que são a tradição agroecológica (A) e a convencional (C) (ponto para reflexão e debate epistemológico nos próximos capítulos).

### 3 FILOSOFIA HISTORICISTA, AGRICULTURA E AGRONOMIA

O objetivo central do capítulo é promover um resumo histórico, valorizando o papel da história na filosofia e já prover o adiantar de algumas reflexões epistemológicas historicistas que serão pormenorizadas e mais bem aplicadas nos próximos capítulos, no entender do historicismo na filosofia como uma concepção epistemológica.

#### 3.1 Uma síntese do historicismo na filosofia

A história é crucial porque nos conecta ao passado, ao fornecer *insights* sobre como chegamos aonde estamos na atualidade e como poderá ser o futuro. “Estudar um pouco de História, e com isso conhecer porque estamos onde estamos e somos o que somos, também nos ajuda a pensar no que já se fez [...]” (Reifschneider *et al.*, 2010). A história fornece o cenário necessário para que a filosofia possa questionar, analisar e entender as complexidades do pensamento e das ações humanas no mundo e em sociedade, e esse uso contextual pode ser compreendido como historicismo.

Logo, em especial para a linha historicista da filosofia ou historicismo, a compreensão do conhecimento ou ciência histórica, historiografia e aspectos relacionados (como sociais, culturais, econômicos, políticos e a dialética aberta entre individualidade e historicidade) são expressivos (Abbagnano, 2012, p. 588-595). Entre os pormenores, destacam-se dois personagens no mundo da filosofia contemporânea, que podem ser considerados como genitores ou precursores do pensamento historicista, Wilhelm Christian Ludwig Dilthey e Ludwik Fleck, pois destacaram a importância do contexto histórico e cultural na compreensão das ciências humanas e naturais, respectivamente.

Em Dilthey, com citação na obra de Laudan (2011, p. 258), o historicismo é aplicado à reflexão das ciências humanas, em particular na compreensão da vida e das expressões culturais, pois ele defendia que a compreensão das ações humanas não poderia ser reduzida a leis causais, como nas ciências naturais. O historicismo, em Dilthey, em sua hermenêutica, permite interpretar as ciências

humanas a partir das expressões culturais ao longo do tempo (Dilthey, 2010). Já Ludwik Fleck, com citação em exposição de Kuhn (Baltas *et al.*, 2006, p. 343), o historicismo é visto de maneira diferente, pois argumentou que a construção do conhecimento científico é fortemente influenciada pelo contexto social e cultural onde os cientistas trabalham, a partir do qual introduziu o conceito de "pensamento coletivo" e destacou a natureza social da ciência. Fleck mostrou como as comunidades científicas moldam e são moldadas por suas próprias concepções compartilhadas, e ressaltou que as ideias científicas não são universais, mas produtos de contextos específicos (Fleck, 2010).

O historicismo, na filosofia da ciência, se torna proeminente em Kuhn (2013), com marco no século XX, a partir da obra "A estrutura das revoluções científicas" (primeira edição em 1962), dando início à denominada "virada historicista", em oposição aos empiristas lógicos (Moulines, 2020, p. 128). O historicismo na filosofia da ciência denota a concepção de que o desenvolvimento científico deve ser apreendido no contexto de sua evolução temporal, contrapondo-se à visão de progresso linear e cumulativo em direção à verdade, característica de filosofias da ciência e da física do início do século XX. Assim, os adeptos do historicismo sustentam que teorias científicas e métodos estão intrinsecamente enraizados em seus contextos históricos e culturais, indicando que essa perspectiva desafia a conduta positivista da ciência, que a concebia como uma busca pela verdade, sendo substituída por uma atitude que reconhece a natureza dinâmica e contingente do conhecimento científico (Moulines, 2020, p. 127-164).

Além de Dilthey, Fleck e, depois com o protagonismo a partir 1962 de Kuhn na "virada historicista", outros vários pensadores podem ser tidos como historicistas de destaque pela sua postura de pesquisa e tributo, seja a filosofia ou a sociologia da ciência, citam-se: Michael Polanyi, Paul Feyerabend, Larry Laudan, Imre Lakatos, Gaston Bachelard, Hans-Georg Gadamer, Bruno Latour, Karin Knorr-Cetina, Barry Barnes, David Bloor e Mary Hesse. Dentre esses, ao aceitar a importância da interpretação filosófica historicista da agronomia, nessa tese dará ênfase à filosofia de Laudan e suas concepções circundantes às tradições de pesquisa e à racionalidade reticular.

Porém, observa-se que o historicismo de Kuhn e de Laudan não está vinculado somente ao aspecto de crítica das filosofias anteriores. Logo, o que pode identificar também tais filósofos como historicistas na filosofia da ciência está vinculado ao conceito de “paradigma” em Kuhn, ou seja, de que há um conjunto de elementos sociológicos, históricos, estruturais, valorativos que fomentam a formação do “paradigma” na história da ciência. Em Laudan, é isso também com as “tradições de pesquisa”. Em Lakatos, também com os “programas de pesquisa”. Pois, são estes conceitos, paradigma, tradições e programas de pesquisa que são estruturados historicamente, ou seja, ligados ao desenvolvimento da história da ciência, e, ao respeitar esta história, são carregados os valores dela (que estão nos cientistas), metodologias dela (que são defendidas pelos cientistas) e são construídas as teorias (pelos cientistas). Na agronomia, o fazer ciência está ligado as tradições de pesquisa, a formação de uma tradição de pesquisa já conectada, historicamente, à melhor capacidade de resolução de problemas, por envolver um conjunto de valores presentes, e por utilizar uma metodologia aceita no momento histórico, pois esta compreensão histórica e atualização reticular é feita porque há um direcionamento sobre como fazer ciência, e, em especial, como não fazer ciência.

### **3.2 A agricultura como precursora da agronomia na história**

A história da agronomia se entrelaça com a história da agricultura (e agropecuária) no mundo, nessa perspectiva, são inevitáveis os paralelos na compreensão do desenvolvimento de ambas. É tanto, que autores como Waterlow *et al.* (1998), Berry (2004), Larsen (2006), Floros *et al.* (2010), Fraser e Rimas (2010), Mazoyer e Roudart (2010), Silva *et al.* (2010) e Jain (2018), ora deixam mais explícito, ou mais implícito, a relação entre agronomia e agricultura ao abordarem a história humana com o agrícola e o agrário, ou com o rural como um todo.

A história do desenvolvimento (na visão kuhniana) ou do progresso (no sentido laudiano) da agronomia como ciência possui certo paralelo, mesmo

que de modo informal, com a agricultura e agropecuária, como já mencionado e discorrido por autores da história da agricultura (Pons, 2008; Mazoyer; Roudart, 2010). Nesse sentido, tanto o progresso da agronomia, quanto da agricultura, possui momentos de destaque que não necessariamente são revoluções científicas, mas impactam no cenário social. Em vista disso, Mazoyer e Roudart (2010) aplicam o termo “agriculturas”, justamente para indicar a complexidade do tema que será de início desdobrado nesse capítulo e aprofundado nos seguintes, dentro do contexto agrônomo de ciência, e diante da perspectiva laudiana.

No entanto, para fins práticos, aqui nesse texto, as especificidades técnicas de subdivisões propostas não foram levadas a cabo, em sentido estrito das discussões. Portanto, quando for (ou foi) feita a referência à “agricultura” ou “agriculturas”, será em sentido genérico, e não no sentido de referência a uma subdivisão da fitotecnia (produção vegetal – grandes culturas). Assim, nas referências já realizadas, como em citação de Mazoyer e Roudart (e outros), a agricultura e agriculturas abrangem o agir humano no meio rural como um todo, e não se reduzem a pormenores técnicos no linguajar agrônomo estrito. Para Silva:

A Agricultura é a primeira das artes no processo de desenvolvimento econômico e social. Após a colheita seguem-se as demais artes, a indústria, o comércio e os serviços. Sua pujança de hoje desmentiu para sempre a malfadada teoria malthusiana de fim do mundo por falta de alimentos. Durante milênios, a agricultura constituiu-se a principal atividade produtiva humana na busca de alimentos. Assim, o homem foi domesticando as plantas, selecionando aquelas mais produtivas, com melhor qualidade para a alimentação, as mais adaptadas às diferentes condições. Pode-se dizer que a agricultura evoluiu com base em observações atentas de todos aqueles que procuravam melhorar as práticas agrícolas (Silva *et al.*, 2010, p. 21).

A história da agricultura é, por conseguinte, um épico da inovação e desenvolvimento das sociedades e da ciência, que remonta aos primórdios da civilização humana. A agronomia, talvez não como ciência formal, mas como concepções científicas e técnicas, está subjacente à agricultura em sua formação histórica. A agricultura é marcada por uma sucessão de transformações e avanços, e essa narrativa abrange milênios de práticas



agrícolas que moldaram não apenas as sociedades, mas também o próprio curso da história (e do que é a agronomia hoje). Observa-se que a maior ênfase será dada a partir daqui à agricultura, em detrimento de outras atividades rurais, como a agropecuária (Fraser; Rimas, 2010).

Segue um breve descrever de fatos, para fins de um histórico de etapas da agricultura e da agronomia, em seu relacionar com o meio, assim como um interpretar epistemológico de seu progresso (nos escopos historicistas de Kuhn e principalmente Laudan). Ligada à construção conceitual de Almeida (2000, p. 7-13), pode-se observar o estabelecer de fases, não cumulativas e lineares, para caracterizar o surgimento e desenvolvimento de paradigmas ou tradições de pesquisa na agricultura e da agronomia no mundo; para tanto, adota-se uma concepção historicista de filósofos da ciência. Por conseguinte, são os paradigmas e as tradições de pesquisa que conectam o desenvolvimento com a história.

O início da agricultura é comumente associado ao período Neolítico, por volta de 10.000 a.C., quando comunidades humanas migraram de uma subsistência baseada na caça e coleta para a domesticação de plantas e animais, ao fazer a transição de coletores para agricultores (transição de sociedades nômades para comunidades sedentárias). O cultivo de plantas como trigo, cevada e legumes (início da domesticação e melhoramento vegetal), juntamente com a criação de animais como ovelhas e cabras, marcou o advento da agricultura sedentária e influenciou a origem de civilizações nas proximidades de área inundáveis e férteis (Mazoyer; Roudart, 2010). Uma fase de “sobrevivência’ humana na terra, da prática da coleta, da caça, do cultivo primitivo sobre queimadas e desmatamentos sumários” (Almeida, 2000, p. 8). Esses são indicativos de uma mudança social que fomentou o surgimento de uma agricultura sistematizada e, logo, o advento de bases de tradições de estudo em uma protoagronomia.

Uma primeira revolução agrícola pode ser considerada a ocorrida por volta de 8.000 a.C., a qual proveu avanços significativos com o surgir da irrigação, arados e sistemas de cultivo mais eficientes (desenvolvimento de agrotecnologias avançadas). As civilizações antigas, como a dos sumérios, assírios, babilônicos e egípcios, tornaram-se mestres na gestão da terra e da

água, criando bases para o desenvolvimento de sociedades complexas e urbanização (Mazoyer; Roudart, 2010). Nessa fase, “aparece uma agricultura mais ou menos organizada, para proveito de um pequeno número de nobres e do clero” (Almeida, 2000, p. 8). Aqui surge uma nova tradição de agricultura, e porque não dizer de agronomia em sua fase ainda embrionária, dentro de um contexto de mudanças civilizatórias.

Ao longo das eras, impérios antigos, como o romano e o chinês (2.000 a.C. - 500 d.C.), prosperaram, ao chegar mesmo a certa opulência, em grande parte pelas suas práticas agrícolas avançadas que os faziam subsistir. A disseminação de técnicas agrícolas, como a rotação de culturas e a utilização de fertilizantes, prescrita mesmo em livros religiosos, como a Bíblia, contribuíram para o crescimento econômico, para a segurança alimentar, conformidade social e estabilidade política (Mazoyer; Roudart, 2010).

Na Idade Média (500 - 1.500) houve a manutenção de sistemas agrícolas tradicionais, ou agriculturas tradicionais, com o surgimento de feudos agrários e com práticas de cultivo específicas. Já o Renascimento Agrícola (século XV-XVIII) coincidiu com o final da Idade Média e início da Modernidade, marcada pela introdução de inovações como arados mais eficientes e avanços na seleção de cultivos e melhoramento genético (Mazoyer; Roudart, 2010). Nessa fase, “os verdadeiros agricultores se diferenciam no interior das populações de escravos e se organizam nas primeiras unidades agrícolas mais ou menos independentes em áreas periféricas aos feudos” (Almeida, 2000, p. 9).

Com a Revolução Industrial (século XVIII-XIX) e demais revoluções sociais, ocorreu o êxodo rural, com a migração da população rural para áreas urbanas, em parte estimuladas pela mecanização agrícola com o uso de máquinas a vapor e tratores (Mazoyer; Roudart, 2010; Silva *et al.*, 2010). E, em decorrência da Revolução Industrial, veio no século XX a designada “Revolução Verde” (ou revoluções verdes, que iniciam no final do século XIX). Esse período contemporâneo é marcado pela intensificação do uso de pesticidas, fertilizantes e sementes modificadas, o que levou ao aumento significativo na produção de alimentos. Um progresso que não está isento de desafios, o que inclui questões ambientais, degradação do solo e preocupações com a sustentabilidade (Waterlow *et al.*; 1998; Jain, 2018).

O século XX presencia “agriculturas” nominada modernas, implantadas na “lógica do rendimento financeiro (regimes capitalistas) ou político (regimes socialistas)”. Os tipos de sistemas agrícolas capitalistas e práticas nas ciências agrônomicas associadas tinham o “objetivo de uma exploração agrícola” baseada na “acumulação de capital através da sustentação de uma economia de consumo de massa”. A referida “modernização agrícola” vem e “aparece como um processo científico e técnico de “libertação” da atividade produtiva dos contratempos do meio físico” (Almeida, 2000, p. 9).

A agricultura do século XXI tem uma ênfase na agricultura de precisão com tecnologias digitais, com crescente preocupação com a sustentabilidade e práticas agrícolas ambientalmente conscientes (como meta), havendo a exploração de métodos alternativos, como a agricultura orgânica e com destaque para a agroecologia. Nesse contexto de pluralismo científico, “surge um ideário agrônomico novo, que transforma a agricultura de nível nuclear, familiar, em outra de abrangência do Estado e, se possível, do global”. Uma nova agronomia para uma nova agricultura, que trata com atenção a “gestão, conservação e recuperação do meio ambiente global”. Uma agricultura e a agronomia que trata, “de fato, de algo muito mais amplo: pode-se falar de uma “agronomia global”, que aborda as relações das pessoas com seu ambiente natural” (Almeida, 2000, p. 9).

A história da agricultura é, portanto, uma narrativa dinâmica e contínua, que reflete a adaptabilidade e a busca constante da humanidade por inovações para alimentar as crescentes populações globais (Fraser; Rimas, 2010; Makowski *et al.*, 2014). A história da agricultura é, ao seu modo, uma narrativa rica e heterogênea, que destaca a capacidade da humanidade de inovar e se adaptar ao longo do tempo para atender às crescentes demandas alimentares e às mudanças ambientais, ao qual a agronomia está imbricada.

### **3.3 A origem e o desenvolvimento da agronomia como ciência moderna**

A agronomia, como já tratado em outro capítulo, é muito mais que agricultura e agrotecnologias. No entanto, ao considerar o tópico imediatamente

anterior, a técnica (do grego “téchni” - τέχνη) ou seus artefatos (palavra arte é o equivalente latino do termo grego que remete a técnica) tecnológicos, leva a compreender que a agricultura e a agropecuária estão entrelaçadas com as origens e o performance da agronomia. No entanto, a agronomia, como ciência estruturada de modo formal, surge com o alvorecer da ciência moderna e ganha maior repercussão após a revolução industrial e o uso da ciência e das tecnologias na sociedade (Santos *et al.*, 2004).

Para fins práticos do discorrer dessa pesquisa, adotar-se-á o termo agronomia, o que indica que ele pode, a depender do enfoque, representar nuances da agronomia como ciência, tecnologia e tecnociência. No entanto, a assertiva de agronomia como ciência preponderará, já que a tecnologia provém de sua produção científica aplicada e tecnociência é uma acepção mais contemporânea, com aspectos questionáveis e que restringiria a compreensão da agronomia como fruto de sistemas agroindustriais (o que é uma generalização de parte da agronomia apenas).

Independentemente de assumir a agronomia estritamente como uma ciência, tecnologia, ou mesmo tecnociência, é salutar identificar suas origens e desenvolvimento histórico, partindo do final do período medieval e alcançando a atualidade. Ela se caracterizou por intensos resultados promissores para a sociedade (como a produção de alimentos), assim como de impactos discutíveis (como a utilização de agroquímicos). Na busca das suas raízes científicas (que remontam à Grécia Antiga) ou tecnocientíficas (século XX, após as grandes guerras mundiais), recorrem-se inicialmente às considerações de Almeida (2000, p. 7-13), no tocante ao sentido histórico da agronomia.

Na sua origem, a palavra agrônomo designava, em Atenas, o magistrado encarregado da administração da periferia agrícola da cidade. Com este sentido, a palavra passou a outras línguas, já na Idade Média (anos 1300). Na Europa, e na França em particular, o termo agrônomo surge nos dicionários a partir de meados dos anos 1700, com o sentido de “técnico que entende de agricultura” ou “aquele que escreve sobre agronomia”. [...] A agronomia torna-se “oficial” primeiramente na Europa, em 1848 [ou antes], com a fundação na França do Instituto Nacional Agrônomo de Versailles (1848-1852). Antes disso, os termos “agrônomo” ou “engenheiro agrônomo” já eram amplamente utilizados no período da revolução francesa (final dos anos 1700).

Todavia, a agronomia, como disciplina formal, não tem um ponto de origem específico para alguns autores, mas podemos rastrear suas raízes até várias civilizações antigas que demonstraram interesse e conhecimento em práticas agrícolas (Mazoyer; Roudart, 2010; Silva *et al.*, 2010). Por exemplo, os sumérios (próximo a 4500 a.C. a 1900 a.C.), essa civilização é considerada uma das primeiras a desenvolver práticas agrícolas sistematizadas, como a utilização da irrigação para maximizar a produção agrícola nas férteis planícies aluviais. Os egípcios (Egito Antigo - cerca 3100 a.C. - 30 a.C.) têm por conhecido suas avançadas técnicas agrícolas, especialmente no contexto da irrigação do rio Nilo, onde eles desenvolveram métodos eficientes para aproveitar as cheias sazonais do rio para fertilizar e irrigar as terras. Na China Antiga (cerca 2070 a.C. - 221 a.C.), várias dinastias contribuíram para o desenvolvimento de técnicas agrícolas, incluindo métodos avançados de cultivo de arroz e a implementação de práticas de rotação de culturas (Studman, 1990; Mazoyer; Roudart, 2010).

Na Grécia Antiga surge a primeira referência à agronomia e ao agrônomo (Almeida, 2000). Figuras como Xenofonte e Hesíodo contribuíram, deixando registros por escrito sobre agricultura, o que estabeleceu uma base teórica para o cultivo de plantas e a criação de animais, pois suas obras influenciaram a compreensão grega sobre a prática agrícola. Na Roma Antiga (séculos VIII a.C. - V d.C.), por sua vez, personagens como Catão, Columela e Varrão desenvolveram tratados agrícolas que forneciam orientações práticas sobre o manejo do solo, a seleção de culturas e a criação de animais. Esses tratados e outros foram resgatados e aprimorados na Idade Média feudal e no Renascimento, quando os manuscritos medievais e as redescoberta de textos clássicos contribuíram para o ressurgimento do interesse nas ciências agrícolas ou do rural (no desenvolvimento de uma protoagronomia). Na Idade Média, manuscritos como o *Livro de Agricultura* de Ibn al-'Awwam (Abu Zacaria ibne Alauame) documentaram práticas agrícolas da época, e este especialmente é considerado o documento medieval mais importante sobre o assunto e com técnicas bastante inovadoras (Fraser; Rimas, 2010; Falvey, 2020).

Após o Renascimento e Revolução Científica viu-se o surgir de estudos mais sistemáticos sobre solo, plantas e métodos agrícolas, no qual o fomento de

teorias e práticas, durante os séculos XVIII e XIX, permitiu a Europa testemunhar crescente interesse nas ciências agrícolas. Segundo Silva:

Para melhor compreensão do avanço da exploração agrícola é preciso conhecer os fatos históricos que contribuíram para que a agricultura empírica, considerada no século XIX como atividade pouco nobre e destinada a escravos, fosse transformada em ciência agrícola, envolvendo pesquisas de elevado padrão e capaz de produzir para toda a população mundial. O conhecimento científico e sua aplicação na agricultura é uma conquista recente da humanidade. Embora as raízes do método científico tenham base em trabalhos mais antigos, são atribuídos a René Descartes (1596-1650), com sua obra *Discurso do Método*, os fundamentos do método científico moderno. Com ele, iniciava-se uma nova era na ciência, e os reflexos foram logo sentidos na agricultura. Um dos primeiros cientistas a aplicar a indução experimental nas ciências biológicas foi Gregório Mendel, ao executar experimentos de cruzamentos de plantas, estudando as proporções em que apareciam os tipos paternos de descendência. Foram os trabalhos de Mendel que deram origem a todo o trabalho de genética de plantas, resultando em plantas melhoradas para produção e qualidade [...] Justus von Liebig (1803-1873), considerado o pai da agricultura moderna, estabeleceu em 1840/42 a Lei do mínimo, que é ensinada aos estudantes de Engenharia Agrônômica em todo o mundo. Nela, o crescimento das plantas é determinado pelo elemento presente no solo na menor quantidade, iniciando a era dos fertilizantes químicos. (Silva *et al.*, 2010, p. 22).

A agronomia, como ciência moderna, teve sua consolidação, portanto, durante o século XIX, marcando um período de transição de práticas agrícolas tradicionais para uma abordagem mais sistemática e científica. Há a formação de grupos de cientistas (identificada com a terminologia *laudianiana*), ao invés de comunidades (em Kuhn), já que não eram grupos hegemônicos. Os pesquisadores podiam (e podem) participar de um grupo e também de outro grupo (que seria participar de outra tradição de pesquisa), mesmo que rival. A atuação de cientistas em diversos campos e grupos permitiu um rápido crescimento do conhecimento agrônômico no cenário instigante da modernidade. Logo, pontua-se o surgir da agronomia como ciência de fato ou *ad litteram*, na condição *sine qua non* ou essencial do progresso da ciência moderna. Em vista do desvincular-se da filosofia escolástica e da teologia medieval, a agronomia, a exemplo dos demais saberes, se apoia na pesquisa centrada em suas especificidades, no crescimento do capitalismo e no destaque

da cultural do ocidente. Sobre isso, é expressivo notar o que Baiardi (2004a, p. 159) apresenta muito bem.

O advento das academias reais de ciência, das associações científicas sustentadas por elites esclarecidas em sociedades democráticas e das universidades modernas que se converteram em centros de produção do conhecimento, mudou a organização da ciência e mudou também a condição de seus profissionais. Entretanto, foram necessários séculos de trabalho obstinado, e muitas vezes anônimos e secreto, para que o edifício do saber científico fosse sendo construído, passando a interagir com a economia e com a sociedade, mostrando sua utilidade. O coroamento deste processo se dá somente no século XIX, quando, finalmente, se veio reconhecer, sem quaisquer limites, o papel social do pesquisador.

O século XIX marcou a institucionalização da agronomia como disciplina acadêmica reconhecida, com o surgimento de escolas e instituições dedicadas ao estudo da agronomia, ao consolidar-se como um campo de pesquisa e prática. Na Europa “a história do ensino prático agrícola teve início com a Escola de Agricultura, fundada por Thaer em 1799, na cidade de Celle, na Alemanha”. O aparecimento de escolas de agricultura ou agronomia na “Alemanha foi bastante significativa, pois, em 1865, já existiam nada menos de 144 estações, escolas e colégios nos diversos estados germânicos. Os cursos superiores, propriamente ditos”, iniciaram-se, na Alemanha, em “1861 com a Escola Superior de Agricultura de Berlim” (Silva *et al.*, 2010, p. 23). Na França foram também criadas escolas agrícolas que depois evoluíram para o ensino superior.

Na França, a primeira escola foi a de Rville, fundada em 1822. Teve, porém, curta duração, encerrando suas atividades em 1842. Em 1829 foi fundada a Escola de Agricultura de Grignon, onde em 1819 já havia um Conselho de Agricultura. Em 1848, quando já existiam 70 fazendas escolas, a França organizou o seu ensino agrícola por meio do Decreto de 3 de outubro. Em 1875 procedeu-se uma reestruturação do ensino que abrangia três níveis. No primeiro nível, as Fazendas Escolas eram destinadas à instrução elementar prática; as Escolas Regionais de Agricultura, no segundo nível, davam instrução teórica e prática de acordo com a região; e, no terceiro nível, o Instituto Nacional Agrônômico era superior para o ensino científico da agricultura (Silva *et al.*, 2010, p. 23-24).

A primeira escola, considerada superior de agronomia, formalmente estabelecida, é a Escola Central de Agricultura de Grignon (*École Nationale Supérieure Agronomique em Grignon*), fundada em 1829 (onde havia uma escola agrícola com início em 1826-1827) por Alcide d'Orbigny e François Gueneau de Mussy. Essa escola foi a precursora da *École Supérieure d'Agriculture de Grignon*, que posteriormente se fundiu com outras instituições para formar a *École Nationale Supérieure d'Agronomie*, também conhecida como *AgroParisTech*. A criação dessa escola estabeleceu um marco significativo na história da agronomia, pois foi pioneira em oferecer um curso de estudo específico em agricultura. A abordagem adotada pela *École Agronomique de Grignon*, como outras escolas superiores de agronomia, enfatizava a aplicação da ciência ao campo agrícola, contribuindo para a consolidação da agronomia como uma disciplina, pois proporcionou um ambiente acadêmico para o estudo sistemático da agricultura (Almeida, 2000; Mazoyer; Roudart, 2010; Silva *et al.*, 2010).

A realização de experimentos agrícolas controlados e a pesquisa sistemática tornaram-se práticas comuns, ajudando a validar e expandir os conhecimentos na área, inicialmente na Europa. O primeiro instituto de pesquisa agrônômica do mundo foi o *Rothamsted Experimental Station*, situado no Reino Unido, fundado em 1843 por Sir John Bennet Lawes e Joseph Henry Gilbert, cujo objetivo principal do instituto era realizar experimentos de longo prazo para avançar no conhecimento científico relacionado à agricultura. O *Rothamsted Experimental Station*, posteriormente conhecido como *Rothamsted Research*, desempenhou papel pioneiro no desenvolvimento da ciência agrícola ao realizar estudos significativos sobre fertilizantes, rotação de culturas e outros aspectos relacionados ao solo e às plantas (Mazoyer; Roudart, 2010; Silva *et al.*, 2010).

Outros marcos da agronomia como ciência aplicada remontam à “fundação na França do Instituto Nacional Agrônômico de Versailles” (1848-1852) (Almeida, 2000) e às pesquisas que ocorreram na Alemanha, por Justus Von Liebig e outros, na química agrícola (Baiardi, 2004a). Notando que Justus von Liebig, químico alemão, é frequentemente considerado o "pai da química agrícola", porque ele investigou a composição química dos solos e formulou a Lei do Mínimo, ao destacar o papel dos nutrientes minerais para o crescimento



das plantas. Desde então, várias outras instituições ao redor do mundo seguiram o exemplo, ao estabelecer cursos e faculdades de agronomia para atender à crescente demanda por conhecimentos científicos na agricultura e práticas agrícolas.

Na Inglaterra, “o ensino agrícola teve início em 1845, com a fundação da Escola de Agricultura de *Cirencester*. Na Suécia, a primeira escola agrícola foi fundada em 1811, por Edward Nonnen”. Dessa forma, o “ensino e as pesquisas agrícolas desenvolvidos pelos europeus se diferenciavam muito dos norte-americanos” (Silva *et al.*, 2010, p. 24). Na Europa “formavam-se técnicos de grande prática na arte agrícola orientada para ‘obtenção de maior produção possível em um hectare de terra’. Enquanto os americanos, “optaram por orientar o ensino e a pesquisa agrícolas para uma ‘maior produção com o menor trabalho humano possível’, pois dispunham de vasto e fertilíssimo solo e pouca população”. Assim pode ser explicado o “grande desenvolvimento da mecanização agrícola naquele país, conforme ilustrado em *Rural America, a Century Ago* (Rosenberg, 1979 *apud* Silva *et al.*, 2010, p. 24).

Ainda sobre o desenvolvimento da agronomia nos Estados Unidos da América, entre os séculos XIX e XX, ele esteve ligado também ao desenvolvimento de escolas e institutos dedicados à pesquisa e educação em ciências agrícolas. Na década de 1860 surgiu a Lei Morrill e *Land Grant Colleges*, de 1862 que foi fundamental para a institucionalização da educação agrícola nos EUA. Na sequência se estabeleceram as *Land Grant Colleges*, universidades financiadas pelo governo federal para oferecer educação prática em agricultura e engenharia, a exemplo da *Michigan State University*, uma das primeiras *Land Grant Colleges*, fundada em 1855 e se tornou pioneira em programas agrícolas. Na década de 1880, pelo *Hatch Act* (1887), criaram-se as estações experimentais agrícolas (*experiment stations*), onde cada estado foi incentivado a criar uma estação experimental para conduzir pesquisas agrônômicas. A década de 1890 testemunhou um crescimento significativo das escolas de agronomia nos EUA, e a instauração de programas acadêmicos especializados em agronomia em universidades como a *Iowa State University* (Hillison *et al.*, 1996; Mazoyer; Roudart, 2010; Silva *et al.*, 2010).

Somente em meados do século XIX a agricultura passou a ser considerada uma ciência. A simples instalação de um experimento agrícola para “aprender um fato” era inaceitável para a mentalidade reinante na metade do século XIX, pois havia a necessidade de existir uma nova teoria a ser testada. Simultaneamente aos estudos de Liebig, o governo norte-americano concedeu, em 1839, a primeira verba para a pesquisa agrícola. Após dez anos, já na década de 1850, o senador Morrill propôs ao Congresso uma lei criando os *Land Grant Colleges* em terras doadas pelo governo. O argumento utilizado para isso foi que, se a Lei de Liebig (lei do mínimo de nutrientes no solo, NPK) fosse utilizada na agricultura, a produção seria muito maior. Em 1855, foi criada a primeira Escola Superior de Agricultura nos Estados Unidos da América (EUA), em Michigan, seguindo-se a de Maryland em 1856 e depois a de Iowa, em 1858. Em 1871 já havia um número considerável de escolas agrícolas nos EUA e seus diretores decidiram fundar uma das mais importantes associações para o progresso das Ciências Agrárias, a *National Association of State Universities and Land Grant Colleges* (Nasulgc). A partir de então começaram a surgir as primeiras regras e orientações para a condução das pesquisas agrícolas, sendo discutidas questões básicas como o que é pesquisa agrícola e que tipo de pesquisa fazer. Essa associação foi propagadora da pesquisa agrícola e mesmo após um século de existência seus propósitos ainda persistem. Em 1885, o cientista do solo E.W. Hilgard estabeleceu o paradigma de que “os trabalhos da ciência e a prática agrícola não deveriam e nem poderiam estar separados”. Estava, assim, consagrado o slogan “*Science with Practice*” na agricultura. Foi aprovado, em 1877, o *Hatch Act*, criando as estações experimentais agrícolas e institucionalizando a pesquisa agrícola (Silva *et al.*, 2010, p. 22).

A partir do século XX, os EUA começam a assumir protagonismo na pesquisa e ensino agrônômico, em função do que foi supramencionado e o que Silva *et al.* (2010, p. 23) acrescentam. Pois, segundo estes autores, é comprovado que o sucesso da pesquisa em agricultura nos EUA esteja “associado ao ensino para a formação de profissionais para o setor”, seguida de uma mobilização da sociedade “para a criação do serviço oficial de extensão rural”. Esta mobilização culminou em 1914, pelo *Smith-Lever Act*, que vinculou a extensão rural aos *Land Grant Colleges*. Portanto, para Silva *et al.* (2010, p. 23) o “sucesso da agricultura de hoje tem como base a trilogia ensino, pesquisa e extensão, que existe há cerca de 150 anos” e foi instituída de modo formal com êxito nos EUA. “Em 1925 foram criados os primeiros departamentos de Economia Rural nas universidades e, em 1928/31, foram iniciados os

ensinamentos sobre a produção e a agroindústria, a comercialização e os serviços do agronegócio” (Silva *et al.*, 2010, p. 23).

Em vista disso, a agronomia moderna começou a emergir como uma disciplina científica e acadêmica durante o século XIX, influenciada por avanços na química agrícola, experimentação controlada, institucionalização do ensino, fomento da pesquisa agrônômica e extensão rural. O século XIX e o começo do século XX também testemunharam o desenvolvimento de tecnologias agrícolas, como a máquina a vapor e, posteriormente, tratores, que impulsionaram a eficiência na produção. Em tal movimento (em especial o que sucedeu na segunda metade do século XIX), Karl Marx expõe como parte da “segunda revolução agrícola”, como descrito por Mazoyer e Roudart (2010), em termos da “segunda revolução agrícola da modernidade”. Note-se aqui que o uso do termo revolução não necessariamente implica adotar expressamente uma visão kuhniana e, como se verá no texto que segue, a indicação de quais e quantas são as revoluções é tema de pauta recorrente e disputa entre os teóricos. Observe-se também que as ditas “revoluções” podem estar, em um contexto mais limitado e excepcional, abarcadas na postura de Laudan (2011), que será dominante e defendida na tese.

No início do século XX houve o desenvolvimento de programas de pós-graduação, e com isso a ênfase na pesquisa agrônômica cresceu. Entre 1930-1940 a extensão agrícola tornou-se uma parte crucial da missão das escolas e institutos agrônômicos, pois a implementação de programas de extensão passou a levar os avanços da pesquisa aos agricultores. Nas décadas de 1950-1960 há uma nova fase da Revolução Verde e incremento das tecnologias modernas (será mais bem discutida em outro tópico), que trouxeram avanços tecnológicos significativos na agronomia, ao incluir novas variedades de plantas e práticas de manejo intensivo. Na década de 1970 entra em jogo os temas de sustentabilidade e agriculturas alternativas, como a agricultura orgânica, que já vinha desde sir Albert Howard, um agrônomo britânico, notável por suas contribuições à agricultura orgânica no início do século XX. Nas décadas de 1980-1990, os progressos anteriores na genética e biologia molecular permitiram avanços em biotecnologia agrícola, incluindo o desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas (OGMs) (Makowski *et al.*, 2014; Jain, 2018).

E mais recente, final do século XX e início do século XXI, há mais abordagens interdisciplinares, há a integração de tecnologia de precisão na agricultura e nas tecnologias digitais, além do destaque a desafios contemporâneos que incluem questões ambientais, mudanças climáticas e segurança alimentar, nos quais os institutos e as escolas de agronomia continuam a liderar pesquisas e inovações para enfrentar esse cenário (Jain, 2018). Desse modo, ao longo da história moderna, as escolas e institutos agrônômicos, em especial nos EUA e Europa, evoluíram para abordar as demandas cambiantes da agricultura, incorporando avanços científicos e tecnológicos em seus programas de pesquisa e ensino. Essas instituições desempenham papel fundamental na formação de profissionais e na promoção da inovação no setor agrícola (Berry, 2004; Thompson, 2009; Scott, 2018).

Assim, a agronomia tem uma origem histórica que remonta às antigas práticas agrícolas, ao consolidar-se ao longo dos séculos como uma disciplina científica e acadêmica fundamental para o avanço da agricultura. Desde suas gênesis como ciência moderna, nas academias continentais da Europa (como França), ou fortemente presente na cultura científica tecnocrata anglo-saxã, com início na Inglaterra e notável desenvolvimento nos Estados Unidos da América, a agronomia se portou (e ainda se porta em termos) como uma típica “ciência capitalista ou burguesa” da modernidade, por isso, mais uma vez, reincide a “acusação” da agronomia ser uma tecnociência em suas manifestações atuais. A dita acusação não se sustenta com uma análise mais ampla e profunda, como já foi feito e continuará a ser realizada em termos epistemológicos.

Isto posto, a origem da agronomia (ou sua genealogia mais primitiva) está profundamente entrelaçada com as práticas agrícolas desenvolvidas ao longo dos séculos em diversas civilizações, e foram e podem ser resgatadas e ajustadas. Com os novos saberes desenvolvidos após o período medieval, com a constituição de escolas e centros de pesquisa agrônômica, cientistas são formados e as ciências agrônômicas ganham corpo. As inovações metodológicas, a constituição de axiologias modernas e a formação de novas teorias atesta a conquista do *status* científico da agronomia na modernidade. As ciências agrônômicas atreladas a uma evolução reticular (em rede) contínua (mas gradual), não cumulativa e não linear, segue sua senda na

contemporaneidade, até se tornar a autêntica disciplina científica que conhecemos hoje, com tradições de pesquisa comensuráveis e concorrentes, como é o caso das tradições convencional de agroecológica (que terão merecida atenção no restante do presente empreendimento filosófico).

### **3.4 Agronomia: sua breve e bem-sucedida história no Brasil**

A trajetória da agronomia no Brasil é uma narrativa atrelada à história da agricultura no Brasil, que abrange diversos períodos históricos, marcada pela evolução que remonta aos primórdios da colonização e se estende até os desafios e avanços contemporâneos. No contexto pré-colonial, as práticas agrícolas dos povos indígenas ou originários evidenciaram uma adaptação notável às condições locais, centrando-se no cultivo de culturas fundamentais como milho, mandioca e feijão, como era de outros ameríndios sul-americanos (Reifschneider *et al.*, 2010).

A chegada dos colonizadores ou invasores portugueses no século XVI promoveu a transição para práticas agrícolas de interesse estrito dos europeus, com notável atenção ao cultivo da cana-de-açúcar e a criação de gado, moldando as bases econômicas do país em formação. No “Brasil, a agricultura, como atividade de interesse comercial, está presente até mesmo na carta de Pero Vaz de Caminha, que dizia ao Rei: ‘Em se plantando, tudo dá’. De fato, a agricultura tornou-se a principal exploração comercial nos primórdios da Colônia” (Silva *et al.*, 2010, p. 24). Os ciclos, como do ouro e diamantes no século XVIII, impulsionaram uma intensificação da agricultura para suprir as demandas das regiões mineradoras, o que sinalizou uma interconexão entre a agricultura e os ciclos econômicos predominantes no período colonial (Silva, 2020).

Com o esgotamento das jazidas auríferas de Minas Gerais, no século XVIII, e em grande parte também pela ampliação da demanda externa por produtos coloniais do Brasil, seguiram-se os ciclos da cana-de-açúcar, do algodão, do fumo e da pecuária. Pela importância da cultura da cana, pelas características sociais envolvidas no seu cultivo e no processamento do açúcar nos grandes engenhos e por diversos outros fatores registrados em nossa história, pode-se afirmar que, em grande parte, o açúcar foi responsável pelas características sociais, políticas e econômicas do Brasil atual. O ciclo da cana-de-açúcar foi um dos mais importantes na agricultura colonial, podendo-se dizer que o seu cultivo foi o principal fator da ocupação territorial e célula fundamental da economia agrária brasileira (Silva *et al.*, 2010, p. 24).

Com o final do ciclo da cana-de-açúcar, e de uma tradição mais exploratória de se fazer uma protoagronomia, surgiram outras oportunidades agrônomicas e econômica, na viabilização da agricultura da colônia Brasil, que depois tornou-se império e na sequência república.

O algodão tornou-se um importante produto de exportação, a partir de 1760, sendo cultivado principalmente na Bahia, em Pernambuco e no Maranhão, chegando a estender-se até a encosta da serra do Rio Grande do Sul e para o interior de Goiás. O fumo, por sua vez, constituiu-se um importante produto de exportação a partir de meados do século XVII. Era produzido principalmente na Bahia e sul de Minas Gerais, envolvendo também as pequenas propriedades, mas perdeu rapidamente mercados europeus em decorrência da concorrência de outras áreas produtoras (VALE, 2005 *apud* SILVA *et al.*, 2010, p. 24). Outro importante ciclo econômico brasileiro foi o da borracha, que alcançou o auge no primeiro decênio do século XIX. Sua importância tornou-se maior a partir da descoberta dos processos de vulcanização por volta de 1839 e da produção de pneus para bicicletas em 1888, evoluindo enormemente a partir do crescimento da indústria automobilística em 1895. As grandes plantações da seringueira foram instaladas no Brasil por meio de grandes concessões de áreas, o que ocorreu no Pará, em Fordlândia e Belterra. Em 1937, a borracha de exploração silvestre caía para 2% do consumo internacional, dada a produção em áreas plantadas. Da região Amazônica, os plantios de seringueira expandiram-se para outros estados, tais como Bahia, Espírito Santo, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso (Silva *et al.*, 2010, p. 24-25).

Diante dos ciclos econômicos e históricos, das atividades agrícolas realizadas no Brasil, pode-se afirmar que uma das mais importantes foi o ciclo do café, especialmente no final do império e no período da república (com

destaque para a República Velha e Era Vargas), com alguns marcos, como a criação do IBC (Instituto Brasileiro do Café), que contribuiu muito na alavancagem da pesquisa e interesse agrônomo.

O ciclo do café foi um dos mais importantes na história da agricultura brasileira e ainda hoje ocupa lugar de destaque na pauta de exportações brasileiras. O café foi introduzido no Brasil em 1727, pelo sargento-mor Francisco de Mello Palheta, que trouxe algumas sementes e cinco mudas da Guiana Francesa, que foram plantadas no Pará. Posteriormente, foram plantadas algumas mudas no Rio de Janeiro, onde a cultura se desenvolveu e avançou pelo vale do rio Paraíba, atingindo o estado de São Paulo, por volta de 1830. Daí se expandiu para a Zona da Mata de Minas Gerais e sul do Espírito Santo (SILVA *et al.*, 2010, p. 25). Vale salientar o enorme fluxo de imigrantes que chegou ao Brasil no início da expansão da cultura, uma vez que esta necessitava de muita mão de obra e o tráfico de escravos havia sido eliminado em 1850 (VALE, 2005 *apud* SILVA *et al.*, 2010, p. 25). Para se ajustar ao modelo de desenvolvimento econômico adotado, a agricultura passou por dois momentos. O primeiro momento terminou na metade dos anos 60, quando a ideia era deixar a agricultura expandir por meio do incremento da fronteira agrícola e transferir dessa, para financiar a industrialização, a maior quantidade de recursos. O segundo momento ocorreu a partir da segunda metade dos anos 60, quando a política agrícola passou, então, a ter como alvo a modernização da agricultura (Silva *et al.*, 2010, p. 25).

Com o final do ciclo do café, ou perda do protagonismo da cadeia produtiva do café, que não foi por problemas fitossanitários ou climáticos, mas a direcionamentos agroindustriais e econômicos, o eixo produtivo no Brasil muda. Isso se retrata na história através da criação de complexos agroindustriais voltados para culturas como a soja e o milho, que se propagam de forma vertiginosa hoje, que estão em uma lógica tecnocientífica, engendrada por tecnossistemas.

No período de 1930 a 1970, completou-se a integração funcional dos setores agropecuário e industrial brasileiros, que culmina com a constituição do chamado complexo agroindustrial, no qual a agricultura passa a constituir um elo fortemente integrado a uma cadeia formada em seus dois extremos por setores industriais distintos (SANTOS, 1993 *apud* SILVA *et al.*, 2010, p. 26). O primeiro termo, utilizado na literatura para expressar essa integração, foi cunhado como *agribusiness* [agronegócio] pelos economistas norte-americanos Ray Goldberg e Hohn H. Davis, em 1957. Esse termo incorpora em seu conceito os agentes que imprimem dinâmica a cada elo da cadeia, que sai do mercado de insumos e dos fatores de produção (antes da porteira), passa pela unidade agrícola e produtiva (dentro da porteira) e vai até o processamento, transformação e distribuição (depois da porteira) (Silva *et al.*, 2010, p. 26).

As transformações científicas e tecnocientífica, promovidas na agronomia, a partir da década de 60-70, do século XX, são salutares pontos de atenção. A partir de 1960, tradições de pesquisa, como a convencional estavam se consolidando, na medida que em países ditos desenvolvidos eram indicados os primeiros desafios ambientais e sociais desse modelo. Enquanto isso, como oposição à tradição convencional, surgem ou se avolumam inúmeras alternativas de agriculturas, amparadas na pesquisa agronômica, ao qual aqui será referida como tradição de pesquisa agroecológica. Nesse ínterim, os desenvolvimentos nas ciências agronômicas, depois de 1960, ganharão mais protagonismo nessa tese.

A partir dos anos 1960/70 o desenvolvimento da agricultura brasileira foi possível pela ação de profissionais qualificados em uma ação programada por meio dos seguintes procedimentos: criação de cursos de pós-graduação nas mais diversas áreas do conhecimento, criação do Sistema Embrapa em seus centros de pesquisa por produto e temas estratégicos, treinamento intensivo de pesquisadores e professores em centros de excelência no exterior, e montagem de laboratórios especializados. Houve, portanto, um esforço conjunto dos Ministérios da Educação e da Agricultura na elaboração de um plano estratégico para o setor. Por parte das universidades brasileiras houve treinamento maciço de docentes em cursos de doutorado no exterior, sobretudo no final da segunda metade da década de 1970. Foram treinados em cinco anos mais de 1000 doutores que, ao retornarem ao país, reforçaram a pós-graduação existente e expandiram a oferta em outras áreas de especialização. Nesse mesmo período foi possível, ainda, contar com a cooperação de consultores de várias universidades norte-americanas vinculados ao projeto Brazil/MEC-MSU (Michigan State University, 1974/79) (Silva *et al.*, 2010, p. 26).



O pós-guerras, no século XX, testemunhou a implementação de práticas e de tecnologias da “revolução verde” no Brasil, caracterizadas pelo uso intensivo de insumos agrícolas, como fertilizantes e pesticidas. Essa fase resultou em significativo aumento da produtividade agrícola, mas também suscitou preocupações ambientais e desafios relativos à sustentabilidade do modelo adotado. Os ganhos científicos, ou o progresso a partir da resolução de problemas empíricos e conceituais, foram excepcionais depois de 1960 no Brasil. Essas conquistas são extraordinárias dentro da tradição de pesquisa convencional da agronomia, que pode ser tida ainda como prevalente. Além do sucesso cognitivo e do avanço epistêmico na solução de problemas, que explica o progresso da tradição convencional, alguns elementos não cognitivos e não menos contextuais foram importantes na valoração das pesquisas na tradição convencional.

Fazendo uma análise das transformações recentes da agricultura brasileira, Alves, Contini e Hainzelin (2005 *apud* Silva *et al.*, 2010, p. 27) consideram que três políticas foram determinantes no processo de modernização da agricultura: 1. crédito subsidiado, principalmente para compra de fertilizantes e maquinaria; 2. Grande extensão rural entre 1950 e 1970; 3. forte investimento em pesquisa e educação em Ciências Agrárias, com a criação da Embrapa (1973) e de cursos de pós-graduação. O fortalecimento da educação agrícola superior foi, sem dúvida alguma, o maior suporte para o desenvolvimento agrícola nacional [...] (Silva *et al.*, 2010, p. 27).

Como denotado acima, o fortalecimento da educação agrícola superior foi o maior apoio e suporte plausível para o desenvolvimento agrícola e das ciências agrônômicas no Brasil, o que inclui a pesquisa agrônômica dirigida ao panorama de demandas regionais. Nesse escopo, é válido balizar alguns fatos históricos que foram relevantes ao se fazer uma filosofia da agronomia, com atenção ao cenário brasileiro, na formação e na consolidação das ciências agrônômicas.

A história da formação superior na área da Engenharia Agrônômica [agronomia] no país remonta ao início do século XIX com a chegada da Corte portuguesa. A Carta Régia de 25 de junho de 1812 criou um curso de Agricultura na Bahia, mas, sequer foi instalado (Silva *et al.*, 2010, p. 29).

A primeira escola ou curso de Agricultura do Brasil teve sua origem na Bahia, “em 1877, originária do ‘Imperial Instituto Bahiano de Agricultura’, A Imperial Escola Agrícola da Bahia destinava-se a ministrar curso em dois graus, o elementar e o superior”. Observando que no “grau elementar habilitavam-se operários e regentes agrícolas e florestais, enquanto, no segundo, formavam-se os agrônomos, os engenheiros agrícolas, os silvicultores e os veterinários” (Silva *et al.*, 2010, p. 31).

O segundo instituto de pesquisa agrônômica no Brasil foi o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), cuja fundação ocorreu em 27 de junho de 1887 (o primeiro foi o Imperial Instituto Bahiano de Agricultura em 1859). Esta instituição pioneira foi constituída em um contexto que demandava o fomento do desenvolvimento agrícola no país; foi estabelecido e ainda se situa no estado de São Paulo. O IAC desempenhou e ainda desempenha papel fundamental na condução de pesquisas científicas, experimentos agrícolas e análises de culturas, visando aprimorar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas, sendo um marco na agronomia brasileira.

No contexto de ensino e das escolas agrônômicas, que impulsionaram a pesquisa agrônômica no Brasil, indica-se que a segunda instituição criada foi a escola de ensino Agrícola e Veterinário em Pelotas-RS, no ano de 1883, “a partir da iniciativa de uma família de grandes pecuaristas e com a colaboração do governo municipal”. Essa família “de Eliseu Antunes Maciel mandou construir um edifício naquela cidade para abrigar uma escola pública e gratuita de ensino primário e com a perspectiva de instalar um curso superior no futuro”. A estrutura física, inicialmente fundada por uma família de ‘aristocratas’ gaúchos, foi doada à Câmara Municipal, que se encarregaria de manter o estabelecimento. E, quando “o prédio ficou pronto, em 1883, o governo imperial propôs instalar nele uma escola de nível superior de engenharia agrônômica e veterinária, sob a direção do francês Dr. Claude Regourgeon”. Observa-se que o “projeto inicial deu lugar à ‘Imperial Escola de Medicina Veterinária e de Agricultura Prática’ que passa a curso superior em 1889, sob a denominação ‘Lyceu Rio-Grandense de Agronomia e Veterinária’” (Silva *et al.*, 2010, p. 32).

A consolidação do ensino agrônômico ganhou impulso nas décadas de 1920 e 1930, coincidindo com a criação do Ministério da Agricultura, em 1920, e

a fundação da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) em 1901. Estas instituições desempenharam papéis cruciais na estruturação do ensino agrônomo e na promoção de pesquisas científicas aplicadas ao contexto agrícola brasileiro.

[...] em 1872, Luiz de Queiroz, possuidor de grande cultura e conhecimentos, adquiridos e aprimorados nos cursos que frequentou em Grignon, na França, e em Zurique, na Suíça, propõe a instalação de uma Escola Agrícola. Este sonho começa a se materializar quando, em 1889, arrematou a fazenda São João da Montanha, distante a três quilômetros da cidade de Piracicaba. Imbuído do ideal de ver implantada a Escola Agrícola, Luiz de Queiroz viaja para a Europa e para a América do Norte. Na Inglaterra, encomendou a dois arquitetos o projeto para uma Escola Agrícola e Fazenda Modelo, e, dos Estados Unidos, trouxe um professor de Agricultura e dois arquitetos de nacionalidade espanhola. Ao retornar, iniciaram-se as obras de construção da Escola, com cerca de duzentos trabalhadores. Em 1892, já funcionavam olarias, serraria a vapor, exploração de pedreiras e forno para fabricação de cal, todos voltados para a obra de construção. [...] O Curso de Agronomia, criado em 1901, foi incorporado à Universidade de São Paulo (USP) em 1934, por ocasião da inauguração da Universidade (Silva *et al.*, 2010, p. 32-33).

Salienta-se que até a criação da Esalq, as escolas superiores de agricultura eram pautadas no modelo europeu, mas, a partir da escola de Lavras, o modelo norte-americano de escolas superiores e o fazer a pesquisa agrônoma foram alavancados no Brasil.

Em janeiro de 1908 foi inaugurada a Escola Agrícola da Lavras, fundada por missionários norte-americanos que chegaram ao Brasil em 1869. Os missionários instalaram-se em Campinas/SP, onde fundaram o Colégio Internacional, e, em 1894, mudaram-se para Lavras/MG, em virtude de uma epidemia de febre amarela que grassou em Campinas. [...] primeiro diretor da Escola Agrícola foi o agrônomo Benjamin Hunnicutt, formado no *Mississippi State College of Agriculture*. Ainda hoje, o lema da antiga Escola Superior de Agricultura da Lavras – hoje Universidade Federal de Lavras (Ufla) – é o mesmo do *College of Agriculture* de Iowa: “Ciência e Prática”, que aparece no seu brasão circundado por dois ramos de café, ao invés do trigo de Iowa. [...] A primeira turma de Agronomia formou-se em 1911 e era constituída de três alunos. [...] Para tanto, trouxe a metodologia do *Land Grant College*, uma inovação no Brasil, onde só existia o modelo francês, implantado na Bahia, em Pelotas e em Piracicaba (Silva *et al.*, 2010, p. 33-34).

Considera-se, ainda, que a história de desenvolvimento da agronomia, no Brasil, segundo Baiardi (2004a), é um processo que se remete ao Segundo Império. Somente após o começo da República e, em específico, após o estabelecimento da “revolução verde” no Brasil (após 1950 com incremento a partir de 1960) é que as ciências agrônomicas ganham expressividade, com profissionais oriundos de várias instituições de educação brasileiras, desde os primórdios do ensino superior, como a do Imperial Instituto Bahiano de Agricultura (1877 em Cruz das Almas - BA), Escola Superior de Agricultura Eliseu Maciel de Pelotas (1881), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1901), Universidade do Paraná (1918, hoje UFPR), e outras mais, que foram criadas e mudaram de nome e estrutura com o tempo. Nesse ponto, com destaque na história da agronomia no Brasil, o progresso da ciência agrônômica se entrelaça com a criação e desenvolvimento de cursos de agronomia ou engenharia agrônômica no território nacional pós-Império.

No século XXI, observa-se uma fase marcada por avanços tecnológicos, como a biotecnologia, agricultura de precisão e o manejo integrado de culturas, que visa otimizar a eficiência e a sustentação dos agroecossistemas. Nesta conjuntura, embates contemporâneos, tais como questões ambientais e mudanças climáticas, demandam atuações inovadoras para assegurar a sustentabilidade no setor agrícola brasileiro (Silva *et al.*, 2010). Por conseguinte, o legado da agronomia no Brasil figura-se de modo não linear em seu processo, mas apresenta-se como uma evolução, marcada pelo entrelaçar de aspectos econômicos, sociais e ambientais ao longo do tempo, pertinentes para a compreensão filosófica. A interseção entre tradições de pesquisa agrônômica, influências históricas e a busca constante por soluções aos problemas, moldaram a trajetória da agronomia no país, ao refletir seu papel central no desenvolvimento prodigioso do setor agrícola brasileiro. As ciências agrônomicas no Brasil, nesse sentido, em pleno século XXI, continuam a desempenhar atuação crucial na produção agrícola e no desenvolvimento sustentável do rural, com a concorrências entre tradições de pesquisa (agroecológica e convencional). Na vigência, diversas tendências e desafios moldam o cenário das ciências agrônomicas no país: impactantes novidades tecnológicas; sustentabilidade ambiental; pesquisa e desenvolvimento;

integração de conhecimentos (populares e científicos); políticas públicas; globalização do agronegócio; segurança alimentar e soberania alimentar.

### **3.5 Como o desenvolvimento da agronomia costuma ser entendido**

A agronomia como ciência costuma ser entendida como uma ciência aplicada que gera tecnologia, com desenvolvimento linear e acumulativa ao longo da história, com origens na modernidade. No entanto, verificou-se em tópicos anteriores que os pressupostos agronômicos podem remontar a tempos mais remotos, e que a agronomia passou por fases históricas que podem ser entendidas como 'revolucionárias', pelo menos no tocante às suas aplicações ou às circunstâncias em seu entorno.

Para autores como Baiardi (2004a, 2004b; 2017), a agronomia parece, em parte, ter um processo linear e cumulativo, marcada por momentos ou fases epistemológicas, mas isso contrasta com as revoluções agrícolas e agropecuárias, como indicado na história por Mazoyer e Roudart (2010) e não negadas por Baiardi. Nesse sentido, autores como Gomes (2003), Borsatto e Carmo (2012) e Costa (2017) possuem tendências kuhnianas ao interpretarem a agronomia, ou mais especificamente a tradição agroecológica dentro da agronomia.

As ditas tendências kuhnianas existem, pois, os autores mencionados acima, entre outros, não estruturam elementos para uma filosofia da agronomia, mas na defesa da agroecologia, enquadraram-na no arcabouço teórico da filosofia de Kuhn. Por exemplo, Gomes (2003) é o que mais cita e trabalha Kuhn em seu escrito (Gomes, 2003, p. 122-131), trabalha bem a discussão no entorno de paradigma, e induz o leitor a uma possível compreensão de que a agroecologia é um paradigma ecológico. Já Borsatto e Carmo (2012, p. 711-713) citam menos Kuhn, mas conduzem seu raciocínio no sentido de postular que a agroecologia é um paradigma, ao estruturar sua argumentação com o propósito de qualificar um paradigma em crise (dominante), que abre caminho para a ascensão da agroecologia como paradigma revolucionário. Costa (2017), por sua vez, não trabalha de forma filosófica Kuhn, mas retrata a agroecologia como um novo momento paradigmático, em uma sucessão de revoluções, ao seguir, mesmo

que implícito, o esquema kuhniano, quando discorre sobre a agroecologia no Brasil.

A agronomia se distancia do indutivismo ingênuo, como apontado por Chalmers (1993), ou mesmo o empirismo lógico (em suas diferentes formas e adaptações), como indicado falho por Larry Laudan, que prefere uma análise em que a ciência começa com a observação e apresenta problemas (Laudan, 2011) no conjunto de soluções para o progresso efetivo. Portanto, sem objetivar a busca por verdades, em concordância com Laudan (2011), a agronomia continuará a ganhar nessa tese uma análise racional e pragmática laudaniana, não realista e não relativista.

Não é finalidade desse tópico esgotar o assunto sobre as possibilidades interpretativas da agronomia como ciência, muito menos esgotar as propostas dos autores mencionados. Apenas alguns vislumbres foram providos, no direcionar das próximas etapas da tese. Os autores aqui citados, de forma breve em sua filosofia, podem ser trabalhados em outras circunstâncias e por outros pesquisadores de modo ulterior, como é o caso de Kuhn.

No entanto, dentro do parco marco teórico em filosofia da agronomia, detectou-se em item anterior e, também, no início da presente subdivisão que a agronomia, hoje, tem tendência de ser interpretada, ao menos pelos não filósofos da ciência, e sim pelos cientistas ou pesquisadores na agronomia, como linear, cumulativa e isenta. Essa postura é mais comum entre os pesquisadores da tradição convencional na agronomia, uma posição quase positivista lógica ou em alguns pontos, chegando a ser baconiana. Não há registros escritos (pelo menos não localizados até o momento), mas registros verbais, quando sofisticados, de citações de Popper, a certos estudiosos na agronomia ao defender a “verdade científica” agrônômica (isso proveniente de pesquisadores experimentais). Já autores mencionados nesta pesquisa, como Gomes (2003), Borsatto e Carmo (2012) e Costa (2017), tem inclinação kuhniana, levando aos extremos considerações sobre uma possível incomensurabilidade de paradigmas e sobre as revoluções na agricultura, e assumem a agroecologia como um paradigma emergente e incomensurável diante de um paradigma convencional em crise.

A presente tese continua na assertiva de propor uma “via do meio”, isentando-se da discussão sobre verdade e realismo, contemplando a história

das ciências agrônômicas e considerando os valores influentes (especialmente os cognitivos - internos). Nessa configuração, poder-se-ia ficar com Lacey (2008, 2010, 2022) e suas obras, já que discutem casos relacionados à agronomia, como é a tradição agroecológica (ponto-chave em seu modelo de ciência e valores – M-CV). No entanto, sua filosofia foi aqui entendida como superestimando os valores contextuais (externos) e como um modelo de ciência engajada, ou seja, uma proposta de como se fazer ciência, e não como uma interpretação possível da ciência agrônômica atual. Em outros termos, Lacey, aplicado à agronomia, é válido na proposição de uma nova agronomia, contextual, engajada e direcionada (à justiça social, à sustentabilidade ambiental e à democracia), mas aqui não será utilizada para compreender a epistemologia da agronomia vigente (ou que recorre no mínimo ao século XX e início do século XXI).

Na tentativa ainda de propor uma “via do meio”, entre empiristas diversos, Popper, historicistas como Fleck e Lakatos, o suposto relativismo paradigmático de Kuhn (e seus desdobramentos possíveis na sociologia da ciência) e o suposto irracionalismo de Feyerabend, a opção escolhida foi Larry Laudan. Em Laudan, sem defender o realismo, mas explicitando o racionalismo na ciência, a história da agronomia como ciência será interpretada de forma epistemológica em seu progresso ou evolução, ao considerar teorias, seu crescimento e tradições. Os próximos itens darão conta de explicitar melhor “o porquê” da escolha de Laudan e como fazer uma epistemologia das ciências agrônômicas. Nos próximos capítulos, será aprofundada a filosofia de Laudan, em suas aplicações à agronomia. Dessarte, na tese, até seu final, serão consideradas as interpretações laudanianas para o progresso e a racionalidade na agronomia.

### **3.6 As “revoluções” e tradições na agronomia**

A palavra revolução costuma trazer alguns estigmas e na filosofia da ciência tende a ser atrelada ao pensamento historicista de Thomas Kuhn. Assim, é tentador, ingênuo e precipitado, assumir Kuhn de imediato, a filosofia de Kuhn

para a agronomia, por mera e simples denotação histórica ou atrelo etimológico, sem perspicácia epistemológica.

[...] a ideia de revolução foi canonizada na clássica obra de Thomas Kuhn, *A estrutura das revoluções científicas*. Embora não fosse sua intenção (pois Kuhn estava interessado em chamar atenção para a 'ciência normal', não revolucionária), seu livro levou cientistas, filósofos e historiadores a compartimentar a evolução da ciência em períodos espeçados de atividade revolucionária e imaginar que a revolução científica (com sua 'mudança de paradigma' associada) fosse a categoria básica para discutir a evolução da ciência (Laudan, 2011, p. 186).

É importante retomar do início, indo às origens, para depois direcionar a epistemologia da agronomia. A origem etimológica de "revolução" (em latim: *revolution*) remonta ao latim *revolutio*, proveniente do verbo *revolvere*, cujo significado é "girar novamente" ou "voltar", ou ainda "dar voltas", "completar voltas". Ao longo do tempo, a palavra revolução, em especial no contexto histórico e social, evoluiu para descrever um fenômeno caracterizado por mudanças profundas, repentinas e radicais na estrutura política, social, econômica ou cultural de uma sociedade (ruptura). Nesta perspectiva, o termo envolve o conceito de fechar o círculo ou regressar, alterando drasticamente o *status quo* existente na política ou na sociedade como um todo, o que provoca, em última análise, uma transformação significativa e duradoura, ou em específico no paradigma de ciência (em Kuhn).

[...] a explicação dada por Kuhn às revoluções científicas [...] as revoluções assinalam-se pelo surgimento de um novo 'paradigma' teórico, que, em pouco tempo, desacredita o paradigma mais velho e atrai a adesão de todos os membros da comunidade científica. Nessa perspectiva, as revoluções são precedidas por breves períodos de atividade teórica frenética, durante os quais muitos pontos de vista alternativos competem pela adesão da comunidade científica. Os antes sacrossantos elementos do paradigma anterior de repente se tornam objeto de intensos debates e controvérsias. Um leque de pontos de vista é explorado até que, por fim (normalmente em menos de uma geração), uma dessas novas perspectivas supera as outras e se estabelece como novo paradigma, que exige a adesão incondicional dos cientistas daquela área do saber (Laudan, 2011, p. 187).



No entanto, como ver-se-á aqui nesse tópico e no decorrer da tese, a versão “revolucionária” na epistemologia não se aplica à agronomia. Na agronomia, desde os seus primórdios (fora ou antes da modernidade), não foi excludente a possibilidade de tradições concorrentes, algo que se confirmará adiante, pois comungaram aspectos e estiveram imersas no mesmo processo dito revolucionário. É necessário salientar que a noção de revolução paradigmática, para Kuhn, significa a substituição de um paradigma por outro, sendo que este último é considerado hegemônico perante o anterior. Esta visão de hegemonia, e de que existem paradigmas hegemônicos na ciência, é um elemento criticado por Laudan, pois ele defende o fato de que ocorreria na ciência reticulações, e não revoluções.

As “revoluções” na esfera agrícola ou por inferência, na agrônômica, iniciaram, possivelmente, com as revoluções na agricultura, como a revolução agrícola neolítica (em torno de 10.000 a.C.). Essa, tida como primeira revolução agrícola (será tratada em termos de tradição), consignou uma ruptura da subsistência nômade, pautada na caça e coleta, para uma matriz sedentária, caracterizada pela concomitância na domesticação de espécies vegetais e animais. Pode-se atribuir a esse primeiro “grande giro” ou mudança nas condições que favoreceram o estabelecer de civilizações posteriormente. No entanto, com relação ao que seria a agronomia (não moderna), em seu processo de gestação, pode-se entender como berço as civilizações que se desenvolveram na antiguidade. O que se pode nominar hoje de ciências agrônômicas, nas épocas dessas pujantes civilizações mencionadas, esteve muito atrelada a componentes místicos e técnicos (Mazoyer; Roudart, 2010).

No período da história antiga, que pode ser compreendido como até a queda do Império Romano do Ocidente (na leitura eurocêntrica), há nítida ascensão e queda de impérios marcadas não apenas por conquistas militares e políticas, mas pela capacidade de manter atendida a demanda alimentar pela produção agrícola. O uso adequado de terras férteis, o entender das estações, a constituição de calendários agrícolas, os sistemas de pousio e o desenvolvimento da irrigação são marcantes em todos os continentes (Mazoyer; Roudart, 2010). A eficácia em resolver problemas empíricos e teóricos referentes aos pontos mencionados anteriormente e em gerar inovações tecnológicas

dessa “pré-ciência” agronômica foi decisiva no êxito de civilizações, o que condiz com premissas de Laudan.

As tradições de pesquisa nesta época, na formação do conhecimento agronômico, ocorreram de forma paulatina, com concorrência de supostas tradições e incorporação de elementos (por reticulação laudaniana) de tradição concorrente. Por exemplo, a simples domesticação e cultivo de plantas foi a base de uma tradição de conhecimento agrícola (e porque não agronômico primitivo) que levou ao melhoramento genético, praticada seja por sumérios ou maias. Quem usava apenas o modelo de uma tradição de “pesquisa” que promovia apenas a seleção de bons frutos/sementes para cultivos subsequentes, o que se pode entender por domesticação, não conseguia garantir pureza genética ou incrementos contínuos na produção. No entanto, a tradição de pesquisa que partiu da seleção e começou a cruzar plantas compatíveis com características desejáveis observou que poderia alcançar melhores resultados, soluções mais eficazes (nos moldes da filosofia de Laudan) para problemas de um melhoramento genético ainda de bases preliminares (mas na essência agronômico). O mesmo é possível afirmar dos avanços no conhecimento conquistados na irrigação pelos egípcios, babilônicos, chineses, incas etc. ou de qualquer outro segmento que gerava práticas agrícolas desejáveis (como tecnologias provenientes de uma agronomia em incubação), pois, no passado como hoje, o “cientista ‘puro’ deve mostrar que seus problemas são significativos e seu programa de pesquisa é suficientemente progressivo para merecer que apostemos nele nossos preciosos e limitados recursos” (Laudan, 2011, p. 318). Logo, na Idade Antiga ou nas grandes civilizações da antiguidade, a agronomia estava em sua forma ainda embrionária, seguida por uma delimitação de tradições de pesquisas agronômicas (ou protoagronômica).

No tocante aos elementos tecnológicos e científicos, o período medieval foi assinalado pelo uso primitivo da terra e pelo feudalismo, todavia, com o fim do julgo da ciência para com o dogmatismo religioso, o uso arcaico da terra e os costumes feudais foram, de forma paulatina, substituídos por novos arranjos e conhecimentos, marcados por um resgate, manutenção e mesmo adaptação do conhecimento da tradição helenística sobre a agricultura (conhecimento agronômico). Logo, ao ponderar a passagem pelo período medieval, a

agronomia “embrionária” está “latente ou dormente”, com poucos progressos, no aguardo de seu “parto” na modernidade, e o alavancar da tradição convencional na pesquisa agrônômica. Doravante o final da Baixa Idade Média (depois de 1.000 d.C. até o século XV), inicia-se o que pode ser denominado primeira “revolução verde”, segundo Mazoyer e Roudart (2010).

Com o final da Idade Média, novas tradições de pesquisa provenientes da denominada “Revolução Copernicana” na ciência (XVI), há o raiar da Idade Moderna (XV a XVIII) e de uma “nova ciência” (“nova agricultura e nova agronomia”), com concepções próximas das que vigoram na atualidade, na constituição das tradições convencional e agroecológica na agronomia. Nessa evolução do conhecimento (agora tido de modo formal como científico), ocorre a formação de uma tradição agrônômica mais sofisticada e pautada nos avanços modernos, que correm em paralelo e subsequente à Revolução Científica do século XVII, seguido dos avanços do século XVIII, onde ocorre o advento de sofisticadas maquinarias agrícolas, notadamente o arado aprimorado, e estratégias mais sofisticadas da rotação de culturas. Estes empreendimentos, imbuídos de um intento lucrativo, propiciaram um incremento significativo na eficácia produtiva, ao engendrar, por conseguinte, o avanço do capitalismo e das filosofias políticas como a fisiocracia na França (para o qual a agricultura era a fonte real de riqueza em uma sociedade) (Mazoyer; Roudart, 2010).

Na contemporaneidade criam-se novos horizontes para a criação de tradições agrônômicas de pesquisa, novos métodos e artefatos que proporcionam uma enorme ascensão das ciências agrônômicas, caracterizada como segunda “revolução verde” por Mazoyer e Roudart (2010), e que pode ser referido e sintetizado como “revoluções verdes” contemporâneas (03 “revoluções verdes”: máquinas e mecanização; agroquímicos; e genética).

A valorização de novas abordagens empiristas na ciência moderna, como na agrônômica, e a eficácia alcançada em resolver problemas empíricos e conceituais permitiram à agronomia passar de uma ciência emergente para uma ciência sólida. Na agronomia, problemas conceituais como os próprios limites e interfaces das ciências agrônômicas e na apresentação de suas teorias passaram a ter atenção e a promover os avanços científicos nas agrárias. De modo semelhante, no caso de problemas empíricos, as evidências

experimentais corroborativas, em especial relacionadas à nutrição de plantas, à química do solo e ao melhoramento genético de plantas, passaram a desempenhar papel crucial na alavancagem da agronomia como ciência e seu papel na produção de alimentos.

Após a revolução industrial, a conciliação das conquistas científicas e tecnológica direcionadas ao campo agrônomo permitiu o surgimento da nova tradição de pesquisa, hoje denominada de “convencional”, ou agricultura moderna, e mais recente, pode ser denominada de tecnocientífica. Essa agronomia moderna que adentra a contemporaneidade aplica conhecimentos da física moderna, da química do solo, da botânica e fisiologia vegetal, da microbiologia, da entomologia, da meteorologia e da genética, ao criar novos campos de estudo e disciplinas (que configuram a agronomia na atualidade). As especialidades agrônomicas proporcionam eficácia científica e frutos tecnológicos nas áreas de irrigação e drenagem, de mecanização agrícola, do melhoramento genético, da agroecofisiologia, da fitossanidade, da nutrição de adubação e da fitotecnia, entre outras.

Há uma aparente ilusão de hegemonia, pelo menos mais recente na história da agronomia. Uma hegemonia do paradigma ou tradição convencional, em contraste ao modelo agroecológico. Mas isso não é observável em escala mais ampla, pois a tradição de pesquisa convencional nunca suplantou de forma plena as práticas, muitas vezes milenares, de aplicar o conhecimento agrícola ou gerar novo conhecimento. Comunidades tradicionais, povos originários e grandes comunidades espalhadas pelo globo não aderiram ainda, ou aderiram de forma incipiente ao modelo convencional. A China mesmo adotou em escala o modelo convencional apenas em meados da década de 70 do século passado e, até o momento, a China e a Índia mantêm a aplicação de conceitos milenares de se fazer agricultura, como observa-se no cultivo do arroz.

A agronomia, nos moldes da tradição de pesquisa convencional, pode ser acusada, sim, via complexos agroindústrias, de promover de forma ostensiva suas teorias, metodologias e valores. No entanto, a adoção pode ter acontecido e ainda acontece por pressão econômica, mas a resolução de problemas empíricos e conceituais, que alcançou progresso científico, que levou à conquista de nova tecnologia, promoveu incrementos produtivos e escaláveis

significativos, como nunca na história da humanidade. Porém, as virtudes científicas não impediram valores extrínsecos escusos e descontextuais, que podem levar a problemas sociais e ambientais, que aqui nessa tese não serão foco.

No século XX, de modo singular no pós-guerras, consuma-se a eflorescência da “revolução verde”, sobre os pilares da intensificação tecnológica, em particular através da engenharia genética e do uso de variedades cultivares de elevada produtividade (como são os híbridos e os organismos geneticamente modificados). Este período foi marcado, igualmente, pela instituição de técnicas de manejo intensivo, abraçando o uso corrente de fertilizantes e pesticidas, a amplificação extraordinária na produção agrícola, não obstante a consideração dos efeitos negativos, sejam eles ambientais ou sociais (Pons, 2008; Mazoyer; Roudart, 2010), intrínsecos a esse período dito revolucionário, do que na vigência se denomina de agricultura convencional.

Uma fração da “revolução verde” de destaque no século XX, teve sua gênese nas décadas de 1940 e 1950, emanou e focalizou de modo especial os países em desenvolvimento, destaca-se de modo notório no México, Índia e Filipinas. A figura proeminente do cientista agrônomo Norman Borlaug, laureado com o Prêmio Nobel da Paz em 1970, desempenhou papel profícuo nesse contexto de grande progresso científico e no alcance de altas produtividades no campo. Este período foi caracterizado pela introdução de variedades de plantas de alto rendimento, pela maior sistematização e mecanização das áreas agrícolas, a intensificação do uso de fertilizantes e pesticidas, e a modernização do sistema de irrigação. A premissa central dessa revolução verde residia na geração e emprego do conhecimento agrônomo para o aumento da produtividade agrícola, em vista de fazer face à demanda crescente por alimentos, impulsionada pelo crescimento populacional pós-Segunda Guerra Mundial. A adoção em massa dessas tecnologias culminou em ganhos substanciais na produção de grãos fundamentais, como trigo e arroz, e reverberou de modo positivo na segurança alimentar em diversas regiões do globo (mas isso não foi regra e não eliminou as tristes disparidades alimentares, assim como não garantiu a soberania alimentar).

A outra “revolução verde”, iniciada por volta da década de 1970, e que se estende até os dias atuais, expandiu e refinou os preceitos estabelecidos na fase precedente, de intensificação dos agroecossistemas na maximização produtiva. Nesta etapa, observou-se a globalização mais acentuada dessa conduta, ao abranger um espectro mais amplo de culturas e regiões, com maiores expansões nas zonas tropicais e subtropicais. O desenvolver de variedades de plantas mais resistentes a pragas e doenças, aliado aos avanços na biologia molecular, engenharia genética e biotecnologia, veio com distinções claras nessa etapa evolutiva das ciências agrônômicas.

A partir da década de 1970-80 (sobretudo na década de 90), consuma-se a revolução genética na agricultura e agronomia, por meio da qual, mediante a engenharia genética aplicada ao rural, inaugura-se um capítulo na propagação de culturas transgênicas, pelo uso de organismos geneticamente modificados (OGMs), que alegam resistências a patógenos, a pragas, a tolerância a herbicidas e a características nutricionais aprimoradas (ou mesmo nutracêuticas e biofortificadas). E, até o final do século XX, para o início do século XXI, surgem as técnicas de edição gênica e interferência na expressão gênica (ainda não usadas em escala na agricultura, mas muito pesquisada pelas ciências agrônômicas, ciências biológicas, ciências médicas e biotecnologia). As discussões em torno da genética e suas aplicações na agronomia levam ao debruçar-se sobre questões intrínsecas à filosofia, não só na epistemologia, mas na bioética e, em vista disso, ao aprofundamento filosófico em tópicos concernentes a valores. Os valores aqui nominados podem ser internos, com a reticulação, em especial a partir das metodologias inovadas na biologia molecular, que permitiram a geração de novas teorias e axiologia. No entanto, há valores externos, com peculiar atenção aos éticos, econômicos e ambientais, que pressionam a ciência em seu desenvolvimento aplicado.

Ainda na transição entre séculos XX e XXI surgem as inovações como a agricultura de precisão, caracterizada pela integração sinérgica de tecnologias de geolocalização (por satélite), drones, sensores sofisticados, coleta e análise de grande quantidade de dados. A partir da tecnologia embarcada e acessórias à agricultura de precisão, ganham-se novos usos de imageamentos, *big data*, inteligência artificial e muito mais ligado a adjacências da tecnologia da

informação aplicado de forma metódica na agronomia. Essas novas tecnologias, que geram novas metodologias, teorias e valores no âmbito agrônomo são motivo de preocupação social e na democratização dos artefatos tecnológicos, como é recorrente no debate que circunda a atuação das *big techs* e suas ligações com grandes conglomerados industriais.

Nas ciências agrônomicas, as revoluções verdes contemporâneas trouxeram benefícios atrelados à urbanização/industrialização, à possibilidade de maior escala na produtividade, à agilidade nos manejos e à efetividade agrotecnológica que ajudaram a aplacar em parte a fome no mundo. No entanto, a “revolução” das máquinas trouxe poluição por combustíveis fósseis e êxodo rural; a “revolução” dos agroquímicos levou ao desequilíbrio ambiental, potencial danos à saúde humana e impasses sociais; e a “revolução” genética traz dilemas bioéticos e econômicos (como na questão dos transgênicos e outras inovações biotecnológicas).

Nesse contexto, criado até agora, fica evidente o clamor que suscita uma nova agronomia (“nova da nova”), ou pelo menos uma nova tradição na agronomia. A agroecologia e outras formas de gerar conhecimento e agriculturas alternativas são uma reação às dificuldades externas apresentadas pelo modelo convencional e mesmo às dificuldades cognitivas conceituais e empíricas (problemas anômalos ou não resolvidos na proposta laudiana). Todavia, a agroecologia, por mais que resgate conhecimentos e práticas milenares, preservadas muitas vezes por povos tradicionais, e incorpore outros elementos não cognitivos e não agrônomicos, ela não despreza certas conquistas obtidas em resposta às denominadas revoluções. A agroecologia não é uma tradição de pesquisa que “remanufatura” apenas conhecimentos antigos deixados de lado pela tradição convencional. A agroecologia promove conhecimento novo, atual e mais contextual, negando a validade de certas tecnologias produzidas pelo conhecimento gerado na tradição convencional, como a dos agroquímicos e transgênicos.

As revoluções verdes ou mudanças na agricultura (e seus artefatos tecnológicos), portanto, podem ser entendidas por alguns autores como duas. A primeira teria ocorrido no final do medievo até a “nova agricultura” (modernidade), com a expansão e a intensificação no uso da terra (via

sistematização e rotação de cultura). A segunda revolução estaria ligada à revolução industrial, com a inserção da motomecanização, fertilização mineral e por adubos sintéticos, seleção e especiação no melhoramento genético de animais e plantas (Pons, 2008; Mazoyer; Roudart, 2010). Não obstante, a terminologia configurada a partir daqui se reportará ao período contemporâneo da história, em que assumirá (de forma recorrente) também a divisão ou subdivisão em três “revoluções verdes” ou mudanças na agricultura, quais sejam: (1) a concernente às máquinas e mecanização (acompanhou a revolução industrial desde o início); (2) a dos químicos (com grande expressão a partir do início do século XX, com fertilizantes e pesticidas); (3) e a da genética (de meados do século XX até o advento da biotecnologia aplicada ao melhoramento genético). Poderia ainda se indicar uma “quarta revolução verde” em curso (dita 4.0), a dos recursos digitais e computacionais, marcada pelo uso atual de aplicativos, banco de dados, robótica, inteligência artificial e sensoriamento remoto, úteis na aplicação de ações e tomada de decisões no empreendimento rural.

Em decorrência das constatações e argumentações anteriores, em especial ao último parágrafo, é possível, de forma assertiva, indicar que as referidas revoluções (01, 02, 03 ou mesmo 04) são tradições de pesquisa na filosofia de Laudan. Essas tradições seriam concorrentes, ao evoluir na história, e serão, em grande medida nessa tese, tratadas como constituintes da tradição denominada convencional. Todavia, elementos metodológicos e teóricos, entre a tradição convencional e agroecológica, estão presentes nessas tradições prévias ou “revoluções”, o que evidencia a comensurabilidade e a reticulação laudaniana das tradições.

No acima posto, concebe-se que em Laudan é possível constatar estas quatro revoluções como tradições de pesquisa. Dentro de cada tradição de pesquisa (não mais revoluções paradigmáticas), existem teorias, metodologias e axiologias, que na atualidade estão assimiladas pela tradição convencional (desde o final do século XX). Os elementos que a tradição convencional absorve de suas predecessoras estão mais bem indicados e discutidos no capítulo 5, em especial no item “5.2 - As tradições agroecológica e convencional como concorrentes”. Laudan, em seus escritos, defendeu o surgimento de tradições



de pesquisa a partir de uma ou várias tradições de pesquisa, como é o caso da tradição convencional. Alguns elementos como as metodologias estatísticas e delineamentos experimentais (metodologias), as teorias de mecanização, agroquímicos e melhoramento de plantas (teorias), os valores de simplificação e otimização produtiva de sistemas (axiologia) são trazidos de tradições (revoluções na história da agronomia) do final do século XIX e meados do século XX, e incorporados na tradição convencional (final do século XX e início do século XXI). Certas acepções ou argumentos podem ser aplicados à tradição agroecológica, que absorve elementos de tradições de povos originários (muitas delas milenares) e de tradições alternativas às tradições congregadas na convencional (este tema será mais bem discorrido no item “5.7 - As possibilidades alternativas de tradições na história recente da agronomia”).

Há especulações, na agronomia, de estar-se mesmo em outra revolução verde ou revolução da agricultura, já em início, indicada como 5.0 (5ª revolução), com pretensão de ser mais sustentável, através de uma grande imersão no mundo digital, o que pode cruzar novamente as tradições agroecológica e convencional. Essa nova fase da agricultura também pode ser reflexo da reticulação existente na tradição C, que pode gerar nova tradição, pois, ao adotar Laudan, ele se preocupa com as reticulações e não com as revoluções, e isso é observável na história da agronomia e será mais bem exposto no capítulo 5.

Essas novas perspectivas invocam de novo questionamentos de diferentes ordens, como os permeados pela discussão de ciência e valores (prevalência dos não cognitivos), em especial no clamor pelo seu direcionar ou reorientação, para uma ciência mais justa socialmente, correto ambientalmente e participativa democraticamente, como feito nas obras elementares de Lacey (2006, 2008, 2010, 2022), e discutidas, em outros termos, nas obras de Laudan (1984, 2011), que focam nos valores cognitivos (a racionalidade, a objetividade, a precisão, a previsibilidade, a corroboração evidencial, a clareza conceitual, a coerência interna e a simplicidade das teorias, a capacidade de as teorias em resolver problemas empíricos e resultados aplicáveis ou úteis), mas sem desconsiderar de forma marcante os não cognitivos.

No entanto, tais posturas de Lacey, sem seu modelo de ciência e valores (M-CV), ao adotar pressupostos kuhnianos, colocam a agroecologia como

alternativa rival e incomensurável à agricultura dita moderna ou convencional, dentro da agronomia, o que não se verá pelas discussões em próximos capítulos, com menor ênfase em valores não cognitivos (como os interesses sociais, econômicos, políticos, o reconhecimento e o prestígio, o ajuste no ideário ambiental e a ética) ao aceitar pressupostos laudanianos.

Deste modo, considerar-se-á, na perspectiva laudaniana, os modelos agroecológicos e convencional, não como paradigmas (onde o agroecológico não é revolucionário), mas como tradições de pesquisa, rivais ou conflitantes ou concorrentes, mas não incomensuráveis ou comensuráveis. Assim, não há um processo revolucionário abrupto ou de ruptura drástica continuado na história da agronomia. Não obstante, Laudan admite a possibilidade de mudanças rápidas, ou mesmo “revoluções”, mas não é o que ocorre normalmente, a exemplo da história das ciências agronômicas. Para Laudan, Kuhn não teria visto que há reticulações nas ciências naturais, mas, como Kuhn, Laudan entende que não há também um padrão cumulativo e linear, mas ocorre um efeito de ciência que evolui de forma racional, gradualista e reticular laudaniana. Ao seguir a interpretação laudaniana, apresenta-se a tabela que indica os momentos da história da agricultura e agronomia, na tentativa de conciliar o conceito de tradição em Laudan (como proposta da presente tese). Observa-se que a segregação no Quadro 2 não evidencia a evolução dinâmica das tradições, ou competição entre elas, mas marca de forma aproximada a consolidação de determinada tradição no tempo.

**Quadro 2** – Históricos sobre as agriculturas e agronomia conectados ao conceito de tradições de pesquisa em Laudan. Dados retirados e adaptados de Bocquet-Appel (2011); Borlaug *et al.* (1969); Diamond e Bellwood (2003); Goldberg e Davis (1957); Lisbinski *et al.* (2020); Mazoyer e Roudart (2010); e Pons (2008).

(continua)

Período	Dados históricos e interpretação
11000 – 3000 a.C.	Tradição Neolítica e de transição demográfica Neolítica (ou proto tradição, ou ainda tradição primitiva) ao qual a referência popular é revolução agrícola do neolítico (agricultura 1.0) que marca a transição de muitas culturas humanas do modo de vida de caçador-coletor e nômade para um agrícola e sedentário fixo (mudança de valores). Possível início na região do Crescente Fértil (bacias do rio Nilo e rios Tigre e Eufrates), com muita conexão a elementos míticos e astrológicos (axiologia). Domesticação de alguns animais e plantas, entre os cultivos (teorias) destacam-se o trigo, a cevada, a ervilha, o linho, o arroz, o sorgo, o algodão e a batata. Cultivo sendo baseado no sistema de derrubada-queimada (teoria que considera metodologias empíricas simples de atividade braçal). No entanto, há indícios de desenvolvimento de práticas agrícolas em várias regiões do mundo.
2500 a.C. – primeiros anos d.C.	Tradição agrícola antiga, com o desenvolvimento de sistemas com terra lavrada com posterior pousio (alqueive) e tração leve (teorias baseadas em uma axiologia de sistematização das áreas). Agricultura e certa agronomia incipiente que marcou as grandes civilizações pelo mundo na história antiga (sem metodologias claras ou distintas do caráter simples da tradição neolítica).
Últimos anos a.C. até a Idade Média	Tradição pré-medieval, no qual sistemas com alqueive e tração leve estavam amplamente difundidos, mas os sistemas de derrubada-queimada e pastorais ainda ocupavam algumas regiões. Essa tradição traz os componentes marcantes das tradições anteriores e refina-os apenas ao adicionar e reticular no sentido de uma axiologia de produção mais escalável (maiores rendimentos).
Séculos V ao XV	Tradição agrícola medieval, as insuficiências do sistema com alqueive e tração leve explicam a crise de subsistência crônica das sociedades da Europa da Antiguidade. Essas insuficiências foram sanadas com a substituição da tração leve pela pesada e outras melhorias (reticulação que leva a outra teoria, para harmonizar-se com a axiologia de produção escalável presente na tradição anterior).
Séculos XV - XVI	Tradição colonial, em que o sistema de alqueive com tração pesada teve amplo desenvolvimento na Europa; em seguida, foram transferidos via colonização para Américas e África do Sul (atividades exploratórias e extrativistas); assim, essa tradição é apenas uma otimização e expansão da tradição anterior, com inclusão das primeiras metodologias experimentais. A agricultura na Idade Média e início da Modernidade fez com que a produção aumentasse mais rápido que a população, o que gerou excedente agrícola comercializável. Isso condicionou o desenvolvimento das cidades e de atividades não agrícolas e a melhoria da alimentação.

**Quadro 2** – Históricos sobre as agriculturas e agronomia conectados ao conceito de tradições de pesquisa em Laudan. Dados retirados e adaptados de Bocquet-Appel (2011); Borlaug *et al.* (1969); Diamond e Bellwood (2003); Goldberg e Davis (1957); Lisbinski *et al.* (2020); Mazoyer e Roudart (2010); e Pons (2008).

(conclusão)

Período	Dados históricos e interpretação
Séculos XVI - XIX	Tradição moderna (que costuma ser denominada na história de primeira revolução agrícola da modernidade) - gerou os sistemas “sem pousio” (teoria de grande impacto). Os alqueives, que ocupavam amplo espaço nas rotações bienais ou trienais e nas melhores terras dos ecossistemas, foram substituídos por pastagens cultivadas ou leguminosas. Esta tradição teve estreita relação com a Revolução Industrial (valores do iluminismo e positivismo são adotados), com fornecimento de matérias-primas e mão de obra, e consumindo produtos da indústria (produção manual passa para mecanizada, com a máquina a vapor – métodos e teorias alteradas, mas a axiologia do produtivismo é apenas potencializado). As metodologias experimentais, ditas científicas, são desenvolvidas e justificam muitas teorias.
Século XIX	Tradição contemporânea das máquinas - a indústria passou a produzir também bens de produção, inclusive para a agricultura (metodologias ganham sofisticação laboratorial). Desenvolvimento do motor a combustão (agricultura 2.0 – teorias da motomecanização). Produção manufaturada em massa, com a eletricidade. Os valores industriais na lógica produtivista seguem em expoente.
Final do século XIX e meados do século XX	Tradição contemporânea dos químicos e genética (denominada na história de 2ª Revolução Agrícola contemporânea) – apoiou-se na motorização, mecanização e insumos químicos; seleção e melhoramento genético de plantas e animais. Sendo uma revolução muito mais rápida e com ganhos expressivos em produtividade. Imenso número de teorias é criado para harmonizar-se com a axiologia produtivista, cada vez mais aceita.
Século XX, em especial a partir de 1950 (pós-guerras)	Tradição verde - os conceitos e estudos para o aumento da produtividade de Borlaug (e outros) passam a ser difundidos para outros países do mundo. Sendo cunhado o termo Revolução Verde (Agricultura 3.0), que lança mão de melhoramento genético das plantas, biotecnologia, utilização de insumos como fertilizantes e pesticidas, em larga escala. Norman Borlaug é laureado com o prêmio Nobel da Paz pelas suas contribuições no aumento da produtividade dos alimentos e conseqüente combate à fome. A axiologia produtivista de simplificação e otimização é levada a extremos.
Em meados do século XX (1960-70) e início do XXI	Tradição convencional – surge a nomeada agricultura 4.0, pode ser entendida como uma continuação da denominada Revolução Verde. Uso do telefone móvel e fixo, computador, televisão, rádio, satélite, internet, sensores, redes, wi-fi, Big Data etc. Agricultura 5.0 é caracterizada pela maneira focada de lidar com pontos específicos do agronegócio somada a soluções tecnológicas, como inteligência artificial, internet das coisas, robótica, automação, entre outras (mais discussões no capítulo 5).
Séculos XX e XXI	Outras tradições alternativas - tradição agroecológica e outras que confrontam as tradições contemporâneas, a verde e a convencional (mais discussões no capítulo 5 – em especial nos itens “5.2 - As tradições agroecológica e convencional como concorrentes” e “5.7 - As possibilidades alternativas de tradições na história recente da agronomia”).

Essa postura de argumentação no entorno das tradições será defendida no desenvolver da tese e aqui é antecipada, e permite considerar *a priori* que, por exemplo, a agroecologia não está deslocada dessas ditas “revoluções”, como a 4.0 e 5.0, mas como a agricultura convencional está dentro desse contexto que compartilha problemas dentre as tradições, apesar de gerarem soluções e propostas distintas (o que é condizente em Laudan). Pois, as nomeadas “revoluções” estariam mais atreladas ao contexto da agricultura e seus resultados, derivados da ciência, mas com impactos sociais, econômicos e ambientais, mais sensíveis. Logo, os impactos seriam mais não cognitivos, do que cognitivos, como defende a filosofia de Laudan. Sem embargo, se salienta que Laudan não previu nada na agronomia, pelo menos não de forma direta, por isso o ineditismo da presente tese. Na agronomia, as tradições marcadas pela história (que deixarão aqui de ser denominadas de revoluções), em suas reticulações (modificações em rede: axiologias, teorias e métodos) são de modo especial vislumbradas pelos seus frutos tecnológicos, mas são de amplo espectro, abrangendo as tradições existentes. Portanto, em termos internos e cognitivos de cada tradição, o processo revolucionário seria mais raro, menos drástico e não produziria paradigmas revolucionários kuhnianos, o que está em consonância com Laudan (1996, p. 152).

Na atualidade, a agronomia se confronta com a necessidade, muitas vezes não cognitiva interna das tradições, possível ou suscitada, de uma atual “revolução duplamente verde”, que pode se associar às conquistas tecnológicas da ciência moderna da tradição convencional com a sustentabilidade mais certa da agroecologia (a exemplo do que acontece na agricultura regenerativa). E, por exemplo, com as aplicações da biotecnologia na agricultura, a ciência agrônoma se depara com um novo modelo de “fazer as coisas” (no sentido de produzir tecnologias a partir de outras tecnologias), que não se contingenciam à tecnologia do DNA recombinante e transgênicos. Porém, abrange técnicas de edição gênica e regulação da expressão gênica, como o CRISPR (Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespaçadas) e ao RNAi (RNA interferente), respectivamente. A biotecnologia não é apenas uma ferramenta no melhoramento genético (transgênicos e mutantes), na edição gênica (CRISPR) ou na alteração da expressão gênica (RNAi), mas abrange a

todos os bioprocessos e bioprodutos na agricultura (a exemplos dos controles biológicos alternativos, produção de inimigos naturais, biofungicidas, bioherbicidas, bioinseticidas, bionematicidas, biofertilizantes e a inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio, fungos micorrízicos), com inúmeros benefícios ambientais, além dos econômicos. Essas considerações encontram amparo em literatura nacional e internacional, como no caso de publicações de Vajari *et al.* (2020), Scott (2018) e Thompson (2009).

Uma possibilidade conciliatória e de “meio termo”, como é a agricultura regenerativa (uma possível nova tradição – abordada a seguir no item “5.8 - Perspectivas de tradições de pesquisa da agronomia”), que busca criar uma síntese entre as tradições convencional e agroecológica, pode ser uma opção para se chegar a uma nova agronomia ou a uma “revolução duplamente verde”. A possibilidade de uma tradição regenerativa na agronomia é factível, e pormenores nessa discussão vão seguir na tese. No momento cabe firmar que a agronomia não progride de forma linear ou cumulativa, como poderiam prever os positivistas, mas as mudanças nas tradições de pesquisa e grandes mudanças na agronomia e agricultura também não assumem um caráter relativista, incomensurável e paradigmático atribuído a Kuhn.

### 3.7 Conclusões

A agronomia se faz ao longo do tempo como uma ciência comumente identificada de viés prático, de muitas especialidades e emprego tecnológico demandado e marcante. Porém, o processo de evolução científica e tecnológica, que possui de forma gradual mais evidências empíricas validadas, em seu progresso a resolução de problemas e anomalias (Laudan, 2011) e, assumir responsabilidades em uma sociedade contemporânea (Jonas, 2006; Feenberg, 2022; Lacey, 2022), que supervaloriza a tecnociência em seus encantos (Bensaude-Vincent, 2013). O que aflora a premissa da interação ciência, tecnologia e sociedade, e a conjectura de se postar como tecnociência, viva dentro da agronomia, uma área relevante num processo de construção de um mundo mais sustentável, no fazer responsável. No entanto, apenas certo

segmento da agronomia como ciência e tecnologia pode ser entendida como tecnocientífica, dentro de uma análise historicista, assim, cabe à filosofia da ciência e não à filosofia da tecnologia uma análise primária e epistemológica das ciências agrônômicas. Nota-se que a perspectiva de Kuhn pode ser substituída pela de Laudan e, que as revoluções na agronomia ou agricultura podem ser entendidas como um processo racional e evolutivo de tradições de pesquisa nas ciências agrônômicas.

Ao se fazer uma filosofia da agronomia, deve-se considerar que a filosofia que marca época abrange espectros diversos, os quais configuram reflexões sobre as diferentes formas de conhecer e de agir, que têm impactos econômicos, sociais e ambientais e dá nova roupagem à sociedade. Assim, debruçadas sobre essa conjuntura, há posturas dentro da filosofia da ciência que estudam os constituintes, as características, os limites e a natureza do saber científico em sua história. Ao identificar que a ciência na história, em possibilidade, não seja linear, nem acumulativa, e que não é uma atividade totalmente autônoma, isenta ou desvinculada das demais atividades humanas, deve-se reconhecer, por outro lado, que ela possui valor intrínseco e valores cognitivos/epistêmicos preeminentes e racionalidade (Laudan, 1984, 2011).

Deste modo, na sequência serão traçados argumentos sobre a agronomia, e seu progresso como ciência, com intersecções com o que se vivencia em termos práticos no realizar da agricultura. Não se prevê o esgotamento do assunto, mas ao mergulhar em elementos históricos não apenas recentes, mas que moldam a atualidade, permite-se, assim, uma análise do desenvolvimento da agronomia na contemporaneidade (especialmente nas últimas décadas), mas que assente vislumbrar as bases epistemológicas dessa ciência. Portanto, o estudo sobre o tema não pode parar por aqui e continua, não só nos próximos capítulos dessa tese, mas, possivelmente cria-se um campo de reflexão filosófica. Assim, o foco dessa tese será o estudo dentro do campo da filosofia da ciência em específico, mas não menospreza outras disciplinas com adesão, como a filosofia da tecnologia e observa-se que a linha central será a historicista dentro da filosofia da ciência, e o autor chave será Larry Laudan, também explorado, aprofundado, justificado, argumentado e defendido nos próximos capítulos, em suas aplicações à agronomia.

## 4 LARRY LAUDAN: PROBLEMAS E TRADIÇÕES DE PESQUISA

Nesta seção serão apresentados os problemas por diferentes Tradições de Pesquisa.

### 4.1 Problemas como modelo racional de progresso

A relação entre problemas e o progresso da ciência, no conjunto da racionalidade laudaniana, como uma teoria do crescimento científico, está especialmente evidente na obra de 1977 (*Progress and its Problems: Towards a Theory of Scientific Growth*), com tradução para o português (Laudan, 2011). Laudan entende que os problemas são o motor da ciência, ou seja, o progresso científico é baseado na resolução de problemas, uma resolução racional e com tendências gradualistas e não de ruptura revolucionária (Laudan, 2011). Em Laudan, a ciência é um empreendimento, portanto, racional, no qual somente ocorre progresso se as novas teorias resolvem mais os problemas que suas predecessoras resolviam (Goi; Leão, 2021). Na proposta de Laudan há uma preferência em que as teorias consigam resolver mais problemas empíricos e procurem reduzir ao mínimo os problemas conceituais e anômalos. Observa-se que os problemas são as perguntas que a ciência busca responder ou resolver, enquanto as teorias são as respostas da ciência (Pesa; Ostermann, 2002). Assim, o objetivo da ciência é o de obter teorias com elevada “efetividade na resolução de problemas” (Laudan, 2011, p. 11), sejam empíricos ou conceituais, no qual avaliar os méritos de uma teoria constitui-se em uma “solução adequada a problemas relevantes” e não se ela é “bem confirmada” (Massoni, 2005, p. 33; Goi; Leão, 2021, p. 180, 189).

Para Larry Laudan, a racionalidade dentro das tradições de pesquisa refere-se à maneira como um grupo científico enfrenta desafios, toma decisões e avalia o avanço científico. Em vez de ser regida por critérios rígidos e universais, Laudan entende a racionalidade como um processo dinâmico e adaptativo, de resolução de problemas e vinculada aos compromissos das ciências (entre axiologia, teorias e método) (Laudan, 2011; Laudan, 1984). Logo, Laudan compreende que a racionalidade não é determinada por regras fixas,



mas por critérios que são ajustados como resposta ao contexto específico de cada tradição de pesquisa, ao prover soluções para os problemas internos à ciência. A avaliação da racionalidade ocorre dentro dos limites das tradições científicas, ao considerar fatores como a eficácia empírica das teorias, a solução de problemas conceituais e a capacidade de lidar com anomalias. Em vista disso, Laudan reconhece que diferentes comunidades científicas podem adotar critérios diversos de racionalidade, a depender de suas tradições, objetivos e problemas específicos, dentro do momento histórico. Assim, a racionalidade é compreendida de maneira mais flexível e contextual, adaptando-se às necessidades e circunstâncias de cada tradição de pesquisa.

Em Laudan, o conceito de eficácia refere-se à habilidade intrínseca de uma teoria científica em alcançar resultados positivos, superar desafios e oferecer explicações satisfatórias para os fenômenos observados, também em oferecer respostas para os problemas presentes ou considerados pela tradição (em avaliação pelos grupos de pesquisa). Laudan destaca que a avaliação da eficácia desempenha papel central na análise racional dentro e entre as tradições de pesquisa científica (Laudan, 2011). Assim, uma teoria eficaz, segundo a pragmática de Laudan, é aquela que demonstra um êxito prático na compreensão e explicação do mundo natural, ao resolver problemas.

O naturalismo normativo, tal como delineado por Laudan, aborda a concepção de que as normas epistêmicas, relacionadas ao conhecimento e à prática científica, podem e devem ser fundamentadas em considerações empíricas, que são obtidas na resolução de problemas. Laudan expressa uma objeção à ideia de que essas normas podem ser deduzidas de maneira exclusiva *a priori* ou derivadas de concepções abstratas do método científico, pois na perspectiva de Laudan, no naturalismo normativo, alicerçar as normas epistêmicas em princípios puramente filosóficos é insuficiente. Em vez disso, ele advoga por uma concepção racionalista e naturalizada que reconheça a necessidade de ajustar e informar essas normas com base em evidências empíricas sobre o que demonstra eficácia na prática da pesquisa científica, que se centra na resolução de problemas das tradições de pesquisa. Laudan defende que as normas epistêmicas eficazes são aquelas que se adaptam ao sucesso prático e ao progresso real no âmbito científico, em vez de serem rígidas e

impostas por princípios teóricos distantes da prática científica cotidiana (Laudan, 1984, 1986, 1987, 1990, 1996).

Os próximos tópicos evidenciarão e aprofundarão de forma conceitual os problemas, com atenção especial a alguns pontos. Aqui nesse item cabe ainda trazer uma breve introdução aos conceitos estritos de problemas, como panorama, no sentido de evidenciar a conexão com o modelo racional de progresso. Isto posto, os problemas empíricos são, em potencial, aquilo que precisa ser explicado sobre o mundo, mas para o qual ainda não temos explicação. Os problemas resolvidos, de forma eficaz, constituem a classe de reivindicações, supostamente relacionadas, sobre o mundo, que foram resolvidos por alguma teoria viável. Os problemas anômalos são os problemas reais que as teorias rivais resolvem, mas não foram resolvidos pela teoria em questão (isto é, um problema é apenas anômalo para uma teoria se ela foi resolvida por uma teoria rival viável). Enquanto os problemas conceituais são divididos em internos e externos: os internos são quando a teoria apresenta inconsistências internas, como ambiguidades ou bases de análise pouco claras, e que pode atacar princípios da tradição de pesquisa à qual pertence; e os externos são quando a teoria contradiz pressupostos metafísicos, teorias, doutrinas ou metodologias dominantes, com especial atenção ao conflito com metodologias.

#### **4.2 Problemas empíricos**

A filosofia da ciência de Laudan introduz a ideia de "problemas empíricos" como problemas específicos no âmbito natural e prático, que uma teoria científica deve enfrentar em relação aos dados observacionais. Para Laudan, "a capacidade de uma teoria" de lidar de modo efetivo com a "evidência empírica" é fundamental, pois esses problemas surgem quando as previsões da teoria entram em conflito com as observações experimentais ou quando ela não consegue explicar fenômenos observados no "mundo natural" (Laudan *et al.*, 1993, p. 8, 17, 60, 73). Laudan destaca que a aceitação ou rejeição de uma teoria

não deve depender apenas de critérios teóricos, mas também da sua habilidade em lidar com os problemas empíricos (Laudan, 2011).

Para Batista e Peduzzi (2019), Larry Laudan dedica atenção significativa à abordagem dos problemas empíricos, entendidos como observações oriundas do mundo natural que se apresentam como fenômenos intrigantes, que demandam uma investigação aprofundada. Um exemplo elucidativo é fornecido ao se contemplar a notável regularidade com a qual corpos se dirigem em direção a Terra, e perguntar-se “com que rapidez os corpos caem perto da Terra?” (Laudan, 2011, p. 23). Ao questionarmos o motivo subjacente a esse comportamento, configura-se como um desses problemas empíricos “tratados como se fossem problemas acerca do mundo” (Laudan, 2011, p. 23).

Então, na proposta de Laudan, os problemas empíricos da agronomia são questões, por exemplo, como: “por que a erosão em solos agrícolas acontece? Como evitar a erosão em solos agrícolas?”. Por conseguinte, os problemas empíricos dependem das “lentes” do grupo científico que compõe determinada tradição. Ressalta-se que os problemas empíricos não resolvidos são estímulos para o progresso científico e que as teorias não explicam fatos, pois fatos existem independente de os conhecermos e com raridade alcançam-se explicações com exatidão (Massoni, 2005, p. 31). Logo, problemas só se tornam problemas quando são conhecidos ou reconhecidos pelo grupo de cientistas (evitamos utilizar o termo comunidade científica, para não confundir com o conceito kuhniano de comunidade científica). Por consequência, o problema que é considerado problema para uma época pode deixar de ser problema para uma época posterior, por questões puramente racionais (no modelo de racionalidade reticular). Portanto, o objetivo da ciência (progresso científico) é transformar problemas empíricos não resolvidos e anômalos em problemas resolvidos, no contexto evolutivo laudaniano da ciência na história.

Laudan ainda explicita que tais problemas empíricos se configuram como “questões substantivas acerca dos objetos que constituem o domínio de determinada ciência” (Laudan, 2011, p. 23). Nesse contexto, Laudan propõe uma classificação tríplice desses problemas: a) problemas não resolvidos, que permanecem sem uma solução adequada, mas indicam potenciais linhas futuras de pesquisa; b) problemas resolvidos ou potenciais, que foram satisfatoriamente

solucionados por uma teoria; e c) problemas anômalos, que resistem à resolução por parte de uma teoria específica, mas encontram resposta em teorias concorrentes (Batista; Peduzzi, 2019).

Um dos pontos centrais na perspectiva de Laudan é que o progresso científico é manifestado pela transformação de problemas empíricos anômalos e não resolvidos em questões devidamente solucionadas. Laudan argumenta que, na prática, os problemas não resolvidos desempenham papel vital, ao impulsionar o crescimento e o avanço da ciência. Para ele, transformar esses problemas em questões resolvidas representa um dos meios pelos quais as teorias progressistas afirmam sua credibilidade científica (Laudan, 2011; Batista; Peduzzi, 2019). Essa perspectiva, portanto, sublinha a importância dos desafios empíricos como ímpetus fundamentais da evolução da ciência.

#### **4.3 Problemas conceituais**

Na racionalidade laudanina os problemas conceituais são como desafios que se manifestam na consistência e clareza dos conceitos dentro de uma teoria científica e no confronto com outras teorias. Para Batista e Peduzzi (2019) Laudan, em seu trabalho, presta grande atenção aos problemas conceituais, ao destacar como um componente importante e necessário de uma teoria científica. Os problemas conceituais não são equivalentes a um problema empírico, mas os problemas conceituais não existem sozinhos. Os problemas conceituais estão ligados ao quadro conceitual desenvolvido para resolver problemas empíricos. São questões de natureza cognitiva, que permeiam a atividade intelectual da ciência implicando a fundamentação profunda de estruturas conceituais.

Por isto, os problemas conceituais são perguntas de ordem superior (segunda ordem) e dizem respeito à consistência e à estrutura conceitual das teorias, porque essas foram criadas para responder perguntas de primeira ordem (perguntas empíricas). Um exemplo pode ser quando Newton anunciou seu “sistema de mundo”, muitos críticos contemporâneos se preocuparam com algumas confusões e ambiguidades sobre o “que era o espaço absoluto?”; “Porque ele era necessário?” etc (Laudan, 2011; Marques, 2013; Massoni,

2005). Um exemplo agrônômico pode estar ligado a prováveis inconsistências e problemas estruturais no conceito construído no contexto da seguinte indagação ampla: “qual é a estrutura conceitual em solos, qual o significado e para que serve o conceito de erosividade, erodibilidade, mínimo revolvimento, plantio direto etc.?”.

Nesse sentido, o próprio Laudan utiliza a história da ciência para ilustrar seu argumento, ao colocar em capítulos que destacam questões conceituais como a astronomia de Ptolomeu e a crítica ao sistema de Newton. Ao criticar Ptolomeu, o foco está em mecanismos como epiciclos, excêntricos e equantes usados para resolver problemas empíricos. No quadro de críticas ao sistema newtoniano, as questões voltam-se para os fundamentos do conceito que inclui conceitos como espaço absoluto e interações de longo alcance entre objetos que são a base física clássica (Laudan, 2011, p. 64-65; Batista; Peduzzi, 2019). Isto posto, é possível que a substituição de teorias com boa confirmação empírica por outra menos confirmada seja progressiva, contanto que esta última resolva “dificuldades conceituais relevantes” com as quais se defrontava a anterior (Massoni, 2005, p. 31), pois os problemas conceituais tendem a ser, por vezes, até mais relevantes que os empíricos, conforme admite Laudan.

O filósofo em questão divide os “problemas conceituais em dois tipos distintos: problemas conceituais internos; e problemas conceituais externos”. Os problemas conceituais internos referem-se a inconsistências internas ou categorias de análise pouco claras (como quando uma teoria manifesta ambiguidades, contradições ou falta de precisão em seus conceitos fundamentais – inconsistências lógicas, indo até definições imprecisas). Já os problemas conceituais externos referem-se a conflitos entre diferentes teorias. Além disso, o autor destaca pelo menos três tipos de dificuldades que produzem problemas conceituais externos: dificuldades intracientíficas, ligadas à tensão entre conjecturas de diferentes campos do conhecimento (as teorias se apoiam em teorias de outros campos – os problemas conceituais entre duas teorias suscitam dúvidas em ambas); dificuldades normativas ou metodológicas, que implicam conflitos entre a conjectura científica e as conjecturas metodológicas da comunidade científica (as evidências na história demonstram que as teorias têm relação com a metodologia vigente e nesse sentido constituem problemas

conceituais – a solução desses problemas leva a modificações nas teorias ou nas metodologias e isto funciona como motor para a evolução da ciência – por reticulação); e dificuldades de visão de mundo, caracterizadas pelo confronto entre a conjectura e determinados componentes da visão de mundo predominante – até metafísicas (“crenças científicas x crenças não científicas” – exemplo: caso da “teologia x programa científico newtoniano”). Esta abordagem mais ampla enfatiza a complexidade e a diversidade de questões conceituais na prática científica (Laudan, 1984; Massoni, 2005; Laudan, 2011; Marques, 2013).

Um exemplo plausível na agronomia que confronta conceitos em A (agroecológica) e C (convencional) pode ser atestado em um âmbito de problema conceitual externo, com um tipo de dificuldade relacionada à visão de mundo. A tradição C possui uma visão de mundo produtivista, simplificadora e capitalista, muito atrelada a valores econômicos. A tradição A, por sua vez, tem uma cosmovisão mais contextual, “complexadora”/sistêmica e socialista, amparada mais em valores sociais e ambientais. Essas cosmovisões podem se colocar em dificuldades, imputar certas tendências ou viés, que podem gerar problemas conceituais externos que demonstram o conflito entre diferentes teorias, dentro de modelos agrícolas, como o plantio direto. Em C, esses problemas poderiam estar ligados também a conceitos de manejo integrado de pragas que insiste no uso de pesticidas sintéticos, enquanto em A, há conceitos que impedem a adoção de biotecnologias e novas tecnologias digitais aplicadas à agricultura, o que põem dificuldades concernentes à visão de mundo, o que caracteriza o confronto.

Por fim, Laudan argumentou que a resolução de problemas conceituais é crucial para o progresso científico, porque teorias mais claras e conceitualmente mais livres de dificuldades externas têm maior probabilidade de serem bem-sucedidas e sustentáveis ao longo do tempo (Laudan, 2011). Os problemas conceituais também forçam a necessidade de revisões teóricas, metodológicas e axiológicas, e, por isso, forçam a reticulação, que é a base do modelo reticulado de racionalidade, sendo tão importantes neste contexto filosófico.

#### 4.4 Problemas anômalos e não resolvidos

A utilização do termo "problemas anômalos" por Laudan se refere à situação de fenômenos ou observações que não se alinham com as previsões estabelecidas por uma teoria científica, mas que são resolvidas por uma teoria concorrente - dentro ou fora da tradição de pesquisa. Esses problemas surgem quando a teoria não consegue explicar ou prever de modo adequado certos eventos ou dados observacionais que, em teoria, deveriam encontrar uma explicação plausível, mas que são encontradas respostas em outro quadro teórico dentro da tradição de pesquisa, ou tem resposta eficaz em outra tradição (Laudan, 2011). Como exemplo, na agronomia, há os casos de dinâmicas populacionais de inimigos naturais afetados de forma negativa (e mesmo drásticas) por agrotóxicos, que não são afetados de forma negativa (pelo menos com significância menor) por biopesticidas ou controle biológico em geral (observa-se que na atualidade tanto tradição A como C usam controle biológico e biopesticidas, enquanto apenas a C usa agrotóxicos).

Os problemas anômalos são importantes, mas não decisivos para abandonar uma teoria, o que contraria posicionamentos filosóficos como de Popper em seu falsificacionismo, mas o aproxima de pressupostos de Lakatos. A importância de uma teoria está no saldo entre os problemas que ela resolve e os problemas que ela não resolve, assim, "quanto mais antiga uma anomalia, mais importância ela ganha" (Massoni, 2005, p. 35). É salutar nessa discussão que os problemas empíricos (tanto os resolvidos quanto as anomalias), mesmo não tendo a mesma importância em uma dada "rede de teorias" daquele domínio do conhecimento, sua solução sempre gera um avanço (Massoni, 2005, p. 35). Na avaliação de teorias, os problemas não resolvidos, por si só, são irrelevantes, e tal avaliação depende, de fato, da competição entre teorias, que pode conter dentro e entre tradições. No tocante à temporalidade, as soluções de problemas não são perpétuas, e o caráter crucial de certas anomalias não é imediato (concorda com Lakatos neste ponto). Pois, a decisão aparece ante a competição interteórica e os problemas anômalos apresentam graus (não numérico, mas de ameaça epistemológica) (Präss, 2008; Marques, 2013).

A existência de problemas anômalos indica limitações na capacidade explicativa da teoria em questão. Laudan argumenta que, quando uma teoria enfrenta problemas anômalos persistentes e não consegue abordar com eficácia essas discrepâncias, isso sugere a necessidade de reavaliação ou mesmo de substituição da teoria. Por consequência, os problemas desempenham papel crucial na avaliação da consistência de uma teoria científica. A maneira como uma teoria lida com os problemas anômalos, seja ao ajustar suas premissas, propondo explicações alternativas, ou ao revisar seus fundamentos, é vista por Laudan como um aspecto fundamental da evolução e progresso científico (Laudan, 2011).

Sobre os problemas não resolvidos, Laudan os considera com aqueles que descrevem questões e que desafiam persistentemente as teorias de uma tradição de pesquisa, mas que ainda não encontraram resposta ou explicação dentro de uma teoria científica (Laudan, 2011). Esses são domínios em que a teoria existente não proporciona uma solução satisfatória ou abrangente para certos fenômenos, observações ou perguntas científicas – como é o uso da homeopatia no controle fitossanitário (como alusão à agronomia – em uso tanto em A quanto em C, mas predominantes em A). A existência de problemas não resolvidos destaca as limitações e lacunas na compreensão científica atual. Laudan reconhece que, apesar do progresso contínuo, a ciência de forma frequente se depara com questões que escapam à explicação ou resolução imediata. Identificar esses problemas não resolvidos é considerado parte integral do processo científico, que incentiva a busca por respostas mais abrangentes para aprimorar as teorias existentes e/ou buscar novos caminhos para a pesquisa.

#### **4.5 Tradições de pesquisa**

Laudan apresenta o conceito de "tradição de pesquisa", uma expressão que não é simples designação de diretrizes, mas incorpora um compêndio de afirmações e negações de natureza ontológica, metodológica e axiológica. Este conceito laudiano se alinha, em certa medida, com outras tentativas



epistemológicas, como as contribuições de destacados filósofos, como Kuhn, que propõe o conceito de paradigma, e Lakatos, que explora a ideia de programa de pesquisa, ao posicionar a tradição de pesquisa como um elemento essencial no processo de desenvolvimento científico (Ostermann *et al.*, 2008; Batista; Peduzzi, 2019).

A afinidade com os paradigmas kuhnianos reside na congregação de um conjunto de pesquisadores (aqueles que compõem aquela tradição) sob um conjunto compartilhado de elementos metodológicos, teóricos e axiológicos. Esses elementos, quando compartilhados, estabelecem os pressupostos gerais sobre as entidades e processos em uma área específica de estudo, assim como sobre os métodos apropriados para investigar problemas e construir teorias dentro desse domínio. Contudo, Laudan adota uma abordagem que reduz a ênfase nos elementos sociológicos internos à comunidade científica, os quais desempenham papel crucial para Kuhn durante os períodos revolucionários (Dal Magro, 2013).

O termo "tradição de pesquisa", destarte, em Laudan, serve para designar, então, o conjunto de métodos, teorias e axiologia, estabelecidos e assumidos na comunidade científica, que direcionam tanto a investigação quanto a construção do conhecimento. Desta maneira, as tradições abrangem não apenas as teorias e conceitos empregados, mas também incorporam métodos experimentais, práticas metodológicas e critérios utilizados para a avaliação de teorias, metas e fins (objetivos ou valores). Essas considerações iniciais sobre tradições conectam as obras de 1977 (Laudan, 2011) e 1984 (Laudan, 1984).

Laudan também enfatizou que as tradições de pesquisa não são estáticas e podem desenvolver-se ao longo do tempo, e isso ocorre na medida que novas descobertas são feitas e novos métodos são desenvolvidos. "Às vezes, certos elementos que compõem a própria tradição serão abandonados (seja sem substituição ou ser substituído por outros). A Tradição, em suma, não é imutável" (Laudan, 1996, p. 150). Por consequência, as tradições de pesquisa podem ser ajustadas e adaptadas para incorporar essas mudanças, refletindo assim a natureza dinâmica da atividade científica, dentro da tradição ou entre tradições concorrentes.

Laudan defende a “coexistência de tradições rivais, com teorias rivais, que competem” (Marques, 2013), o que indica uma regra para o avanço da ciência, em clara oposição a Kuhn que defende a existência de um único paradigma hegemônico na ciência, cuja fronteira é a revolução científica (Massoni, 2005; Borges *et al.*, 2021). Laudan considera que as teorias não são aceitas simplesmente porque são confirmadas empiricamente, mas pela eficácia na resolução de problemas. Observa-se que toda tradição pode estar ligada a uma “família de teorias”, assim como a um conjunto de metas e fins (axiologia – objetivos ou valores) (Laudan, 1984, 2011).

No sentido explorado até aqui é possível afirmar que Laudan acredita que as tradições de pesquisa desempenham um papel crucial na determinação do que é aceitável dentro da comunidade científica num determinado momento. Eles influenciam abordagens para a resolução de problemas científicos, moldam preferências teóricas e estabelecem critérios (que incluem metas e fins) para uma prática científica bem-sucedida. Portanto, para Laudan, as tradições de pesquisa constituem os conjuntos de normas, teorias, métodos e critérios que orientam a prática científica dentro de uma comunidade ou grupo de pesquisadores, que manifestam ação central na definição e evolução da pesquisa científica. Esta aceitação é baseada na coerência com a estrutura reticular, enquanto os compromissos entre teoria, metodologia e axiologia. Assim, propor algo que não esteja de acordo com a coerência do sistema está proibido pela estrutura reticular (Figura 1), e certamente não será aceita pelo grupo de cientistas.

**Figura 1** - Esquema da racionalidade reticular no progresso de uma tradição de pesquisa (rede triádica dos compromissos científicos)



Fonte: Adaptado a partir de Laudan (1984), Salvi (2011) e Santos *et al.* (2018).

Ainda segundo Laudan, considera-se que as tradições de pesquisa evoluem em resposta a mudanças nas descobertas científicas, avanços metodológicos, revisões conceituais e valorativas dentro de uma comunidade científica. Essa evolução ocorre à medida que novas informações surgem, ao desafiar ou expandir as ideias existentes e influenciar a abordagem dos cientistas em relação aos problemas. Para Laudan, o progresso ou evolução das tradições é dinâmico e, de forma adicional, ele destaca que as tradições de pesquisa não seguem um padrão uniforme, e diferentes grupos científicos podem trilhar trajetórias distintas com base em suas experiências e problemas específicos. A competição entre diferentes abordagens e a aceitação de novas ideias performam de maneira crucial na evolução das tradições de pesquisa (Laudan, 2011).

Dentro desse cenário, a tradição de pesquisa não apenas fornece orientação para o desenvolvimento de teorias específicas, tais como o eletromagnetismo de Maxwell ou a estrutura atômica de Bohr-Kramers-Slater, mas também delinea os fundamentos conceituais para teorias mais

abrangentes, a exemplo da teoria da evolução e da teoria atômica. Cada uma dessas teorias específicas, ao ser configurada dentro da tradição de pesquisa, contribui para a ontologia do domínio em questão, ao estabelecer uma estrutura que especifica os tipos de entidades fundamentais consideradas como parte integrante desse contexto científico (Batista; Peduzzi, 2019). É isso que acontece na agronomia também, dentro e entre as tradições A e C.

Para Batista e Peduzzi (2019), o papel desempenhado pelas teorias específicas, conforme concebido por Laudan, vai além da simples explicação de problemas empíricos; essas teorias buscam, de maneira mais ampla, reduzir esses problemas à ontologia interna da tradição de investigação (ao produzir teorias). Esta última (tradição), por sua vez, assume alguns compromissos: um de natureza ontológica, relacionado à modelagem das entidades e de suas interações no domínio em questão (axiologia); e de natureza metodológica, que abarca a definição dos modos operantes, tais como técnicas, experimentos, corroboração empírica; e de natureza teórica enquanto avaliação da eficácia das teorias.

Laudan também argumenta que os cientistas têm a capacidade de se envolver em mais de uma tradição de pesquisa de forma simultânea. Essa possibilidade decorre da escolha de aceitar uma tradição de pesquisa, isto é, considerá-la eficaz, enquanto ativamente procuram uma tradição de pesquisa que demonstre uma alta taxa de resolução de problemas (Laudan, 2011). É relevante salientar a distinção fundamental introduzida por Laudan “entre busca e aceitação” (Dal Magro, 2013, p. 186). Essas representam duas abordagens que o cientista pode adotar em relação às teorias e tradições de pesquisa. A aceitação implica tratar algo como eficaz, mesmo que com cautela. Laudan, assim, introduz essa distinção para ilustrar como um cientista pode manter a racionalidade em suas “escolhas mesmo em períodos de grandes transformações científicas” (Dal Magro, 2013, p. 186). Essas duas abordagens são mais claramente compreendidas ao considerar-se o critério de decisão e avaliação de teoria (Laudan, 2011; Dal Magro, 2013).

O critério de decisão se manifesta de forma predominante pela resolução de problemas nas tradições de pesquisa da seguinte forma: é sempre racional que os cientistas admitam com precaução a tradição de pesquisa que demonstra

o atual nível elevado de capacidade na solução de problemas. Esse patamar é estabelecido ao considerar o número e a relevância dos problemas empíricos solucionados pela tradição, ao subtrair o número e a relevância das anomalias e problemas conceituais que ela cria. A questão fundamental reside em quantos problemas cada teoria resolve e quantas anomalias ela enfrenta. Essa indagação emerge como uma ferramenta essencial para a “avaliação comparativa das teorias científicas” ao proporcionar um critério de “escolha racional e objetivo” (Dal Magro, 2013, p. 187).

Contudo, Laudan sustenta que também é racional para os cientistas buscarem a tradição que na atualidade ostenta a maior taxa de progresso na resolução de problemas, ou estão mais inflacionadas. Dessa maneira, um “cientista pode aceitar as ideias da corrente principal ou hegemônica de uma tradição de pesquisa”, enquanto de modo simultâneo se engaja em buscar, perseguir uma tradição de pesquisa mais periférica que está a experimentar uma notável “taxa de progresso” (Dal Magro, 2013, p. 187).

#### **4.6 Axiologias, metodologias e teorias científicas**

Laudan destaca que a avaliação de teorias deve considerar critérios axiológicos, que se constituem em meta/objetivos da ciência, de forma que teorias e axiologia devem se harmonizar de acordo com seu modelo reticulado de racionalidade. Assim, as teorias deverão se harmonizar com a capacidade de resolver os problemas empíricos, de enfrentar os desafios conceituais e de responder aos problemas anômalos, além de ser justificado pelos métodos e de estar em coerência com os valores da tradição de pesquisa.

A eficácia de uma teoria, de acordo com Laudan, são colocadas pelas metas e fins de um grupo de pesquisadores. Ele enfatiza a importância de avaliar o sucesso empírico de uma teoria, sua coerência interna e sua habilidade de oferecer soluções práticas para os problemas enfrentados dentro da comunidade científica. Além disso, Laudan destaca a flexibilidade das teorias científicas, que permite revisões necessárias, modificações ou substituições à medida que novas evidências surgem, em resposta a avanços teóricos revelados ou no

processo de reticulação interna e externa com outras teorias de outras tradições (Laudan, 1984, 2011). Ele enfatiza a natureza dinâmica e evolutiva da ciência (mecanismos racionais de evolução), onde as teorias são ferramentas passíveis de ajustes para melhor se adequar aos dramas postos, diante da constante evolução reticular do desenvolvimento das tradições de pesquisa.

Laudan, portanto, reconhece a possibilidade de tensionamento nas teorias científicas, em resposta a uma multiplicidade de fatores, tais como novas descobertas empíricas e metodológicas, avanços na compreensão teórica e alterações nas metas e fins da comunidade científica. A isso, acrescenta-se que Laudan evidencia a constante avaliação das teorias científicas, que não se baseia exclusivamente em critérios internos, sendo imperativo confrontá-las com a experiência empírica (Laudan, 1984, 2011).

Dentro da obra de Laudan, a metodologia tem destaque nas discussões sobre epistemologia e filosofia da ciência. Desse modo, Laudan propõe uma visão dinâmica de racionalidade reticular, ou seja, como um conjunto fixo de regras universais e imutáveis, sugerindo, em vez disso, uma prática sujeita à evolução. Por conseguinte, Laudan enfatiza que a metodologia está sujeita a transformações ao longo do tempo, na história da ciência, influenciados por uma variedade de fatores, tais como avanços teóricos, descobertas empíricas, mudanças nas perspectivas filosóficas e na axiologia da tradição de pesquisa. Ele advoga pela compreensão naturalizada do método científico, ao rejeitar a ideia de uma filosofia primeira ou conjunto de regras que imponha limitações *a priori* ao desenvolvimento da ciência (Laudan, 1984, 1990, 1996).

Laudan também propõe um pensar diferente em relação às regras metodológicas, pois ele sugere que não devemos considerá-las como imperativos categóricos infalíveis. Em vez disso, ele as concebe como imperativos hipotéticos, sujeitos a testes empíricos, o que implica que as regras metodológicas são propostas que podem ser avaliadas empiricamente, e sua aceitação ou rejeição é determinada pela experiência e pela eficácia na consecução dos objetivos científicos (Laudan, 1984), na resolução de problemas (Laudan, 2011). A metodologia tem caráter instrumental, ou seja, de realizar a axiologia dentro da tradição de pesquisa, assim, a metodologia se conecta e realiza à axiologia, além de justificar as teorias. Dentre as tradições de pesquisa,

as metodologias são chaves, mas não são imutáveis, logo possuem uma dinâmica, relacionada à axiologia e às teorias.

A metodologia não é “simplesmente” uma “técnica que perdura”! Nem sempre ela perdura com a “mudança de teorias”, porque muitas vezes, e na maioria delas, são as mudanças metodológicas que reticulam as teorias, isto é, que exigem mudanças nelas. A metodologia não estabelece “continuidade” na ciência, apenas os “problemas” têm esta peculiaridade, uma vez que os cientistas debatem sobre os problemas, os quais podem compartilhar. Nessas possibilidades, certo “gradualismo” pode ocorrer, na medida em que a metodologia representa um conjunto de mudanças graduais, que são aquelas feitas a partir de tensionamentos dela própria, além dos tensionamentos que são estabelecidos pela axiologia e pelas teorias. Elas podem mudar gradualmente, em um contexto reticular dinâmico, em que estão relacionadas por uma coerência, com a axiologia e com as teorias.

Ao considerar os escritos de Laudan (1986, 1987, 1990) e as interpretações de Bassani *et al.* (2024), a metodologia como componente da tradição de pesquisa é justificada pela axiologia e, por conseguinte, é o meio para realização de fins, conectado à teoria, no sentido de um instrumental para a realização da axiologia. No entanto, a metodologia, justificada pela axiologia e restringida pela teoria, pode ir além de ser um instrumental, pode ser uma metodologia de como conduzir a investigação, como uma “teoria” acerca de como conduzir a pesquisa para satisfazer os fins cognitivos (racionais). Ao assumir que a axiologia tem como base a resolução de problemas, o caminho para as soluções é a metodologia, enquanto a solução é a teoria. A metodologia reticula para aumentar a eficácia, com ajustes aos outros componentes dentro da tradição de pesquisa.

Nesse contexto de reticulação, no naturalismo normativo, a racionalidade pode ser denominada de instrumental, como para Assis (2018), ou covariante em Bezerra (2014), a preferência será dada na tese pelo uso de modelo reticulado de racionalidade, adotado por Bassani *et al.* (2024), com as relações estabelecidas mencionadas entre os três elementos do modelo reticulado, a saber, teoria-metodologia-axiologia, na busca pela coerência desta estrutura. E por mais que as metodologias sejam dinâmicas e um conjunto aberto, existem

aspectos centrais, como a realização de experimentos cegos, experimentos controlados para causais, analogias, aceitação da simplicidade, evitar *ad hoc*, possibilidade de falseamento, previsibilidade e consistência, alguns deles também mencionados por Laudan em seus escritos. Esses são pontos centrais observados no ajuste metodológico de ciências naturais e vívidos na agronomia.

A metodologia aberta e plural, em Laudan, incorpora novas práticas, logo, é dinâmica na essência, um constante dinamismo que permite novas configurações no modelo reticulado de racionalidade. Na reticulação, atenção há para o tensionamento, que age na maximização da coerência, no foco de chegar no “equilíbrio epistêmico”. Nesse sentido, compreende-se melhor porque movimentos revolucionários são exceção, diferente de Kuhn.

A axiologia para Laudan está intrinsecamente ligada aos objetivos da ciência, no entanto, contraria a ideia de metas fixas e universais, pois o modelo reticulado e o das relações que aparecem nele não são universais e argumenta-se que os objetivos científicos não são predefinidos, mas moldados pela dinâmica da prática científica. Isso implica que as metas da ciência podem se adaptar e evoluir em função de restrições metodológicas, teóricas e práticas. Em vista disso, Laudan sustenta a tese de que a axiologia da ciência deve ser naturalizada, uma abordagem que implica a inexistência de metas predefinidas ou um conjunto universal de objetivos para a atividade científica (Laudan, 1984, 1990). Ao invés disso, ele propõe que os objetivos da ciência se moldem conforme a evolução da prática científica, respondendo às mudanças em abordagens metodológicas, bem como nas teorias disponíveis.

Para ilustrar em termos agronômicos, considera-se uma teoria dentro da história da agronomia, que é a trofobiose. A teoria da trofobiose foi desenvolvida por Francis Chaboussou, um fitopatologista francês que publicou em 1985 um livro primordial intitulado *Plantas doentes pelo uso de Agrotóxicos (A Teoria da Trofobiose)* (Chaboussou, 1987 – edição em português). A teoria da trofobiose postula de forma geral em sua concepção original que a utilização exacerbada de pesticidas e fertilizantes em plantas cultivadas pode ocasionar o enfraquecimento dessas plantas, por desequilíbrio endógeno, predispondo-as a maior suscetibilidade e às doenças com conseqüente maiores problemas fitopatológicos. Por conseguinte, Chaboussou argumenta de modo detalhado



que tais produtos químicos (muitos sintéticos) promovem um ambiente propício para o desenvolvimento de patógenos, haja vista sua capacidade de alterar o equilíbrio nutricional (fisiológico) e metabólico (bioquímico - celular) das plantas. A teoria da trofobiose era desprezada no passado em C, mas no processo de racionalidade reticular laudano ela se tornou ponto de atenção. Porém, para A, a teoria da trofobiose foi mais importante, mas na atualidade ela não é basilar em assuntos de fitopatologia (estudo de doenças de plantas), devido às anomalias. Logo, a teoria da trofobiose não é consenso nem em A, nem em C na contemporaneidade.

A teoria da trofobiose quando surgiu foi um ponto de amplo debate na comunidade científica, tanto em A quanto em C. A tradição A de forma mais pronta a adotou como teoria explicativa (pelo menos de modo parcial), pois se harmonizava a sua axiologia de maior sustentabilidade, que leva a outras teorias que negam o uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, por julgá-los menos sustentáveis ao ambiente e vinculados aos sistemas agroindustriais capitalistas. Enquanto isso, C negou de forma veemente a teoria da trofobiose, ao alegar falta de evidências empíricas. Nesse aspecto, C estava a colocar problemas empíricos a A, enquanto A já estava algum tempo a impor problemas conceituais a C (em função dos desequilíbrios causados pelo uso de pesticidas).

A teoria da trofobiose (T1) nunca foi confirmada de forma empírica e completa, nos termos de Chaboussou, no entanto, outros desequilíbrios diversos foram indicados pelo mau manejo de pesticidas e fertilizantes sintéticos, o que permitiu o surgir de outras teorias (Tn). A não corroboração definitiva de T1, ainda é ponto de controvérsia interna para C (e às vezes para A), mas provocou entre as tradições a reticulação (utilizando os termos filosóficos de Laudan). A tradição A aprofundou T1, ao gerar Tn, dentre as teorias que favoreciam a produção em sistemas integrados (T2) na busca do equilíbrio dinâmico - homeostase dos sistemas (axiologia – F). Assim, A sofisticou sua F, agregando novas teorias (F, Fn) com maior eficácia na resolução de problemas. Nesse interim, C foi forçada no seu deflacionar, a reticular para gerar teorias dentro do manejo integrado de pragas (T3), por exemplo, com a alegada pretensão de resolver problemas conceituais resolvidos por A, mais pendente em C, portanto, anômalos para C. A tradição C fez isso sem desconsiderar os pesticidas e

agregou no futuro os transgênicos, que levaram a outros questionamentos apontados por A no processo competitivo.

Ao seguir na reflexão, é importante mencionar que os métodos (M), tanto em A quanto em C são próximos. A tradição A de início (no pós-guerras) relutou a usar as mesmas práticas experimentais e estatísticas (M) usadas desde o início da revolução verde em C (M1), no qual a base de A se vinculava muito a estudos de caso e relato de experiências bem-sucedidas na implementação prática das teorias na resolução dos desafios no rural (M2). A tradição A apontava no passado que M (M1) em C era mais simplista e reducionista, e nesse sentido, por F em A priorizar a complexidade e a visão sistêmica, M1 não era adotado em A. Porém, com os avanços estatísticos e os questionamentos de C, com relação a A, por falta de evidência empírica, A reticulou, junto com C, buscando M, na adaptação de M1, para produzir M3, Mn (metodologias experimentais e estatísticas múltiplas), que de forma contemporânea são usadas para justificar Tn e procuram harmonizar com F. Assim, M3 e Mn se prefiguram em ações como a estatística univariada, associada ou substituída pela multivariada e bayesiana (entre outras com recursos mais complexos, sofisticados e computadorizados), combinadas com novos delineamentos experimentais (seja a campo ou em laboratório), ambas (A e C) usam todos os equipamentos tecnológicos de averiguação analítica de forma similar.

Essas mudanças e ajustes que ocorreram em A e C, nos elementos T, M e F da racionalidade reticular laudanina, são exemplares do compartilhamento triádico e da naturalização normativa aplicada às tradições. Essas questões serão exploradas também nos próximos capítulos. O uso da filosofia laudanianiana à agronomia só está no meio do caminho.

O tema tradições de pesquisa e modelo reticulado de racionalidade possuem conexões entre as obras de 1977 (Laudan, 2011) e 1984 (Laudan, 1984), entre outras publicações de Laudan, porém maior atenção foi dada à obra *Science and Values*, publicada em 1984. Um aspecto central da obra é a análise crítica dos pensamentos que vinculam a legitimidade de teorias científicas a valores específicos. Nesse aspecto, a eficácia na resolução de problemas é o critério valorativo chave, mas com caráter objetivo, segundo Laudan, ou seja, não apresenta os problemas de ambiguidades que Kuhn propôs. Logo, há uma

relação intrincada entre tradições de pesquisa, valores internos e evolução científica que sublinha a complexidade inerente ao processo cognitivo da ciência, no qual não apenas valores cognitivos, mas também os contextos sociais, éticos e políticos (externos à ciência e não cognitivos) desempenham papéis interligados, no entanto, de modo secundário no contexto de avaliação das teorias. Laudan reconhece a importância vital de uma análise ampla desses elementos para uma compreensão abrangente de como a ciência evolui ao longo do tempo.

Para Salvi (2011, p. 88), Laudan (1984) “propõe, então, um modelo reticular e não hierárquico” que visa destacar os níveis de compromisso relevantes para o cientista, a serem considerados de maneira conjunta na análise do desenvolvimento científico. Esses níveis incluem compromissos com teorias, metodologias e os valores (com primazia dos cognitivos) da ciência. O modelo reticular enfatiza um processo de ajuste entre esses compromissos, pois demandas axiológicas, metodológicas e teóricas estão intrinsecamente interconectadas. Logo, na “produção do conhecimento”, os objetivos (axiologia) justificariam a metodologia, que, por sua vez, deve harmonizar-se com as teorias; os métodos devem estar em conformidade com as teorias e demonstrar sua “factibilidade nos objetivos da pesquisa”; as teorias, por sua vez, restringem as metodologias e harmonizam-se com os objetivos (Salvi, 2011, p. 88). Esse modelo possibilita que o grupo de cientistas pertencentes a uma determinada tradição de pesquisa altere seus compromissos com a teoria, mantendo seus compromissos com métodos e axiologia de pesquisa. Essa dinâmica reproduz-se nos três níveis de compromissos de maneira interligada (Laudan, 1984; Bezerra, 2003; Salvi, 2011). Portanto, o “modelo reticulado prevê, entre outras coisas, a mutabilidade da metodologia e da axiologia científica, e a interação não-hierárquica entre os componentes da estrutura cognitiva de uma disciplina” (Bezerra, 2003, p. 152).

Para Tuchanska (2012), o cerne da abordagem de Laudan, quanto à mudança científica, é o “modelo reticulado de racionalidade científica” (p. 514). Laudan destaca um “processo complexo de ajuste mútuo e justificação entre os três níveis” (Laudan, 1984, p. 62; Tuchanska, 2012, p. 514). As teorias influenciam os métodos, os métodos justificam as teorias; os objetivos justificam

os métodos, e os métodos mostram a viabilidade dos objetivos; além disso, os meios e as teorias devem estar em harmonia (p. 63). O nível menos restrito é o axiológico, mas sua restrição pela "possibilidade de realização metodológica" é crucial para evitar discrepâncias irreconciliáveis nos valores. Laudan vê isso como uma vantagem, pois reconhece a diversidade de fins cognitivos (Laudan, p. 64), o que é corroborado e exposto também por Salvi (2011), Tuchanska (2012) e Santos *et al.* (2018).

Na compreensão de Tuchanska (2012), o modelo reticulado permite a Laudan conceber as mudanças científicas como um processo heraclitiano, onde teorias, métodos e valores estão em constante fluxo. "Nada é permanentemente fixo" (Laudan, 1984, p. 64). Assim, tradições de pesquisa rivais não precisam necessariamente divergir nos três níveis simultaneamente, o que Laudan sustenta com exemplos da história da ciência (Laudan, 1984). Ainda para Tuchanska (2012), as mudanças nos três níveis não têm igual importância, pois para ela a alteração nos padrões "metodológicos é, em certo sentido, mais crucial do que a mudança no conteúdo das teorias" (Tuchanska, 2012, p. 514). A imposição bem-sucedida de novos valores implica reinterpretar a história de uma disciplina científica, ao revelar que os padrões antigos desempenharam função "tangencial e adventício" na proteção de suas "realizações canônicas" (Laudan, 1996, p. 144-145; Tuchanska, 2012, p. 514).

Na agronomia isso é um fato a se constatar na contemporaneidade, pois os métodos em A e C são similares ou próximos (como já aludido em tópico anterior), ao manifestar, portanto, papel tangencial, comensurável e mesmo conciliador (em partes) entre A e C – que permite o diálogo em nível metodológico triádico. Isso permite aceitar melhor a aplicação do modelo de Laudan para a agronomia, assim como permite compreender que as maiores diferenças entre A e C estão nos valores e nas teorias resultantes – da harmonização com a axiologia. Existe, portanto, a possibilidade de diálogo e de troca de informações, até de compartilhamento de informações, no sentido de que não se pode considerar o modelo A ou C como hegemônico. Essa argumentação e anteriores, no sentido conciliatório provável e futuro, assenta a conjectura da origem de uma nova tradição de pesquisa, derivada de um novo

modelo agronômico, com base em A e C, advinda pela intensa reticulação de A e de C e pela eficácia do novo modelo.

#### **4.7 Conclusões**

A racionalidade reticular, de Laudan, é aplicável dentro das tradições de pesquisa na agronomia e explicativa para sua evolução. A resolução eficaz de problemas é chave para o progresso das ciências agrônomicas no seu curso histórico. Portanto, interpretações laudanianas da agronomia são válidas e continuarão a ser executadas nessa tese.

## 5 TRADIÇÕES DE PESQUISA NA AGRONOMIA

Nesta Seção será interpretado com profundidade as tradições de pesquisa na agronomia, a partir da filosofia da ciência de Larry Laudan.

### 5.1 Interpretação de elementos da agronomia à luz da concepção de Laudan

Um recorte será induzido no que concerne mais ao conhecimento teórico destinado a práticas na agricultura, relacionadas às atuações das ciências agronômicas como a fitotecnia, fitossanidade e ciência dos solos. Além das distinções históricas, com relação à origem e ao desenvolvimento, serão indicadas as principais teorias e premissas que caracterizam as tradições, pois segundo Laudan, “toda tradição de pesquisa estará associada a uma série de teorias específicas, designadas para particularizar a ontologia da tradição da tradição de pesquisa e para ilustrar ou satisfazer sua metodologia” (Laudan, 2011, p. 115). Na agricultura proveniente das designadas revoluções ou tradições verdes na modernidade será mantido o uso recorrente, denominado nessa tese de convencional - C, enquanto outras alternativas serão discriminadas, mas consideradas agrupadas (em seus elementos constitutivos) de forma posterior no que se denomina de agroecologia - A (de particular importância no Brasil e América Latina). Observa-se que outras abreviações serão mantidas e usadas na sequência nesse capítulo (e outro): F: axiologias; M: metodologias; T: teorias – ao argumentar sobre as reticulações dentro das tradições.

Assumir-se-á o conceito de Laudan de que “os problemas constituem as perguntas da ciência, as teorias constituem as respostas” (2011, p. 20). Será adotada uma “visão de solução de problemas de Laudan e, depois, a sua visão reticulacional” (Bezerra, 2012, p. 456). As tradições agronômicas serão avaliadas como ferramenta de progresso a partir da sua capacidade de oferecer soluções eficazes a problemas importantes e pelo mérito de constituir-se em uma solução adequada a problemas significativos. A solução de problemas empíricos

e conceituais será a premissa base para reflexões sobre as ciências agronômicas em Laudan. Em conexão com o entender do progresso baseado na solução de problemas, seguir-se-á uma abordagem de como esse progresso acontece dentro e entre as tradições de pesquisa, considerar-se-á a racionalidade reticular de Laudan e aplicar-se-á em casos.

As tradições de pesquisa concorrentes em discussão dentro da agronomia, que continuarão a ser abreviadas como A - tradição agroecológica, ou macrotradição ecológica, ou tradição “mais sustentável”, ou “agricultura ecológica”; ou ainda tradição de proposta contextualizadora (apropriando termos de Lacey) de ciências agronômicas; e C - tradição convencional, ou macrotradição “ligada ao agronegócio”, ou tradição moderna (pós “revoluções verdes”), ou tradição prevalente, ou tradição tecnocientífica, ou ainda tradição descontextualizadora (nos termos de Lacey) nas ciências agronômicas (ao usar termos e propostas conceituais de Assis (2005); Aquino e Assis (2005), Costa (2017); Andrade e Pasini (2022) e Lacey (2022)). A seguir será apresentada uma explanação e exemplar de reticulação laudaniana na evolução das ciências agronômicas.

O modelo reticulado é concebido com base na tese de que é viável realizar uma avaliação cognitiva de tomada de decisões científicas (que pode levar a consenso ou dissenso). Contudo, esse modelo precisa ser formulado de maneira a possibilitar a explicação da formação de consenso sem excluir a capacidade de explicar, em termos epistêmicos e pragmáticos, sem recorrer a fatores subjetivos de ordem social e subjetiva. Para esclarecer o assunto, usa-se a exposição de Guitarrari (2004), dentro do que ele intitula de "tese da racionalidade distinta" presente no modelo reticulado.

Os critérios epistêmicos e pragmáticos devem ser compromissos explícitos, suficientemente claros, decisivos e imparciais que levam em conta um certo 'equilíbrio reflexivo' entre formulações teóricas sobre o mundo, sobre métodos e sobre os objetivos almejados na ciência da época. Para tanto, a teoria da racionalidade proposta por Laudan defende certas relações entre os três níveis de compromissos científicos, uma tese de como as mudanças de compromissos acontecem e devem acontecer (Guitarrari, 2004, p. 125).

Começaremos a interpretação filosófica da agronomia, com base na filosofia da ciência de Larry Laudan, a partir da citação pertinente de Guitarrari (2004, p. 128-129).

Associando as relações de justificação, prescritas no modelo reticulado, à tese de que as mudanças científicas são graduais, Laudan procura mostrar que a escolha científica não é feita entre duas visões de mundo completamente antagônicas, quer dizer, duas visões de mundo, V1 e V2, que discordam quanto à ontologia [O], quanto à metodologia [M] e também quanto à axiologia [A]. Resumindo em termos esquemáticos, a escolha não se dá entre  $V1 = \{O1 \& M1 \& A1\}$  e  $V2 = \{O2 \& M2 \& A2\}$ . As mudanças se dão gradualmente. Ao analisar mais detidamente as duas visões de mundo antagônicas V1 e V2, Laudan defende a tese de que, em um primeiro momento, a escolha científica se daria entre uma de três possibilidades lógicas: a primeira entre V1 e  $\{O2 \& M1 \& A1\}$ ; a segunda entre V1 e  $\{O1 \& M2 \& A1\}$ ; e a terceira entre V1 e  $\{O1 \& M1 \& A2\}$  (LAUDAN, 1984, p. 74-75 *apud* GUITARRARI, 2004, p. 128). As mudanças graduais dentro de um reticulado aconteceriam, em um caso particular e esquemático (no qual haveria uma substituição de teoria, depois de metodologia e, por fim, de valores), da seguinte maneira. Suponhamos um modelo idealizado segundo o qual, em uma certa época, existisse um conjunto V1 de teorias T1, métodos M1 e valores A1 que operasse em uma determinada ciência, cujos componentes (T1, M1, A1) mantivessem entre si uma relação de justificação complexa que lhes conferisse racionalidade em sua aceitação. Assim, A1 justifica M1 e se harmoniza com T1; M1 justifica T1 e realiza A1; e T1 restringe M1 e exemplifica A1. Suponhamos, agora, que uma nova teoria T2 seja proposta. Ora, dentro do modelo reticulado de justificação, as regras de M1 serão consultadas e decidirão qual das teorias se deve preferir, tendo em vista a realização de A1. Suponhamos que seja T2. Em um outro momento, propõe-se uma metodologia M2. Ora, dada a divergência entre metodologias, deve-se determinar qual das metodologias melhor exhibe a realização de A1. Para tanto, é necessário que se consulte A1 e a nova teoria T2. Suponhamos que, segundo essa avaliação, prevaleça M2. (A partir desse momento, as novas teorias que aparecerem serão avaliadas pelas regras de M2, em vez de M1.) Suponhamos que, no estágio em que T2, M2 e A1 se justificam, alguns cientistas começam a lançar dúvidas sobre a possibilidade de realização dos objetivos de A1 ou argumentar que seus objetivos não podem ser mutuamente satisfeitos (em outras palavras, A1 é incoerente). Em tais circunstâncias, afirma Laudan, os cientistas podem racionalmente abandonar A1 e aderir a um conjunto alternativo A2. Dessa maneira, a transição da visão de mundo V1 para V2 é estabelecida de modo gradual e racional. Como se pode notar, a análise da proposta de Laudan mostra que ele se dedica a processos de mudança científica em que não se supõe que haja duas tradições de pesquisa rivais e bem articuladas. Laudan chama esse esquema de “mudança unitradicional”,



exatamente porque ele não é “provocado pela disponibilidade de uma visão de mundo bem articulada”. Um problema mais complexo, desafiador e interessante é explicar, com o modelo reticulado, as “mudanças multitradicionais”, “mudanças básicas de visão de mundo que se originam da competição entre paradigmas rivais” (Laudan, 1984, p. 79 *apud* Guitarrari, 2004, p. 129). Considerando duas tradições de pesquisa bem desenvolvidas, Laudan prevê algumas circunstâncias em que mudar de tradição de pesquisa seria racional. A análise de Laudan tem os seguintes aspectos principais. Em primeiro lugar, suponhamos que as teorias de V1 são piores do que as teorias de V2, considerando, indiferentemente, os padrões de V1 ou os padrões de V2. Em segundo lugar, suponhamos que alguém mostre que o conjunto de regras M2 é melhor do que M1 para realizar os objetivos de V1 e que M2 prefere T2 a T1. Suponhamos, por fim, que as metas de V1 estejam em desacordo com os atributos das principais teorias de V1 e que, por contraste, os valores de V2 sejam tipificados pelas mesmas teorias. Nessas condições, defende Laudan, a única escolha razoável que um cientista tem de fazer é abandonar V1 e adotar V2 (Laudan, 1984, p. 79-80 *apud* Guitarrari, 2004, p. 129).

Ao considerar as possíveis conexões entre as obras de 1977 (Laudan, 2011) e 1984 (Laudan, 1984), e ao assumir como base a citação de Guitarrari (2004) acima, pode-se fazer alguns paralelos e aplicações nas ciências agrônomicas. As aplicações podem iniciar com V1 sendo a tradição C (convencional), enquanto V2 pode ser a tradição A (agroecológico), e dentro da C e A, que são concorrentes, existe os componentes triádicos: às teorias (T), à metodologia (M) e também à axiologia (F – para fins e metas). Na evolução gradualista das ciências agrônomicas em A e C executam o modelo reticular, que, por exemplo, pode ocorrer e C (V1): F1 justifica M1 e se harmoniza com T1; M1 justifica T1 e realiza F1; e T1 restringe M1 e exemplifica F1. Suponha-se, agora, que uma nova teoria T2 seja proposta, dentro do modelo reticulado de justificação, as regras de M1 serão consultadas e decidirão qual das teorias se deve preferir (T1 ou T2), tendo em vista a realização de F1. Exemplifica-se melhor na agronomia, supondo que em C (V1) o surgir de uma nova teoria (T2) sobre o manejo de pragas com biopesticidas ou pesticidas naturais (biológicos), força a reticulação, no qual as metodologias usuais em C de estatística experimental são consultadas e decidem pela preferência de T2, ao harmonizar os valores de manejo integrado de pragas com eficácia (F1); assim, C pode mesmo abandonar T1 (teoria pelo uso de agrotóxicos e transgênicos

conciliáveis) em favor de T2, ou adaptar uma terceira – T3 (um manejo integrado onde pesticidas e OGMs sejam evitados ou de uso esporádico).

Ao continuar o raciocínio e ao abordar agora uma possibilidade agrônômica de “mudanças multitradicionais” ou de competição entre tradições rivais, suponha-se que as teorias de C são piores do que as teorias de A na resolução de problemas empíricos, ao considerar-se os padrões de C ou os padrões de A (na eficácia de resolução de problemas, associada ao modelo de reticulação). Em segundo lugar, suponha-se que há evidências de que o conjunto de metodologias (M2) é melhor do que M1 para realizar os objetivos de C (F1) e que M2 prefere T2 a T1. Suponha-se, por fim, que as metas (F) de C esteja em desacordo com os atributos das principais teorias (T) de C e que, por contraste, os valores (F) de A sejam tipificados pelas mesmas teorias. Nessas condições, a única escolha razoável que um cientista tem de fazer é abandonar C e adotar A, pressupondo o modelo reticulado de Laudan.

Exemplifica-se:

- a teoria de manejo de adubos sintéticos, pautada na química industrial e nas premissas de Liebig (lei do mínimo ou do nutriente limitante) é T1 e está de forma geral relacionada e adotada na tradição C;
- a teoria de remineralização agrícola, ou uso de fontes naturais como pó de rocha, na fertilização agrícola e firmada nos pressupostos de Hessel (usar material originário dos solos) é T2 e está de forma geral relacionada à tradição A;
- admite-se que a metodologia em A é avaliação temporal de estudos de caso em rede (M2) e que a metodologia em C seja ensaios randomizados com repetição em blocos casualizados, com ambientes distintos (M1);
- supõe-se que os valores de C no tocante à reticulação em T1 deixam de se harmonizar, pois a axiologia de C (F1) era baseada em meta-metodologias que promoviam de fins produtivistas e metas de simplificação do sistema, no entanto, a cosmovisão vem a ser objetada pelo grupo de pesquisa (que sofre pressão social), e que criou problemas conceituais (de dificuldades externas);
- entende-se ainda que, se F1 está sob mudanças em função da adoção pelo grupo de pesquisadores de nova cosmovisão, então F1 pode ser substituído por

F2, que são de fins mais sustentáveis e metas mais sistêmicas, ou ainda pode criar F3;

- considera-se que C adota F1, que é de origem em A, logo, F2 pode ser executado e justificar tanto M1 ou M2, mas encontra limites para se harmonizar com T1;

- logo, a tradição C enfrenta problemas não empíricos, mas conceituais, que exigem reticulação, com mudança em T, onde pode ser adotado T2 no lugar de T1, ou criar T3;

- conjectura-se que C não adota T2 e nem cria T3, então C é enfraquecida em relação a sua eficácia na resolução de problemas o que pode levar cientistas a abandonar C, porque T não se harmoniza ou justifica F.

Ao aceitar notações para exemplificar, sem assumir a possibilidade de uma teoria ou modelo agrônomo amplo, mas as diferenças entre tradições, a lógica do raciocínio reticular e de naturalização normativa pode parecer complexo e apenas propositivo, como metaciência ou modelo explicativo, ou ainda metametodologia. No entanto, essa reticulação vem a se fazer histórica e contemporânea dentro da agronomia. A tradição C vem adequando suas teorias no que concerne a práticas de fertilização, e ao contrário do exemplo acima, ela não mantém T1, mas criou T3, uma teoria que tenta conciliar a manutenção de níveis de fertilidade, conciliada à saúde do solo, que alia uso não contínuo de adubos sintéticos, com o uso de pó de rocha (um remineralizador) e fertilizantes organominerais. Ou seja, C vem a reticular, pois alterou de fato parte de sua F, sob pressão conceitual na academia e por concorrência com A. As maiores modificações vêm a suceder na história recente em C, a ponto de crer que C reticule tanto no futuro breve que se torne uma nova tradição (talvez R de regenerativa).

O modelo reticulado serve para “demonstrar que, em geral, uma mudança científica” de aparência global pode ser compreendida como “resultado de um processo gradual, no qual cada passo é racional”. Dado que as mudanças globais revolucionárias “são raras, o modelo reticulado” torna-se bastante adaptado às principais mudanças da agronomia, conforme vimos acima. Nesse aspecto, ele não serve de imposição para restrições rígidas “quanto às relações

entre os tipos de mudança de compromissos” que ocorreram e ocorrerão na história da ciência (Guitarrari, 2004, p. 129-130).

## 5.2 As tradições agroecológica e convencional como concorrentes

As tradições correntes entre os séculos XIX e XXI representam fases de transformação substancial nas práticas agrícolas, caracterizadas por uma metamorfose nas técnicas de produção, um incremento notável na produtividade alimentar (meta axiológica - F) e a introdução de inovações tecnológicas de vulto (eficácia na resolução de problemas que aponta a validade de teorias-T e métodos-M). Este fenômeno foi preponderante na resposta aos desafios cruciais relacionados à segurança alimentar, ao crescimento demográfico e às crescentes demandas por produtos agrícolas (o que harmoniza teorias com axiologia dessas tradições), mas são alvos de críticas e alternativas – que forçam de forma especial a axiologia e as teorias, ao originarem novas tradições. As tradições que progrediram nos séculos XIX e meados do século XX, como as alternativas já apresentadas, continuarão sendo tratadas nesta tese pela perspectiva laudiana, como resultante da convergência de várias tradições de pesquisa desenvolvidas, que originou a tradição C (desde o século XIX e que foram tratadas em tópico anterior - 3.6 As denominadas “revoluções” na agricultura e agronomia).

Os impactos dessas “revoluções verdes”, agora, aqui na tese para fins epistemológicos em Laudan, “tradições verdes”, ou modelos associados à tradição C, foram profundos e multifacetados, como os aumentos dramáticos na produção de alimentos, que atenuaram a pressão da fome em várias partes do mundo, como evidencia a eficácia dessas transformações – que são práticas, mas que se vinculam às conquistas teóricas, que, por conseguinte, se harmonizam e reforçam a axiologia na busca pelo equilíbrio epistêmico. Contudo, surgiram, de forma concomitante, inquietações relacionadas aos efeitos ambientais decorrentes do uso intensivo de insumos químicos, como a contaminação do solo e da água, além de questões associadas à biodiversidade e à segurança alimentar a longo prazo. Além dos impactos ambientais, os modelos ou tradições associadas à atual tradição C (denominada aqui), desencadearam mudanças socioeconômicas significativas, que incluem a

alteração dos sistemas agrícolas tradicionais, a migração de populações rurais para áreas urbanas e a criação de disparidades na distribuição dos benefícios, que favorece com frequência os grandes produtores em detrimento de agricultores de pequena escala. Essas constatações criam um ambiente que tensiona pela necessidade de revisão de elementos, no qual uma anomalia não gera automaticamente uma crise na tradição, pois ela vai gerar a necessidade de tensionamento em um dos elementos da tradição de pesquisa. Uma vez que há tensionamentos, poderá ocorrer reticulação em um dos componentes e poderá ou não haver uma reticulação em todos os componentes do modelo reticulado. Pois produzem anomalias, que são mais bem respondidas em A e as suas subsidiárias (que serão tratadas no tópico 5.7 - As possibilidades alternativas de tradições na história recente da agronomia), que tensionam por uma revisão de teorias, metodologia e axiologia.

A monocultura extensiva (T), caracterizada pela prática de cultivar vastas extensões de terra com uma única cultura dominante, é uma manifestação bem tangível da posição da tradição C, no tocante a teorias de simplificação e homogeneidade de sistemas produtivos para otimização do rendimento (F). Embora essa estratégia simplifique a gestão agrícola em termos operacionais, ela engendra problemas inerentes, como maior suscetibilidade a pragas e doenças específicas da cultura, o que exige, assim, uma dependência considerável de insumos químicos para controle, o que tensiona por uma revisão na axiologia e na metodologia, ao gerar métodos de avaliação fitossanitária, por exemplo. Associadas ao monocultivo, estão as metodologias de intensificação do sistema, como é a mecanização agrícola e sistematização de áreas. A mecanização intensiva (T que limita M), embora busque aumentar a eficiência e a escala da produção, pode ter repercussões adversas na saúde do solo e meio ambiente como um todo. A compactação e erosão resultantes da utilização extensiva de maquinário comprometem a estrutura do solo, o que desencadeia desafios adicionais em termos de qualidade e sustentabilidade do substrato edáfico. Essas observações conectam os meios metodológicos com as teorias, que tensionam, e isso é causado por alguma reticulação em algum dos componentes, pois teorias sobre o aumento da matéria orgânica, desenvolvimento radicular e incremento da diversidade da microrganismos do

solo limitam os métodos no plantio direto e passaram a ser adotadas em C, mas já eram empregadas em A. O que evidencia que C mudou parte da sua axiologia quanto ao manejo das áreas agrícolas, pois metas e objetivos (F) sobre a complexação produtiva e a melhora da vida no solo se harmonizam com as teorias no manejo do solo e plantio direto.

A agricultura convencional é orientada para atender às demandas do mercado, em larga escala, e os sistemas agroindustriais, muitas vezes priorizam a eficiência imediata em detrimento da sustentabilidade a longo prazo. Essa orientação comercial, dita tecnocientífica, embora seja conducente ao alcance de metas econômicas de curto prazo, levanta preocupações sobre os impactos ambientais e sociais, o que destaca a necessidade de equacionar tais considerações para promover uma agricultura mais equilibrada, como indicada pela axiologia em A. Isso é, em outras palavras, de fato “efeito em rede”, onde modificações podem começar na axiologia. Dessarte, a referida reticulação ocorre por pressão com A, em um processo histórico de comensurabilidade entre as tradições (A e C).

As pelepas e críticas enfrentadas por C, e comumente referida como tecnocientífica, são amplas e profundas, e, em especial, indicadas pelos grupos de pesquisa dedicados à tradição A. A agricultura tecnocientífica, que de forma frequente incorpora estratégias como agricultura de precisão (T que limita M), oriundas das tradições de pesquisa (subsidiárias de C, como a agriculturas 4.0), é alvo de críticas também. A agricultura de precisão e a agricultura digital, na essência se fundamentam na utilização proeminente de tecnologias de informação e comunicação (TIC), automação avançada, biotecnologia agrícola e estratégias analíticas aprimoradas (componentes de F). A inserção expressiva de TIC constitui um elemento-chave da atual agricultura tecnocientífica ou aprimoramentos da tradição C.

Os sensores remotos, drones e sistemas de posicionamento global (GPS) são instrumentalizados para coletar dados em tempo real, o que proporciona informações detalhadas sobre variáveis como as características do solo, clima e estado das culturas, entre outras (M que justifica T). Essa coleta de dados, aliada a softwares de análise, subsidia a tomada de decisões agrícolas de maneira mais assertiva e precisa. Essas conquistas tecnológicas têm sua base conceitual em

teorias que se alinham à axiologia C e que ainda têm resistência para adesão em A, mas isso vem mudando, no sentido de A adquirir maior eficácia e responder a uma concorrência com C e vem aderindo às teorias vinculadas à automação (já que a mão de obra pode ser indicada como gargalo operacional para as técnicas propostas em A).

De forma simultânea e acessória aos TICs, a biotecnologia agrícola, como componente agrônomo, acredita circunstâncias decisivas na agricultura tecnocientífica (C) – na relação de valores e teorias. A incorporação de organismos geneticamente modificados (OGMs) ou transgênicos busca conferir às culturas características específicas desejáveis, como resistência a pragas, tolerância a condições ambientais adversas e aprimoramento de atributos alimentares, além de favorecer o controle de plantas daninhas. Logo, essa jornada biotecnológica (F que justifica M e procura se harmonizar com T) visa não apenas aumentar a produtividade, mas também mitigar problemas associados à segurança alimentar e sustentabilidade (novo F que quer harmonizar T), pelo menos em seus pressupostos teóricos se harmonizam e as diretrizes metodológicas justificadas procuram realizar a axiologia – o que é alvo de críticas pelos partidários de A, que entendem que a axiologia não justifica os métodos e não se harmoniza com as teorias, pois a axiologia seria descontextual, simplificada e não sustentável (por exemplo, Lacey não entende que OGMs sejam sustentáveis).

As biotecnologias e os TICs vêm acompanhadas da automação e mecanização avançada, constituem facetas de C, com a inserção de sistemas robóticos, equipamentos autônomos, e máquinas inteligentes são empregadas para realizar tarefas agrícolas com precisão e eficiência (teorias e metodologias interligadas). Essa mecanização avançada contribui para aprimorar a eficiência operacional, reduzir a dependência de mão de obra e, em última instância, melhorar a produtividade.

No que concerne aos benefícios, a agricultura tecnocientífica ou versões mais atuais da tradição C destaca-se por sua eficiência operacional, resultante da aplicação integrada de tecnologias avançadas. A automação e otimização de processos propiciam a utilização mais eficaz de recursos, reduzindo custos e fomentando o aumento da produtividade agrícola. Contudo, a agricultura

tecnocientífica (em C) não está isenta de questionamentos e discussões éticas, pois questões relacionadas à privacidade de dados nas TICs, preocupações ambientais associadas ao uso de organismos geneticamente modificados e contextos socioeconômicos, que incluem a acessibilidade de tecnologias avançadas para agricultores de pequena escala, são dimensões críticas que exigem ponderação e consideração cuidadosa (e podem forçar novas reticulações em C, mas não em A).

Por mais que a agricultura industrial tenha avançado em técnicas que procurem ultrapassar os limites estabelecidos pela natureza, a prática agrícola continua a ser uma atividade essencialmente dependente do meio ambiente, desarmando o otimismo exagerado dos que apostaram na possibilidade desse modelo de produção superar os limites naturais. Esta constatação, embasada pelo aumento crescente de problemas de degradação ambiental, aliada à má distribuição da riqueza, gerada a partir do processo de industrialização da agricultura, justificou um aumento crescente da demanda por práticas alternativas, ecologicamente equilibradas, para a produção agrícola, assim como pelo também crescente reconhecimento científico do potencial dessas práticas (Assis, 2005, p. 12).

A disseminação das tradições verdes e a constituição de C foram acompanhadas, desse modo, por iniciativas destinadas a promover práticas agrícolas intensivas e extensivas, que levavam ao incremento produtivo. No entanto, anomalias, somadas aos impactos negativos no ambiente e sociedade, levaram à incorporação (por exemplo) de métodos de gestão integrada de pragas e técnicas de conservação do solo, ao propiciar novas teorias. No intento que visa equilibrar os ganhos de produtividade com a preservação dos recursos naturais, criaram-se novos conceitos e técnicas (F que justifica M e quer harmonização com T), em um processo de reticulação laudiana, que promoveram como reflexo maior consciência ambiental – ao afetar de forma especial os fins e metas em C. Ou seja, as metas sobre coerência com a ecologia, a ecofisiologia e o manejo integrado que se harmonizam com as teorias na fitossanidade, por exemplo, assim como os objetivos relacionados à precisão no diagnóstico da infestações, convívio e manejo de pestes em agroecossistemas que justificam as metodologias em fitossanidade.



Em termos agronômicos, as teorias sobre manejo integrado de pragas (T) passaram a ser validadas dentro de C, como eram em A, gerando métodos de identificação, coleta e avaliação de pragas agrícolas (M) que justificam as teorias, e que por sua vez executam uma axiologia que adere a elementos de sustentabilidade ambiental (F). No entanto, A, em concorrência com C, alega que C, ao não abandonar o uso de pesticidas, não consegue sustentar sua axiologia reticulada, pois teorias que contemplam o uso de pesticidas em C não se harmonizam com uma axiologia de C que, reticulando, poderia se aproximar de A, no sentido da sustentabilidade dos agroecossistemas. Todavia, essa é uma “guerra” teórica e axiológica de tradições que dura décadas; vencerá a mais eficaz na resolução de problemas internos da tradição, ou elas permitirão o surgimento de outra tradição com maior eficácia.

Portanto, em um contexto das perspectivas futuras, observa-se uma inflexão em direção a abordagens mais sustentáveis e equitativas na agricultura, na tentativa de eliminar anomalias e problemas não respondidos, além de atender demandas sociais (que devem ser incorporadas na axiologia de C). Algumas explorações agrícolas convencionais estão, de maneira gradual, em adoção de teorias e técnicas mais amigáveis ao meio ambiente, como rotação de culturas, gestão integrada de pragas e práticas de conservação do solo (teorias e axiologia em reticulação – já metodologias mudaram pouco em C, mas mudaram mais em A). O reconhecer da necessidade de conciliação entre a produção agrícola e a conservação ambiental, a diversificação de culturas e a promoção da agricultura de pequena escala evidenciam a mudança na tradição, em direção a uma posição mais sustentável e resiliente.

Dentro dessa tônica, a tradição A pode ser considerada como um modelo de pesquisa na ciência que provoca tensionamento laudariano na agronomia e que estimula, no ato de rivalidade, a reticulação dentro da tradição C. A tradição A é tida comumente como mais sustentável por suas metas e fins, voltada ao bem comum, com apreço aos valores dos povos tradicionais e originários, às sementes crioulas, à produção integrada, à eficiência energética, à segurança alimentar (ou melhor, soberania alimentar, em Lacey), aos modelos alternativos e pluralistas de ciência e a democracia (F) – pois esses termos configurados pelos grupos científicos em A são evidentes em sua axiologia, que tendem a

harmonizar-se com suas teorias (T). E nas proposições de Lacey (2022), em seu modelo de ciência e valores (M-CV), A seria de práticas que sustentariam o ambiente, fortaleceriam a justiça social e proporcionariam maior participação democrática. Logo, admite-se que a agroecologia é polissêmica e plural na sua constituição epistemológica, sociológica e agrônômica, o que concorda com Norder *et al.* (2016). A agroecologia pode ser “compreendida simultaneamente como movimento social, práticas produtivas e enfoque científico”, ou especificamente “um campo de ações para a emancipação humana” (Silva Neto, 2017, p. 4) o que corrobora com Lacey (2022), Borsatto e Carmo (2012, 2013).

A partir de então, quando se referir a A, será entendido, e se levarão em conta todas as vertentes de pesquisa que geram agrotecnologias de perspectivas semelhantes ou comuns, ou ainda alternativas (à convencional - C), a saber: agricultura biológica; agricultura biodinâmica; agricultura orgânica; agricultura natural; permacultura; e agricultura sintrópica – que serão abordadas no tópico “5.7 As possibilidades alternativas de tradições na história recente da agronomia”. Note-se que a agroecologia, em consonância com Altieri (2002), Gomes (2006), Borsatto e Carmo (2012, 2013), Reichert e Gomes (2013) e Costa (2017), vela não só por aspectos científicos ou tecnocientíficos estritos, mas abarca dimensões nítidas de valores não cognitivos e amplamente contextuais, ligados aos contextos energéticos, econômicos, socioculturais e ambientais o que corrobora também com Lacey (2006, 2008, 2010, 2022) e Norder *et al.* (2016). Não que a tradição C não esteja imersa em valores não cognitivos, mas, como própria Lacey indica, os elementos do que se denomina C aqui são descontextuais – mesmo que grupos de pesquisadores estejam em conflito, isso não impede que pesquisadores em particular possam transitar entre as duas tradições, o que concorda com Laudan. Contudo, apesar das contendas e de A congregar outras alternativas, é relevante evidenciar as particularidades históricas de A, sumarizadas no Quadro 3.

**Quadro 3** – Histórico atribuído à agroecologia no contexto de Mundo e Brasil.

Período	Fato histórico
1928	A primeira integração da agronomia com a ecologia pode ser atribuída a Klages, que no artigo <i>Crop Ecology and Ecological Crop Geography in the Agronomic Curriculum</i> chamou a atenção para que se levasse em consideração fatores fisiológicos e agronômicos que influenciavam a distribuição e adaptação dos cultivos, visando compreender as complexas relações entre as plantas de cultivo e seu meio – precursores teóricos.
1939	Importante publicação de Hanson: <i>Ecology in agriculture</i> – grande marco teórico.
Década de 1930	Proposição do termo agroecologia como a ecologia aplicada à agricultura.
Década de 1950	A consolidação do conceito de ecossistema renovou o interesse pela ecologia de cultivos. Com tal conceito “havia pela primeira vez uma estrutura básica geral para examinar a agricultura desde uma perspectiva ecológica, ainda que poucos pesquisadores a usassem desta forma”.
Década de 1970	Livros e artigos começaram a aparecer usando o termo agroecologia e o conceito de agroecossistemas.
1975	No Brasil é criada a Comissão Pastoral da Terra (CPT), meio importante na mobilização dos moradores rurais brasileiros.
1976	No Brasil, a agricultura alternativa ganha força graças ao manifesto ecológico brasileiro “Fim do futuro?”, de José Lutzenberger.
1978	Publicação da obra <i>Agroecosistemas y tecnología agrícola tradicional</i> de Gliessman.
Década de 1980 - ...	Agroecologia emerge como uma metodologia e uma estrutura básica conceitual distintas para o estudo de agroecossistemas. Sendo Miguel Altieri e Stephen Gliessman seus propagadores cruciais.
1980	No Brasil, o trabalho do PTA-FASE (Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional, implantado em 1983) e o estabelecimento da Rede PTA (Projeto Tecnologias Alternativas, formado em 1988) foram responsáveis pelo início de ONGs autônomas que auxiliavam agricultores familiares brasileiros.
1991	Consolidação na pesquisa em agroecologia.
Anos 2000	A partir da influência da escola europeia, a agroecologia dos anos 2000 trouxe uma perspectiva um pouco mais sociológica acerca dos agroecossistemas, renovando seus aspectos culturais, socioeconômicos e, ainda, sociopolíticos.
2006	A agroecologia é reconhecida oficialmente como ciência pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).
2012	No Brasil, definida a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), através do Decreto nº 7.794 de 20/08/2012, onde foram estabelecidas as diretrizes, os instrumentos e as instâncias de apoio ao setor.
Atualidade	A agroecologia permanece como uma alternativa importante no Brasil, com muitas comunidades rurais, organizações não governamentais e instituições acadêmicas continuando a promover e desenvolver práticas sustentáveis.

Fontes: Arruda *et al.* (2022); Didonet *et al.* (2006); Francis *et al.* (2003); Klages (1928); Menegueli *et al.* (2015); Paulino e Gomes (2020).

O histórico da agroecologia é rico e abrangente, mas ao considerar a polarização entre essas tradições (A e C), que passaram a concorrer em suas

teorias no cenário da pesquisa agrônômica, remonta de forma mais evidente ao século passado (XX). O debate em agronomia e produção agrícola se intensificou já no início do século XX, em que a “agricultura moderna”, ou tradição C, lançava fortemente suas bases e práticas, com a promessa de segurança alimentar, no atender às demandas mundiais (de alimento, fibras, energia e demais produtos agroindustriais) e na mitigação da fome (e outras crises derivadas dela). Já no começo do século, entre as décadas de 30 e 40, começaram a surgir os primeiros problemas marcantes, a partir da mecanização ostensiva, que levou à degradação de solos. Ao acumular problemáticas ou anomalias do modelo/tradição, com o final das grandes guerras (1ª e 2ª) e constituição das cadeias agroindustriais e processos tecnocientíficos, apareceram outras crises. A publicação de trabalhos de pesquisa, como a de Rachel Carson (“Primavera Silenciosa” - 1968), colocaram em voga a discussão sobre o uso de pesticidas e outros agroquímicos, consideram-se seus impactos ambientais e sociais. Nesse contexto, de um “oceano de anomalias” (em termos lakatosianos) é que há o alvorecer dos já mencionados modelos para uma agricultura alternativa (agricultura biológica, orgânica, natural etc.), congregadas hoje sob a égide da tradição A (assumido conceitualmente aqui). Fora do rol de países desenvolvidos, o processo foi mais atrasado, mas presente, mesmo assim, a partir da década de 70, observa-se que no Brasil o marco são as iniciativas ambientalistas, como a de José Lutzemberger (engenheiro agrônomo), através do “Manifesto Ecológico Brasileiro” (publicado em 1976).

A agroecologia, enquanto área ou tradição alternativa de conhecimento a C, tem sua gênese na convergência de correntes de pensamento e práticas que se desenvolveram ao longo do tempo, como as analisadas no item “5.7 As possibilidades alternativas de tradições na história recente da agronomia” e marcantes na segunda metade do século XX. A sua origem pode ser rastreada a partir de influências diversas que contribuíram para a formação desta abordagem integrativa no domínio agrícola, que remontam à geografia da América Latina, em especial. No âmbito temporal, o estabelecimento da agroecologia como um movimento distintivo (agronômico, social e político) ocorreu nas décadas de 1970 e 1980, em que organizações não governamentais, cientistas, agricultores e ativistas desempenharam papéis

preeminentes na articulação e difusão dos princípios e práticas que na vigência caracterizam a agroecologia como tradição de pesquisa. A conjuntura socioambiental das décadas de 1970 e 1980, caracterizada por movimentos sociais e ambientais, também exerceu influência marcante na ascensão da agroecologia, como uma vertente de ação científica, social e política na agricultura e na sociedade como um todo, em contraponto à tecnociência e tecnossistemas. As críticas contundentes aos impactos ambientais adversos associados à revolução verde e a busca por alternativas mais sustentáveis nutriram o crescente interesse e a adoção da agroecologia como uma resposta que resgata teorias de outras alternativas, em afronta aos modelos agrícolas dominantes, em geral associados à tradição C. Os sistemas agrícolas ancestrais, muitas vezes ponderados como sustentáveis, incorporam a diversificação de culturas, a rotação de culturas, a integração de animais e teorias de conservação do solo, aspectos estes que a agroecologia abraça e valoriza como componentes essenciais das suas bases científicas (teorias e valores em sintonia).

No campo acadêmico engajado, a agroecologia deve sua consolidação a pesquisadores que buscaram integrar conhecimentos provenientes das esferas ecológica, agrônômica e social, em que se destacam figuras como Miguel Altieri, um renomado pesquisador e militante chileno. As pesquisas de Altieri e outros, na América, enfatizaram (e enfatizam) a importância da biodiversidade, da agrodiversidade e das práticas agrícolas sustentáveis (axiologia), na consolidação da agroecologia como uma área científica robusta. Na América Latina, em especial países como Brasil, México e Chile, situados como epicentro na disseminação da agroecologia, facilitada por movimentos sociais de agricultores, a exemplo do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), no Brasil, e outros movimentos camponeses, do qual emergiram como atores na promoção da agroecologia como estratégia para a soberania alimentar e a justiça social.

A agroecologia, enquanto abordagem na esfera agrícola, representa uma congregadora ou integradora de princípios ecológicos, sociais e econômicos, que almeja instaurar sistemas de produção alimentar mais sustentáveis e equitativos (F), em oposição ou concorrência à tradição C – e que força reticulação interna em C, no processo de disputa epistêmica. A agroecologia

fundamenta-se na compreensão aprofundada dos processos naturais, na promoção da diversificação de culturas, na conservação dos recursos naturais e no fortalecimento das comunidades rurais (T), constituindo um arcabouço teórico e prático que ultrapassa as fronteiras disciplinares, alegando-se interdisciplinar. A agroecologia atenta para a gestão cuidadosa dos ciclos biogeoquímicos, ao visar a minimização do uso de insumos externos, a exemplo da otimização dos ciclos naturais de nutrientes, como carbono, nitrogênio e fósforo, emerge como uma preocupação central, com a finalidade de fomentar práticas que estejam em sintonia com os fluxos naturais desses elementos essenciais para o desenvolvimento das culturas (reticulação: F-T).

Na busca de agroecossistemas sustentáveis, a agroecologia adota como princípios básicos a menor dependência possível de insumos externos e a conservação dos recursos naturais. Para isto, os sistemas agroecológicos procuram maximizar a reciclagem de energia e nutrientes, como forma de minimizar a perda destes recursos durante os processos produtivos. Esta estratégia é viabilizada com o desenho de sistemas produtivos complexos e diversificados que pressuponham a manutenção de policultivos anuais e perenes associados com criações. Com a diversificação, estes sistemas tornam-se mais estáveis por aumentarem a capacidade de absorver as perturbações inerentes ao processo produtivo da agricultura (sobretudo as flutuações mercadológicas e climáticas), aumentando assim sua capacidade de auto-reprodução (Assis, 2005, p. 21-22). A agroecologia resgata os conhecimentos tradicionais desprezados pela agricultura industrial e, ao contrário do que muitos dos seus críticos colocam, ao invés de representar uma volta ao passado, procura utilizar o que há de mais avançado em termos de ciência e tecnologia para criar agroecossistemas sustentáveis e de alta produtividade, que apresentem características mais semelhantes quanto seja possível às dos ecossistemas naturais (Gliesman, 2000 apud Assis, 2005, p. 22). Assim, a agroecologia, através de uma metodologia própria e tendo os agroecossistemas como unidade de estudo, procura compreender o funcionamento e a natureza dessas unidades, integrando para isso princípios ecológicos, agronômicos e socioeconômicos na compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo. Para o sucesso dos sistemas agroecológicos, a primeira preocupação deve ser, na implementação, relacionada ao solo no que se refere à recuperação e manutenção do seu equilíbrio biológico, pois este influenciará em grande medida suas características físicas e químicas (Assis, 2005, p. 22).

Não obstante seus benefícios evidentes em termos de sustentabilidade, a tradição A enfrenta problemas consideráveis postos na vigência e trazidos pela

tradição C, ligados ao debate entorno do atender à demanda mundial de alimentos. A transição de sistemas agrícolas convencionais para o ajuste prático das teorias agroecológicas leva não apenas tempo e recursos, mas também implica mudanças nas políticas agrícolas e nos padrões de consumo da sociedade – as pessoas, de forma individual, devem diminuir sua “pegada ecológica”, ao fazer opção pelo consumo de produtos produzidos de modo mais sustentável e sem desperdícios. A falta de apoio institucional e a prevalência da pressão por altos rendimentos imediatos, ao atender à segurança alimentar alimentos, emergem como desafios substanciais para a adoção generalizada desses conhecimentos e práticas agronômicas e maior escala. Contudo, a agroecologia, ao mesmo tempo em que se confronta com problemas, oferece oportunidades significativas para abordar questões críticas, tais como a degradação ambiental, a soberania alimentar de comunidade originárias e fragilizadas, além da precaução frente às mudanças climáticas.

### **5.3 Problemas empíricos na agronomia e o progresso**

Na agronomia, como típica ciência aplicada, baseada em moldes empiristas, mas não exclusivos, é notória a exemplificação ou investigação de problemas tidos como empíricos e de campo. Para Laudan (2011, p. 22), “constitui um problema empírico qualquer coisa presente no mundo natural que pareça estranha ou que, de alguma maneira, necessite de explicação”. Nesse sentido, serão assumidos alguns fatos agronômicos reais. O fato, no entender laudariano, é algo que “só se torna um problema quando é tratado e reconhecido como tal”. Mas, por outro lado, fatos “são fatos, independentemente de ser ou não reconhecidos”, no entanto, “o único tipo de fato que pode ser visto como problema são os conhecidos” (Laudan, 2011, p. 25). Além da identificação dos problemas, há uma característica importante percebida por ele, a saber, o fato de que os problemas são entidades históricas e como tais inflacionam e deflacionam.

Alguns fatos vigentes, com clareza elucidados pela ciência básica, dentro do contexto agronômico, mas que foram por muito tempo problemas empíricos

clássicos dentro da fisiologia vegetal, ou da nutrição de plantas, ou mesmo da genética da produção vegetal (todos aplicados à fitotecnia, uma das grandes áreas da agronomia), são exemplos que serão discutidos pela perspectiva de Laudan. Exemplo de típicas questões aplicadas à agronomia: como a água ascende nas plantas? Como a planta cresce e se desenvolve ao usar tão pouco da fração mineral presente no solo? Por que existem modificações geracionais dos descendentes em relação aos progenitores? São problemas empíricos, que têm suas bases investigativas modernas em trabalhos como de Dixon, Liebig e Mendel, respectivamente (evidenciando a agronomia como interdisciplinar na sua construção teórica). Esses trabalhos foram agronômicos na essência? Não em princípio, mas são a base para a evolução ou avanço da compreensão de assuntos que permitem projetar a produção vegetal (análogo à fitotecnia). A partir da resolução dos primeiros problemas empíricos propostos, podem surgir outros que precisam de resposta, como 'qual é a lâmina de água necessária para cada estágio na espécie 'X'?' Como posso adubar via solo uma planta com NPK? Como posso conduzir a geração de linhagens para produzir híbridos com alto vigor? A resolução desses problemas gera teorias válidas dentro dos modelos agrícolas presentes nas tradições de pesquisa agronômica.

Dessa forma, hoje, sabe-se muito mais em genética quantitativa do que Mendel poderia concluir no seu tempo, e esse conhecimento em genética é de forma ampla aplicado no melhoramento de plantas, seja o que segue genealógicos convencionais (o que inclui cruzas e retrocruzadas) ou os mais inovadores processos biotecnológicos usuais na agronomia (como mutagênicos, transgênicos, CRISPR/Cas9 etc.). Mas tudo começou com a análise de fatos, que geraram problemas a serem resolvidos, no sentido mais pragmático possível de ciência, e que levou à construção de teorias agronômicas, presentes com adaptações conceituais em A e B, referentes modelos de melhoramento genético aplicados na agricultura.

Nota-se aqui que os problemas debatidos são de primeira ordem, ou seja, a resposta a questões básicas em ciências naturais e aplicadas que a empiria pode resolver. No entanto, os problemas de segunda ordem, que são conceituais, podem ser gerados a partir do uso de teorias, como quando há uma



avaliação dos problemas empíricos resolvidos, anômalos e não resolvidos pela teoria.

Atenta-se que, no contexto da filosofia de Laudan, uma das “marcas do progresso científico é a transformação de problemas empíricos anômalos e não resolvidos em problemas resolvidos” (2011, p. 26). Assim, o que importa são os “problemas resolvidos, não necessariamente pela teoria em questão, mas por alguma teoria conhecida”, pois, “quando perguntamos se um problema foi resolvido, estamos perguntando se ele mantém certa relação com uma ou outra teoria”.

Para melhor ilustrar de forma agrônômica o supramencionado e ser discutido a partir da filosofia de Laudan, usam-se, entre muitas histórias com implicações agrônômicas, as descobertas de Justus von Liebig, para a produção de alimentos. Desde o marco teórico, em que Liebig publicou *Die Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikulturchemie und Physiologie* (A química orgânica em sua aplicação à química agrícola e à fisiologia), e mesmo antes, pelas descobertas com aplicações em química agrícola, que reporta a essencialidade de nutrientes minerais para a plantas (de 1850) ou teoria da essencialidade, que repercute na importância do NPK (nitrogênio, fósforo e potássio como teoria de macronutrientes primários na nutrição de plantas dentro da agronomia) (Gurevitch *et al.*, 2009; Primavesi, 2021).

Considera-se que Liebig de início procurou solucionar o seguinte problema empírico: como a planta cresce e se desenvolve ao usar tão pouco da fração mineral presente no solo? A essa pergunta, Liebig respondeu com a teoria da essencialidade de nutrientes minerais – essa teoria dos elementos essenciais para a produção vegetal foi desenvolvida no contexto da química, mas é agrônômica, sendo utilizada com adaptações conceituais posteriores em C e A. No entanto, os progressos de Liebig foram tamanhos, que se confere a ele o início da era dos fertilizantes químicos, no alvorecer da química moderna alemã e europeia como um todo. Liebig deu, a seu modo, o pontapé inicial a uma dita revolução na produção de alimentos na agricultura, viva até hoje na agricultura e, portanto, parte da agronomia.

No entanto, as descobertas de Liebig não foram únicas e exclusivas na revolução dos agroquímicos (foram mesmo questionadas em sua época e ainda

são), e as anomalias, sejam empíricas ou conceituais, não estavam todas plenamente resolvidas em seu alvorecer (e ainda não estão hoje). Não havia necessária semelhança entre resultados teóricos e os experimentais, a ponto de que, apenas na história recente da agronomia, foram descobertos alguns elementos minerais tidos como essenciais para a nutrição, como é o caso do níquel (ainda questionado inclusive). E outros elementos minerais foram enquadrados como benéficos (como o cobalto), ou mesmo tóxicos (como o alumínio na forma  $Al^{3+}$ ). E muito ainda se questiona sobre a ciclagem e dinâmica dos elementos minerais com potencial nutricional, e muito mais ainda precisa ser descoberto sobre a performance de fertilizantes como adubo ao desenvolvimento vegetal no contexto agronômico.

Na agronomia contemporânea há muito conhecimento sobre a dinâmica de nutrientes no solo e na relação solo-planta (muita complexidade além do que Liebig poderia imaginar), ou seja, muito se compreende sobre essa fração da natureza, e esse saber é aplicado na agricultura – muitos problemas empíricos foram resolvidos e geraram teorias aplicadas. No entanto, muitos problemas ou desafios precisam ser solucionados de forma empírica como, por exemplo, detalhes sobre a biologia do solo em sua interrelação com a nutrição de plantas e física do solo (que inclui parâmetros biológicos para avaliação), via organismos de vida livre ou simbiontes, assim como a relação entre biota do solo, matéria orgânica e saúde do solo – há evidências claras, mas muito precisa ser elucidado (problemas empíricos a serem respondidos). De forma recorrente, a tradição A possui teorias que subsidiam o uso de práticas que valorizam a vida do solo, como a cobertura por palha e uso de inoculantes (adição de microrganismo benéficos ao solo via compostos ou preparados). Nas últimas décadas, a tradição C em um processo de reticulação vem mudando a axiologia que tensiona por uma harmonização com as teorias que incentivam o uso de coberturas (similar em A) e inoculantes (diferencia-se de A, pois há o estímulo a uso de produtos comerciais elaborados dentro de empreendimentos agroindustriais na cadeia do agronegócio). Cabe observar que a racionalidade na busca por soluções estava (e está) imbricada em questões empíricas e teóricas.

As respostas que Liebig e seus contemporâneos não tinham, foram obtidas pelo esforço contínuo que se seguiu na descoberta de novas soluções (para problemas factuais), como as do químico alemão Fritz Haber, que sugeriu a possibilidade da síntese de amônia. As formas nítricas, e em específico o amônio, é base do fornecimento ou adubação com N (nitrogênio) para as plantas, e como se descobriu de modo posterior, o principal elemento mineral que compõe a maioria dos vegetais com outras aplicações bem diversas. A falta de entendimento momentâneo sobre a questão, no desenrolar de sua descoberta, ou questionamentos posteriores, muitos deles referentes a implicações ambientais do uso de fertilizantes sintéticos, não são anomalias empíricas e conceituais suficientes como ameaça epistêmica. De acordo com Laudan (2011, p. 53-54), para o qual o que “conta não é tanto o número de anomalias geradas por uma teoria, mas sim quão cognitivamente importante são essas anomalias específicas” (aqui se situa a questão da inflação e deflação de problemas anômalos). E que “avaliar a importância de qualquer problema aparentemente anômalo é algo que deve ser feito no contexto das outras teorias concorrentes naquela área” (2011, p. 53-54). Surge, nesses moldes, o entendimento de competição em Laudan aplicado à agronomia.

#### **5.4 Problemas conceituais na agronomia e o progresso**

Dentro das concepções de Laudan ainda será englobado aqui o desafio dos problemas conceituais (vinculados com os compromissos do cientista), a exemplificar-se com o caso Trofim Lysenko (1898-1976), conhecido na genética e melhoramento de plantas, dentro da agronomia (Joravsky, 1986; Dejong-Lambert, 2012). Lysenko rivalizou com Nikolái Vavílov, dentro da academia russa, nas épocas soviéticas de Stalin, no conjunto de melhoramento genético e produção de alimentos, ou seja, na agronomia do recorte histórico. A tese ou conceito científico que venceu a corrida foi o de Lysenko, sob pressão de valores à ciência (axiologia) – se colocou em dificuldades conceituais externas, ligadas a questões intracientíficas e de visão de mundo (Lysenko julgava a genética ocidental “burguesa” e “fascista”). Lysenko, como agrônomo e geneticista agrícola, na lógica da “biologia progressista” (na construção de “uma biologia

materialista avançada” – Loreto *et al.*, 2014, p. 1), tinha tendência lamarckianas da época e baseava-se na predominantemente rejeição da genética mendeliana.

Lysenko sustentava a teoria michurinista na biologia (de Ivan Vladimirovich Michurin e baseada em pressupostos de Lamarck que estavam em problemas na época já), que era firmada na teoria lamarckista da hereditariedade – que se mostraram dificuldades conceituais externas intracientífico (incorporados para dentro do Lysenkismo), que trouxeram problemas conceituais. Esses problemas conceituais levaram Lysenko a posicionar que “uma espécie poderia ser convertida diretamente em outra [espécie ou variedade], submetendo-a a influências externas, possibilitando, conseqüentemente, uma maior versatilidade na produção de grãos” (Loreto *et al.*, 2014, p. 4). O que Lysenko fez foi basicamente trazer dificuldades conceituais para suas respostas teóricas aos problemas empíricos confrontados, o que fez Lysenko tentar “encaixar a pessoa no casaco”, e não ajustar o “casaco a pessoa”.

Enquanto Vavílov adotava premissas conceituais ‘mais darwinistas’ para a época, que valorizam estudos de adaptabilidade e estabilidade, mas pautavam-se em genética quantitativa de bases mendelianas, que era aceito entre o grupo de cientistas da época (em especial no ocidente) e o é, até hoje, em parte auxiliar no grande progresso do melhoramento genético de plantas (como na denominada “revolução verde” em Norman Ernest Borlaug). Observa-se mesmo que, motivada pelas teorias (com problemas conceituais) de Lysenko, o “governo soviético decidiu também censurar a pesquisa em genética mendeliana por durante aproximadamente dez anos” (Loreto *et al.*, 2014, p. 1-2).

Apesar do grande debate na época, dos problemas conceituais nas teorias de Lysenko, os conceitos de Vavílov foram rejeitados (advindo conseqüências nefastas sobre a própria vida de Vavílov, que foi preso e exilado). As implicações na agricultura foram terríveis, com atraso e insucesso nos programas de melhoramento vegetal soviético em décadas, quando comparado a países ocidentais. A presença influente de valores à ciência podem ser ponto de pauta, mas, no momento, salienta-se a não valorização de problemas

conceituais, que devem ser resolvidos, ao vencer dificuldades intracientíficas, normativas e de visão de mundo.

Portanto, os problemas conceituais no caso Lysenko, de origem intracientífica e de cosmovisão, geraram uma teoria que não permitiu o progresso no melhoramento de plantas (dentro da agronomia), diminuindo a eficácia do programa de pesquisa de Lysenko. Com a saída de Lysenko, os grupos de pesquisa agrônômica em genética promoveram novos valores, que se harmonizaram com teorias de viés mais mendeliano e contingenciaram novos métodos de melhoramento genético – exemplo típico de reticulação forçada por problemas conceituais e falta de evidência empírica corroborativa.

Os problemas conceituais não resolvidos nos empreendimentos de Lysenko são de forma majoritária de ordem externa, como a corroboração empírica, baseada em pressupostos de referência lamarckista não comprovados experimentalmente na época. Ainda quanto aos problemas conceituais externos, destaca-se ainda que eram marcados pela não resolução de desafios que a teoria concorrente em conflito resolvia em boa fundamentação (o que se mostrou desconcertante, pois o melhoramento genético que prevaleceu e, perdura até hoje, se desenvolveu distante das bases tidas como lamarckistas e usadas por Lysenko). Esses desdobramentos, em exemplo e em evidência, encontram apoio nos argumentos de Laudan (2011, p. 67-80).

Seguindo a interpretação de Laudan é possível prever que “um problema conceitual, em geral, será mais sério que uma anomalia empírica”. Isso ocorre não porque “a ciência é mais racionalista que empírica, mas porque costuma ser mais fácil explicar um resultado experimental anômalo que rejeitar de saída um problema conceitual” (2011, p. 91). No próximo tópico, o foco é ligar a resolução de problemas com as tradições de pesquisa, e depois focar no progresso das tradições.

## **5.5 Problemas agrônômicos, tradições de pesquisa e progresso**

A partir das questões de química e nutrição vegetal que começaram em Liebig, surgiram avanços significativos na química, fertilidade e adubação que

temos hoje na agricultura. E mesmo ao recordar o caso trágico de Lysenko, no tocante ao melhoramento genético de plantas de interesse agrônomo, o progresso científico conforme a perspectiva de Laudan para a ciência, é perceptível também na agronomia. A racionalidade de Laudan pressupõe para o progresso agrônomo o sucesso da tradição concorrente com maior eficácia na resolução de problemas empíricos, diminuindo os problemas conceituais e anômalos. No caso agrônomo do melhoramento na Rússia Soviética, a proposta de pesquisa que Vavílov fazia parte foi e é bem-sucedida (útil hoje em A e C), enquanto a de Lysenko foi e é ineficiente, assim, sem a devida eficácia na resolução de problemas, deixou um rastro de problemas anômalos e não resolvidos, que não permitiu gerar novas cultivares e êxito produtivo das lavouras. Já no caso de Liebig, o sucesso da agroquímica convencional vem sendo questionado em termos das resoluções de problemas empíricos que em outro momento foram resolvidos. O resgate da remineralização, usado na agroecologia e agricultura regenerativa, uma proposta de Julius Hensel (delimitada em seu livro *Pães de Pedra*, remonta à época de Liebig) vem sendo revisitada com sucesso. Essa observação não impede que no futuro neolamarckistas que hoje fazem ciência encontrem soluções na epigenética para aderir aos ideais de michurinista Lysenko – pois as ciências agrômicas por reticulação estão sempre em evolução.

Por mais que possam ocorrer questionamentos sobre as intersecções feitas até agora nesse capítulo, concernentes ao uso de conhecimentos advindos da genética e química, eles fazem parte das ciências agrômicas. Como a agronomia é formada por um conjunto de áreas/especialidades, como é o caso da de fitotecnia, que absorve os conhecimentos de genética mendeliana comprovados (exemplificado no caso Lysenko), enquanto a área de ciência dos solos absorve com tranquilidade o valor epistêmico das descobertas de Liebig e Hensel. Os conhecimentos exemplificados nos casos supramencionados são parte de teorias dentro das tradições A e C, que tendem a se harmonizar com suas axiologias e limitar os métodos. Nas épocas de Liebig, Hensel, Lysenko e Vavílov não havia as tradições de pesquisa A e C, pelo menos não nas formas consolidadas e nominadas que estão hoje. No momento histórico das personagens mencionados havia uma agricultura que se desenvolvia a partir da

revolução industrial e que ainda iria passar por outras revoluções verdes, que gerariam C, que seria contraposto na sequência por A.

Ao considerar a interpretação de Laudan para a agronomia, é perceptível o processo progressivo dela a partir da análise da eficácia em relação a resolução de problemas proposto por Laudan. Além disso, de que suas tradições (aqui adotadas) são comensuráveis. A racionalidade laudaniana permite vislumbrar que, de modo especial, metodologias (mas também teorias e axiologias), podem ser compartilhadas entre as tradições A e C.

Desde Liebig, Hensel, Lysenko e Vavílov, A e C se originaram, e reticularam muito. As tradições A e C usam adaptações das teorias de Liebig e Hensel, no manejo nutricional dos cultivos e na manutenção da saúde do solo. As tradições A e C fazem essas adaptações a ponto de não imporem metodologias distintas e tenderem a se harmonizar com suas axiologias. Observa-se que a maior diferença entre A e C é que A, em sua axiologia, é limitar os fertilizantes sintéticos ou que levam tratamento industrial, provenientes (em geral) de grandes corporações multinacionais, regimentadas na lógica tecnocientífica. Ao considerar essa axiologia em A, as teorias tendem a priorizar a busca pela eficácia na resolução de problemas, que concilie conceitos de adubação orgânica, uso intensivo de remineralizadores e compostagens.

Por fim, quando pensamos nas heranças teóricas do embate entre Lysenko e Vavílov, tanto A, quanto C adaptam teorias que Vavílov empregaria, mas configuram algumas metodologias diferentes, a partir de axiologias distintas. A tradição A, em suas metas e fins, impede o uso de transgênicos e algumas outras biotecnologias ligadas aos tecnossistemas capitalistas, o que limita e justifica apenas o uso do melhoramento genético convencional – de base mendeliana e também utilizado em C. Os métodos em A, nesse quesito do melhoramento vegetal, justificam as teorias que preconizam o uso de sementes crioulas, sementes salvas e variedades tradicionais. No entanto, a tradição C não tem as restrições axiológicas de A, o que amplia o uso de métodos, mas gera teorias que conflitam com A, no processo de reticulação, e podem promover um futuro deflacionar em C ou A, o que pode levar a um novo cenário entre A e C, ou cria uma nova tradição (como a R – de regenerativa). Dessa maneira,

corroborar-se a argumentação que precedia a exemplificação, caracterizando melhor o *modus operandi* do progresso nas tradições de pesquisa na agronomia.

## 5.6 As possibilidades alternativas de tradições na história recente da agronomia

Os modelos alternativos de se fazer agronomia ou agriculturas alternativas, são prototradições, tradições menos expressivas ou base para “empréstimos” (compartilhamentos) teóricos, metodológicos e axiológicos em A – tanto que A pode ser considerada uma depositária dos êxitos e eficácias observadas em outras tradições. As possibilidades alternativas de tradições surgiram no mundo, e no Brasil prepararam o caminho para a consolidação da agroecologia, seja não governamental ou institucional (Costa, 2017 p. 57-82). Dentre as opções alternativas ao modelo de agronomia pós-revolução verde (ou tradições verdes ou ascensão de C), ou de se tratar aqui como outras propostas possíveis em agriculturas, ou maneiras de se fazer e praticar a pesquisa agrônômica, opta-se de início por transcrever uma citação basilar de Assis (2005), em consonância com Costa (2017, p 57).

Movimentos contrários ao modelo agroquímico, baseado no grande aporte de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, que valorizavam o uso da matéria orgânica e de outras práticas culturais favoráveis aos processos biológicos surgiram a partir da década de 1920. Esses movimentos podem ser congregados da seguinte forma: 1) agricultura orgânica, cujos princípios foram fundamentados entre os anos de 1925 e 1930, pelo inglês Sir Albert Howard; 2) agricultura biodinâmica, iniciada em 1924 por Rudolf Steiner na Alemanha; 3) agricultura biológica, inspirada nas idéias do suíço Hans Peter Müller e mais tarde difundida na França por Claude Aubert; e 4) agricultura natural, originada no Japão a partir de 1935 a partir das ideias de Mokiti Okada e Masanobu Fukuoka; 5) agricultura alternativa, surgida no início da década de 1970, no bojo do movimento ambientalista que então começava a se fortalecer; 6) agricultura ecológica, iniciada no final dos anos 1970, introduzindo preocupações sócio-econômicas em sua elaboração; 7) permacultura, desenvolvida na Austrália por Bill Mollison, nas décadas de 1970 e 1980; 8) agricultura regenerativa, elaborada nos EUA por Robert Rodale, no início da década de 1980 (Assis, 2005, p. 13).



Ao pormenorizar alternativas à tradição convencional, que se congregam com a agroecologia nas condições de América Latina, recorre-se a autores como Assis (2005), Aquino e Assis (2005), Costa (2017), Andrade e Pasini (2022) e Lacey (2022), iniciando pela apresentação da agricultura biodinâmica ou modelo biodinâmico. A agricultura biodinâmica tem suas origens e desenvolvimento inicial na Alemanha, nas primeiras décadas do século XX, onde emerge como uma abordagem agrícola distintiva, enraizada em fundamentos que excedem a esfera meramente agrícola ou agrônômica. A alternativa biodinâmica foi proposta por Rudolf Steiner em 1924, cuja modalidade agrícola se coloca como uma opção para estabelecer um sistema denominado de 'holístico', que incorpora elementos de cunho espiritual, cósmico e ecológico em sua matriz conceitual distinta e alternativa da agricultura convencional ou derivada das revoluções verdes do século XX.

[...] a agricultura biodinâmica apresenta um forte foco filosófico e espiritual, trabalhando com as energias que criam e mantêm a vida, e com certos princípios que garantem solos e plantas saudáveis (ASSIS, 2005, p. 15). Procura equilíbrio e harmonia entre cinco elementos básicos: terra, plantas, animais, influências cósmicas e o homem (KOEPEL *et al.*, 1983 *apud* ASSIS, 2005, p. 15). Relaciona-se com as demais correntes de agricultura não industrial, no que diz respeito à diversificação e integração das diferentes atividades da unidade de produção, à reciclagem de resíduos vegetais e animais e ao uso de adubos de baixa solubilidade e com baixa concentração de nutrientes. Apresenta ainda, mais do que na agricultura orgânica, ênfase a ideia de que a unidade de produção agrícola funcione como um "organismo vivo", buscando a maior autonomia possível em relação à insumos externos (Assis, 2005, p. 15).

A axiologia que costuma nortear a agricultura biodinâmica está fundamentada, portanto, em uma espiritualidade cósmica, ou na antroposofia, uma filosofia espiritual concebida pelo próprio criador, Rudolf Steiner. Estes valores reconhecem a possível inter-relação entre o ser humano, a Terra e o cosmos, a fim de alinhar as práticas agrícolas com as forças cósmicas e naturais que permeiam o ambiente. Essa premissa leva a certo patamar místico e anticientífico para os críticos dessa alternativa.

Observa-se que um dos pilares metodológicos e distintivos da agricultura biodinâmica reside no emprego de preparados biodinâmicos, substâncias

naturais como compostos de ervas e minerais, submetidas a processos específicos de preparação destinados a potencializar as energias cósmicas e fortalecer a vitalidade do solo, assim, a axiologia justifica o método. Esses preparados indicam função crucial na promoção da saúde do solo e na indução de um ambiente propício ao florescimento das culturas, onde agora os métodos justificam as teorias. Outro aspecto elementar a se levar em consideração é a proposição do calendário biodinâmico, que incorpora elementos como fases lunares e posições planetárias, teorias essas que se harmonizam com a axiologia. Este calendário propõe e orienta a temporalidade das atividades agrícolas, ao refletir uma sintonia com as influências celestiais e os ritmos naturais do cosmos – as teorias limitam aqui os métodos.

A diversidade de culturas agrícolas e a prática de rotação de culturas são preceitos preconizados pela agricultura biodinâmica (teorias), visando não apenas a maximização da produção, mas a manutenção da saúde do solo e a prevenção de pragas e doenças através de um manejo equilibrado (teorias e axiologia harmonizada), e isso lhe aproxima muito de outras alternativas. Pode-se considerar mesmo que o enfoque biodinâmico extrapola o escopo agrônomo (pelo menos na visão da tradição convencional), ao estender-se para uma concepção de sustentabilidade integral que abarca dimensões econômicas, sociais e mesmo espirituais. A valorização da interconexão e interdependência entre todos os elementos do ecossistema agrícola busca uma conduta que ressoe com os princípios mais abrangente de uma ecologia e até mesmo do cosmo, que se harmoniza com suas teorias e limita/justifica os métodos. Um exemplo disso é a incorporação na axiologia de bases esotéricas, como o uso do zodíaco, e teorizar a aplicação de diferentes fases lunares e posições planetárias na influência do crescimento das plantas e o manejo do solo. Essas teorias são repudiadas em C e na atualidade não possuem destaque em A, o que permite inferir que a tradição A seleciona teorias e axiologia de outras alternativas suplantadas ou superadas na vigência, no seu processo de reticulação.

No panorama da literatura acadêmica sobre agricultura biodinâmica, destacam-se os marcos teóricos como *Agricultura Biodinâmica: Um Curso Introductório* de Rudolf Steiner e *A Agricultura Biodinâmica: Princípios e Práticas*

de Wolf D. Storl. Além disso, pesquisas científicas têm contribuído para a compreensão e validação dessa abordagem agrícola, como estudos que investigam a biodiversidade em fazendas biodinâmicas e revisões sistemáticas sobre aspectos nutricionais de culturas cultivadas por métodos biodinâmicos em comparação com métodos convencionais (C) – o que lhe aproxima de métodos também usados em A e C. Contudo, é imperativo reconhecer que, apesar dos avanços e da crescente aceitação em círculos agrícolas alternativos (e dentro da agroecologia - A), a agricultura biodinâmica não está isenta de desafios e críticas (como outras alternativas e a própria tradição C). A eficácia dos preparados biodinâmicos e a aplicabilidade prática do calendário cósmico na agricultura contemporânea têm sido objeto de escrutínio e debate, pois reflete uma complexidade que ultrapassa (em muito) suas dimensões técnicas da agronomia convencional para adentrar ao domínio das percepções transcendentais e espirituais, em que métodos usais em A e C não conseguem justificar.

A agricultura biológica é a próxima candidata a alternativa à tradição C e sincretizada com a tradição A. A nomenclatura "agricultura biológica" é proveniente do termo francês *agriculture biologique* e tem seu uso iniciado no contexto da França em inícios do século XX. Este conceito tende a ser confundido com agricultura orgânica ou agricultura ecológica, mas como estas, pressupõe um sistema de produção agrícola voltado para a adoção de teorias alternativas à tradição C, com vistas a ser mais sustentáveis, na procura de confluência harmônica com os ciclos naturais, fomentando a vida do solo, preservando a biodiversidade e minimizando a dependência de insumos sintéticos, tais como fertilizantes e pesticidas – essa é a sua evidente axiologia.

Essa corrente de agricultura não industrial, apesar de considerar importante a associação entre as explorações vegetal e animal, não a considera indispensável, recomendando o uso diversificado de fontes de matéria orgânica, sejam estas oriundas do campo ou das cidades, contrapondo-se assim à noção de autonomia completa da unidade de produção agrícola. A autonomia deve, neste caso, ser buscada no âmbito mais regional, devendo para isto buscar uma integração entre as diferentes unidades de produção, no que se refere ao conjunto de atividades socioeconômicas regionais. Foi na França que a agricultura organo-biológica mais se desenvolveu, passando a ser denominada como agricultura biológica. Este desenvolvimento muito se deveu ao agrônomo Claude Aubert, que enfatizava a importância da manutenção da saúde dos solos para a manutenção da saúde das plantas e, assim, dos alimentos [...] (Assis, 2005, p. 16) O trabalho de Claude Aubert foi, em grande medida, influenciado pelas ideias do biólogo francês Francis Chaboussou (Assis, 2005, p. 16-17) em sua teoria da trofobiose em que este, partindo da preocupação com a proteção das culturas do ataque de fitoparasitas, voltou-se mais para a planta doente do que para o agente causal direto da doença. Nessa abordagem a nutrição vegetal equilibrada, tendo como base um solo vivo, é a forma de se obter resistência às fitomoléstias (CHaboussou, 1987 *apud* Assis, 2005, p. 17).

No território francês, a agricultura biológica tomou raízes firmes na década de 1960, o que sinalizou um momento crucial de resposta a apreensões prementes quanto aos impactos adversos da agricultura convencional (C) sobre o meio ambiente e na sociedade, com ênfase na biologia do solo e na saúde humana. Nesse ínterim, a França assumiu papel de precursora ao formalizar regulamentações para a certificação orgânica já na década de 1980, estabelecendo normas para a produção e a rotulagem de produtos orgânicos ou não produzidos mediante aplicações das teorias da tradição C – aqui se relacionam método e axiologia, pois no processo competitivo de tradições, A, associado aqui à agricultura biológica e orgânica, criam-se teorias que harmonizadas com sua axiologia, colocam métodos à disposição (são desenvolvidas metodologias que permitem a rotulagem).

Os princípios fundantes da agricultura biológica vão além da produção alimentar, permeando teorias que enaltecem práticas agrícolas em conformidade com os ritmos naturais e aumento na vida do solo (sendo marcante a atenção com o incremento da matéria orgânica) – axiologia em coerência com teorias. Entre essas teses destacam-se a promoção da rotação de culturas, a abstenção

do uso de organismos geneticamente modificados (OGMs) e a limitação drástica da aplicação de produtos químicos sintéticos, o que em certa medida lhe coloca em similaridade com outras alternativas – de novo conexão entre axiologia e teorias. Essa abordagem ampla almeja não apenas a oferta de alimentos saudáveis, mas também a concretização de ecossistemas agrícolas mais sustentáveis, zelando pela qualidade do solo e por sistemas resilientes a longo prazo, já que é muito focada na responsabilidade ambiental – axiologia que limita os métodos.

A agricultura natural é outra corrente, com pequenas distinções, e que correu em paralelo à agricultura biológica, ao ter uma origem próxima (de forma temporal), mas com apelo mais místico. A agricultura natural também é distinta das anteriores em relação ao seu epicentro na Ásia, pois suas origens remontam ao Japão, mas personifica (ao seu estilo) como as anteriores uma atitude agrícola fundamentada em preceitos de simplicidade, sincronia também com as forças naturais e especial favor aos ciclos intrínsecos da biologia do solo - axiologia. Este método foi desenvolvido de forma científica por Masanobu Fukuoka, e denominado também em seus primórdios de agricultura selvagem ou método Fukuoka, e distingue-se por sua ênfase no minimalismo operacional (como o plantio direto) e pela recusa de práticas agrícolas convencionais, notadamente a abstenção do uso de adubos químicos e pesticidas (como quase todas as alternativas a C) – axiologia limitando e justificando os métodos. Outra clara distinção é seu vínculo mais religioso, com premissas lançadas pelo seu guru espiritual, Mokiti Okada.

Assim como a agricultura biodinâmica, esta corrente de agricultura não industrial, também tem forte cunho filosófico, tendo suas bases sido estabelecidas como um dos alicerces de uma religião (Igreja Messiânica), pelo filósofo japonês Mokiti Okada. Nesse caso, o princípio fundamental é que as atividades agrícolas devem ser o menos impactante possíveis ao meio ambiente. Motivado pelo princípio da purificação e pelo respeito à natureza, e a partir da observação dos problemas enfrentados em algumas áreas agrícolas japonesas, Okada iniciou, por volta de 1930, experimentos de campo [...] (Assis, 2005, p. 18).

A teoria de maior ênfase nessa alternativa a C é a de não perturbação do solo, refletido na ausência da aração e revolvimento do solo, ao preservar assim

sua estrutura e a riqueza biológica, química e física inerente – liga axiologia à teoria. Os refinamentos científicos vieram por Fukuoka, que preconizou a estrita manutenção de uma cobertura vegetal constante sobre o solo, ao advogar pelo uso de plantas de cobertura e resíduos orgânicos como meio de salvaguardar o solo contra a erosão, suprimir o desenvolvimento de plantas daninhas e fomentar a fertilidade edáfica. Nesse quesito, a rotação de culturas na agricultura natural se desdobra em uma articulação intrincada, onde diversas espécies coexistem e se sucedem de maneira orquestrada, engendrando assim um cenário que propicia a biodiversidade e atenua a propagação de pragas e doenças – teorizações que limitam os métodos. Em confrontação a C, a postura de Fukuoka é caracterizada pela total renúncia ao emprego de insumos químicos, configurando-se na rejeição radical de adubos e pesticidas (F), com a convicção de que o ecossistema agrícola possui a capacidade de autorregulação (T), prescindindo, assim, de intervenções externas – teorias e axiologia em reticulação. Portanto, as ideias de

[...] Okada foram reforçadas pelo trabalho do pesquisador, também japonês, Masanobu Fukuoka, que praticamente na mesma época, mas de forma independente, chegou a conclusões semelhantes, defendendo a ideia de artificializar o menos possível o sistema de produção agrícola, mantendo este o mais parecido possível com o sistema natural anterior (Assis, 2005, p. 17). Neste sentido, Fukuoka (1995 *apud* Assis, 2005, p. 18) estabeleceu os quatro princípios da agricultura natural, que, de acordo com ele, aproximam esta do ponto do “fazer nada”. Estes princípios são: 1) não revolver o solo; 2) não utilizar fertilizantes; 3) não capinar; 4) não utilizar agrotóxicos. A busca, neste caso, é do máximo aproveitamento dos processos que já ocorrem espontaneamente na natureza, com o menor gasto possível de energia. Apesar de defenderem idéias com base teórica bem semelhantes, verifica-se uma diferença no encaminhamento prático da agricultura natural, por parte dos sistemas produção idealizados por Okada e Fukuoka. Esta refere-se ao manejo da matéria orgânica do solo, via preparação de composto orgânico, que é tida como importante somente pelos seguidores de Okada. Neste caso, porém, diferentemente das correntes de agricultura não industrial anteriormente apresentadas, restringe o uso de matéria orgânica de origem animal. Com isto recorrem a técnicas desenvolvidas para a compostagem de vegetais [...] (Assis, 2005, p. 18).

Em uma obra intitulada "A Revolução de Uma Palha" (além de outra: "A Senda Natural do Cultivo"), ambas de Fukuoka, surge a compreensão detalhada

dos fundamentos teóricos (T) e das aplicações práticas da agricultura natural. Nestes textos o autor não apenas delinea os princípios basilares (F) e teorias de sua alternativa agrônômica (T), mas também compartilha suas experiências pessoais como agricultor (M), conferindo uma perspectiva prática e reflexiva (F). A influência da agricultura natural foi além dos limites do cenário agrícola japonês, ao reverberar em movimentos mais abrangentes relacionados à agricultura sustentável, com seu firme estabelecimento no Brasil a partir da década de 1980 (Costa, 2017, p. 72), e compondo a agroecologia (A) em muitas premissas (teorias e axiologias).

Já a permacultura é uma possível alternativa de tradição (a C), que se confunde muito com os sistemas agrossilviopastoral, utilizados na tradição A e hoje amplamente utilizada também na tradição convencional (assim, pressuposto teórico tanto em A como em C). A permacultura, uma nomenclatura derivada da combinação de "agricultura permanente" ou "cultura permanente", constitui um tratamento abrangente para o *design* de sistemas sustentáveis, concebida e desenvolvida na Austrália nas décadas de 1970 e 1980 por alguns pensadores como Bill Mollison (maior protagonista) e David Holmgren.

É um sistema de agricultura não industrial que foi desenvolvido na Austrália por Bill Mollison, nas décadas de 1970 e 1980, a partir dos pressupostos da agricultura natural definidos por Fukuoka. Busca estabelecer um sistema evolutivo, perene ou autoperpetuante, integrado de espécies vegetais e animais úteis ao ser humano. Neste caso o princípio fundamental está no estabelecimento de um sistema de manejo permanente que possibilite a manutenção constante de restos vegetais sobre o solo. Nesse sentido, ênfase especial é dada ao cultivo alternado de gramíneas e leguminosas com a finalidade de produção de palhada. A partir de uma visão holística da agricultura, procura integrar a unidade de produção agrícola e o ecossistema, com um modelo de sucessão de cultivos, procurando aliar maximização da produção e conservação dos recursos naturais. Não tem a mesma repercussão de outras correntes de agricultura não industrial, sendo mais adequada às condições das regiões tropicais e subtropicais (Assis, 2005, p. 20).

Esta alternativa de modelo, também como outras alternativas à tradição C, tenta ir além dos conceitos estritos ao agrícola, ao incorporar princípios éticos e de planejamento que se estendem a diversas dimensões da vida humana, desde a produção de alimentos até a organização social e a gestão de recursos

naturais (F). Os princípios éticos fundamentais da permacultura, como propostos por Mollison e Holmgren, englobam o "Cuidado com a Terra", com ênfase na responsabilidade e preservação dos ecossistemas; o "Cuidado com as Pessoas", que promove a equidade e a construção de comunidades sustentáveis; e há também a "Partilha Justa", que advoga pelo compartilhamento equitativo de recursos e benefícios gerados pelos sistemas permaculturais, o que caracteriza as diversas facetas dessa proposta – até aqui, axiologias.

A maximização da eficiência do sistema produtivo na captura e armazenamento de energia, sejam provenientes da energia solar, hídrica ou de outros recursos naturais, constitui uma premissa fundamental (T), porque o princípio da obtenção de rendimento visa extrair múltiplos benefícios de cada elemento do sistema (F), promovendo uma eficiência multifuncional – axiologia harmonizada com as teorias. Logo, a integração, em detrimento do isolamento, é também preconizada (F), ao visar criar relações sinérgicas entre os elementos do sistema para fortalecer a estabilidade e a resiliência (M) – métodos que justificam teorias. Na literatura sobre permacultura destacam-se obras como *Permaculture: A Designer's Manual* de Bill Mollison, uma obra referencial que detalha os princípios e práticas permaculturais, assim como *Introduction to Permaculture* de Bill Mollison e Reny Mia Slay, que fornece uma introdução acessível e didática ao campo.

A agricultura orgânica teve sua origem e relevância inicial no contexto anglo-saxã, e configura-se como uma postura agrícola distinta, fundamentada em princípios de sustentabilidade ecológica (F), que evoluiu como resposta crítica às práticas convencionais de produção alimentar. No entanto, é focada na busca de produção em maiores escalas e não desconsidera a possibilidade de monocultivos (F), sendo quase um intermediário entre as tradições agroecológica e convencional – “axiologia de transição” entre A e C fica nítida. Porém, está vinculada intimamente a outras alternativas, comparadas ou em rivalidade epistêmica da tradição C, e faz parte do bojo da agroecologia, pois desconsidera em sua axiologia o uso de fertilizantes sintéticos, agrotóxicos e transgênicos (elementos comungados em outras alternativas à tradição convencional).



Sua origem reporta a Sir Albert Howard, agrônomo inglês que, trabalhando na Índia, no período de 1899 a 1940 (Jesus, 1985 *apud* Assis, 2005, p. 13), teve contato com uma forma de agricultura que, ao contrário do que lhe havia sido ensinado na Inglaterra, estava baseada na manutenção de níveis elevados de matéria orgânica no solo (Assis, 2005, p. 13). [...] Howard (1947 *apud* Assis, 2005, p. 14) fez diversas críticas ao modelo de agricultura industrial, ressaltando que a conservação da fertilidade do solo é a primeira condição para se ter um sistema de agricultura sustentável. Para ele, todas as fases do ciclo da vida, com igual importância, possuíam uma íntima relação entre si, concluindo que se deveria estudar a fertilidade do solo em relação ao sistema de produção como um todo, considerando-se não só resultados quantitativos, mas, principalmente, qualitativos. [...] a agricultura orgânica caracteriza-se pela diversificação e integração da produção interna, sendo o termo orgânico originário da ideia de que a unidade de produção funcione como um 'organismo vivo', significando que todas as atividades da fazenda (olericultura, fruticultura, criações etc.) seriam partes de um corpo dinâmico, interagindo entre si (Assis, 2005, p. 13).

Portanto, este modelo de agricultura (como outros) é consolidado ao longo do século XX, com as “primeiras iniciativas concretas” no Brasil ocorrendo na década de 1970 (Costa, 2017, p. 70). No núcleo dessa perspectiva alternativa, destaca-se a proibição inequívoca do emprego de insumos sintéticos, estabelecendo um divisor de águas entre a agricultura orgânica (F) e seus equivalentes convencionais. Esta proibição, central para a identidade da agricultura orgânica, incide sobre a totalidade do ciclo produtivo, desde a fertilização até o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, sublinhando um compromisso com a minimização do impacto ambiental e atendimento ao consumidor com produtos de qualidade – o que harmoniza axiologia com teorias.

[...] com o aumento da demanda dos consumidores por alimentos que não ofereçam riscos a sua saúde, tem se verificado, em grande medida, uma ruptura entre o produto em si e a forma como este é produzido. Isto tem determinado que o termo agricultura orgânica, enquanto mais difundido, esteja sendo reconhecido como sinônimo das demais correntes de agricultura não industrial. Essa (re)interpretação do que seja agricultura orgânica, com foco prioritário no chamado “mercado de produtos orgânicos”, tem favorecido o estabelecimento de sistemas de produção tidos como orgânicos, baseados em tecnologias de produtos (Assis, 2005, p. 13).

A promoção da certificação orgânica e as instituições reguladoras, intrínsecas ao universo da agricultura orgânica, assume posição de relevo na garantia da conformidade dos produtos com os padrões estabelecidos e na maioria das circunstâncias, previstas nas legislações nacionais (reticulação T e M). Esta certificação, conduzida por entidades especializadas, confere a dimensão de transparência e confiabilidade aos consumidores, ao respaldar a autenticidade dos produtos cultivados sob a tutela da agricultura orgânica, mas posta-se como uma certificação que em países como o Brasil se estende a outras formas de agricultura alternativa. No Brasil, a criação de associações e a certificação foram cruciais na constituição e consolidação do mercado de orgânicos, e contribuiu na ampliação dos cultivos (Costa, 2017, p. 77- 80). Ou seja, produtos produzidos pela agroecologia como um todo tendem a objetivar e possuir uma certificação como produto orgânico, em termos legais e comerciais – demonstra a possível reticulação entre métodos e axiologia.

Na literatura pertinente sobre o tema estão obras importantes que contribuíram para a formação e consolidação dessa corrente agrícola como o *The Soil and Health* (O Solo e a Saúde), de Sir Albert Howard, que apresenta uma exposição minuciosa dos princípios basilares da agricultura orgânica, com um enfoque particular na interconexão inextricável entre a saúde do solo e a saúde humana. Em sintonia, encontram-se obras como *Silent Spring* (Primavera silenciosa), de Rachel Carson, embora não dedicado à agricultura orgânica, catalisou uma conscientização ambiental crucial, ao abordar os impactos adversos dos pesticidas (organoclorados) e contribuiu para a fundamentação ética dessa prática agrícola (F-T). No entanto, observa-se que as publicações internacionais sobre o tema vinculado à tradição alternativa a C, tendem a adotar a terminologia de orgânico, logo, sendo o termo o mais empregado. A adoção da terminologia não significa que a produção científica esteja estrita aos conceitos do orgânico, mas pode abranger mais alternativas. O termo agroecologia e seu uso recorrente (inclusive nesta tese), é majoritário no uso acadêmico no Brasil e na América Latina, com a tendência de englobar outras alternativas descritas aqui, por conseguinte.

Não obstante, o crescente reconhecimento e implementação, a agricultura orgânica enfrenta desafios, que incluem a gestão eficaz de pragas, doenças e

em especial plantas daninhas, sem a dependência de pesticidas sintéticos, bem como a necessidade de assegurar rendimentos competitivos frente aos métodos convencionais – o que força a reticulação nessa alternativa e em outras, quando confrontadas a C. Estas considerações demandam atitudes estratégicas e inovações contínuas para garantir a viabilidade e resiliência dessa prática agrícola em diferentes contextos climáticos e geográficos. Nota-se que recentes desenvolvimentos contemporâneos têm observado a integração de tecnologias modernas, como a agricultura de precisão e a agricultura digital, na agricultura orgânica. Este casamento entre conceitos mais conservadores na alternativa orgânica e inovação responde às complexidades e demandas do cenário agrícola atual, ao conferir uma dinâmica evolutiva no modelo orgânico – por reticulação. Observa-se que o questionamento recorrente nas “bolhas informacionais” é que a agricultura orgânica, como alternativa a uma agricultura convencional (C), não seria viável, em função das dificuldades de atender a demanda mundial de alimentos. No entanto, alguns trabalhos científicos, como os de Badgley *et al.* (2007), Makowski *et al.* (2014) e Durham e Mizik (2021), evidenciam que cultivos denominados orgânicos podem atender a demanda mundial de alimentos. Nesse sentido, as teorias dentro do orgânico são mais válidas para viabilizar a tradição A na competição com C, dentro de um naturalismo normativo laudiano.

A agricultura sintrópica, concebida e difundida pelo agrônomo suíço-brasileiro Ernst Götsch, configura-se como uma abordagem alternativa, e mesmo considerada agroecológica, que se posta como ousada, que sobrepuja as convencionalidades das teorias agrícolas contemporânea, que se aproxima (em partes) da permacultura. Sob o alicerce dos princípios agroecológicos e inspirada pela dinâmica regenerativa dos ecossistemas florestais (F), esta metodologia visa a regeneração do solo (M), a diversificação de culturas e a instauração de sistemas agrícolas sustentáveis – reticula axiologia e métodos.

Do ponto de vista mais teórico, associar o modelo sintrópico com estratégias agroflorestais foi ponto de ampla discussão e nunca agradou o criador, Ernst Götsch. Para Götsch, a concepção de agrofloresta é insatisfatória, pois

[...] ela não representa o que havia de mais fundamental em sua proposta de agricultura: a observação e a reprodução das dinâmicas dos ambientes naturais. Dinâmicas, aliás, de todos os ambientes naturais e não apenas dos florestais. Ou seja, onde há vida há essa pulsão por trás da qual, em seu entendimento, está a sintropia. O conceito de sintropia já estava presente nos escritos de Ernest desde a década de 1990. Mas foi a partir de 2013 que ele definitivamente adotou Agricultura Sintrópica como a nomenclatura com a qual se sentia mais confortável (Andrade; Pasini, 2022).

A sintropia está alicerçada na compreensão, com profundidade, da sucessão ecológica. Em vista disso, a agricultura sintrópica replica, de forma meticulosa, os padrões de regeneração natural observados em ecossistemas florestais (M-T). A implementação dessa abordagem ressalta a integração estratégica de árvores frutíferas e perenes com culturas anuais, o que fomenta uma simbiose que propicia benefícios mútuos, tais como sombreamento, aporte de nutrientes e a criação de microclimas propícios ao florescimento das plantas – T e F se conectam. Um elemento característico da agricultura sintrópica é a manutenção constante de cobertura do solo, uma proposta essencial que visa salvaguardar o solo contra processos erosivos, reter a umidade e fornecer material orgânico em decomposição para enriquecimento do solo (uma premissa do plantio direto) - T. Além disso, a rotação e a diversificação de culturas emergem como preceitos fundamentais, que configuram uma sinergia que não apenas promove a resistência a pragas e doenças, mas também otimiza a utilização eficaz dos recursos disponíveis – reticulação entre teorias e axiologia.

A implementação prática da agricultura sintrópica se materializa por meio da criação de canteiros elevados, conhecidos como "canteiros de bananeiras". Estes canteiros são desenhados de forma a reproduzir a estrutura vertical de uma floresta, ao incorporar diferentes estratos de plantas para maximizar a eficiência ecológica e otimizar os processos biofísicos. Observa-se que do ponto de vista da sustentabilidade, a agricultura sintrópica apresenta diversas contribuições, como a regeneração do solo, mediante práticas como a adição de matéria orgânica e a promoção da microbiota benéfica – M e F em reticulação. A diversificação de culturas e a criação de sistemas agroflorestais também contribuem para a promoção da biodiversidade, ao mitigar a vulnerabilidade dos

sistemas agrícolas, a perturbações ambientais e impulsiona a resiliência frente às flutuações climáticas – fins e metas conciliadas com as teorias e ontologias.

### **5.7 Perspectivas de tradições de pesquisa da agronomia**

Uma nova agronomia pode ser necessária para uma nova agricultura (e é), ajustada para uma nova sociedade global. Nesse sentido, não apenas alternativas a tradição convencional, mas a constituição possível de nova tradição é imperativa nesse interim. O surgir de uma nova tradição pode emanar da comensurabilidade entre as tradições A e C atuais. Essa fusão, amálgama, ou ainda, gênese de uma nova tradição a partir de A e C, pode ser factível na perspectiva laudiana de ciência. Observam-se possibilidades existentes hoje, e talvez a que mais se aproximaria seria a “agricultura regenerativa”, ou talvez, futuramente, a “tradição regenerativa” (R). Uma tradição R se consolidaria após intensa reticulação de A e C, ao qual levaria um significativo número de pesquisadores a se congregarem em R e criarem axiologias, metodologias e teorias próprias, mesmo que ao compartilhar compromissos com A e C.

A agricultura regenerativa, como possibilidade alternativa de tradição (R) contemporânea na esfera agrícola, se revela como uma via evolutiva e é caracterizada por um compromisso imperioso com a restauração e regeneração dos ecossistemas agrícolas ou agroecossistemas. No cerne dessa prática, encontra-se a priorização da saúde do solo, no aprimorar da biodiversidade e no estabelecer de sistemas agrícolas com sustentabilidade, e visa-se, antes, a regeneração ativa e constante dos recursos naturais (marcas de sua axiologia). O surgir da agricultura regenerativa ainda é controverso e seus conceitos difusos em um processo de consolidação como possível tradição – no Quadro 4, é delineado um histórico fundamentado da R.

**Quadro 4** – Histórico da agricultura regenerativa – Mundo e Brasil – relacionando A e C.

Período	Fato histórico
1930-1940	Nos Estados Unidos, Albert Howard desenvolveu ideias precursoras sobre a agricultura orgânica e sustentável, enfatizando a importância da saúde do solo, que influenciaram a agricultura regenerativa.
1947	J. I. Rodale funda a <i>Soil and Health Foundation</i> atual Instituto Rodale – pressupostos da agricultura regenerativa são lançados.
1948	J. I. Rodale publica o livro <i>Pay Dirt</i> , sobre as ligações entre a agricultura química e o declínio da saúde pública
Décadas de 1970 e 1980	No Brasil, movimentos de agricultura orgânica e agroecologia começam a se desenvolver, influenciados por ideias internacionais e por agricultores locais preocupados com os impactos negativos do modelo de agricultura da época.
1983	Robert Rodale, filho de J. I. Rodale, é reconhecido por cunhar o termo "agricultura regenerativa".
Década de 1980	O termo "agricultura regenerativa" começa a ser usado por agricultores e pesquisadores que buscam sistemas agrícolas que não apenas sustentem, mas também regenerem os recursos naturais.
Década de 1990	O interesse por práticas agrícolas mais sustentáveis cresce no Brasil, impulsionado por eventos como a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) e pela crescente conscientização sobre a importância da conservação ambiental.
2000 - ...	A agricultura regenerativa começa a ganhar mais visibilidade no Brasil, com a disseminação de experiências bem-sucedidas em diversas regiões do país e o apoio de organizações governamentais e não governamentais.
2002	Storm Cunningham documentou o início do que ele denominou de "agricultura restaurativa" em seu primeiro livro, <i>The Restoration Economy</i> . Cunningham definiu a agricultura restaurativa como uma técnica que reconstrói a quantidade e a qualidade do solo superficial, ao mesmo tempo que restaura a biodiversidade local (especialmente polinizadores nativos) e a função da bacia hidrográfica.
Atualidade	A agricultura regenerativa no Brasil continua a crescer, com um número crescente de agricultores adotando práticas sustentáveis e regenerativas, e com o reconhecimento cada vez maior da importância dessas práticas para a segurança alimentar, a saúde do solo e a conservação ambiental.

Fonte: CropLife Brasil (2024); Cunningham (2002); Machado e Rhoden (2022); Newton *et al.* (2020); Rodale Institute (2024).

O termo e práticas, portanto (com base no Quadro 3), têm sua origem mais provável nos Estados Unidos da América (EUA) e hoje estão em particular espalhados pelo Brasil e América Latina como um todo.

Este termo foi cunhado nos EUA por Robert Rodale, no início da década de 1980, ao estudar os processos de regeneração dos sistemas agrícolas ao longo do tempo, sendo um termo ligado à possibilidade de produzir recuperando os solos. De acordo com (Ehlers, 1996 *apud* Assis, 2005, p. 20), esta proposta visa a regeneração e a manutenção não apenas das culturas, mas de todo o sistema de produção alimentar, incluindo as comunidades rurais e os consumidores (Assis, 2005, p. 20).

Conceitos e estratégias ligadas à cobertura contínua do solo, a rotação de culturas, a minimização do uso de agroquímicos e a incorporação de culturas perenes visam, de maneira concertada, a restauração da estrutura e fertilidade do solo, ou da qualidade e saúde do solo. Em um contexto de diversificação de culturas, destaca-se a rotação e integração de diferentes espécies vegetais, na promoção não apenas no combate a pragas, doenças e plantas daninhas, mas também na otimização eficiente da utilização de recursos naturais disponíveis (valores e teorias conectadas no processo reticular).

Apesar de não ter uma conceituação definitiva e consensual, é possível identificar algumas das técnicas que seus praticantes e comunicadores costumam promover. Essas seriam: plantio direto, culturas de cobertura, aumento da biodiversidade dos plantios e das pastagens, e a integração de animais e culturas. Apesar de essas práticas não poderem ser consideradas nem inéditas nem exclusivas, alguns proponentes defendem que os limites da agricultura regenerativa transcendem um conjunto de técnicas e incorporam uma nova concepção mais holística do ambiente agrícola. [...] Há, por exemplo, quem já sinta a necessidade de denominar seu plantio de “regenerativo orgânico”, uma vez que ser regenerativo não é garantia de ser livre de agroquímicos – basta lembrar que as técnicas de plantio direto muitas vezes requerem o uso de herbicidas. [...] Temos conhecimento de projetos que se autodenominam “regenerativos sintrópicos. Não há nisto contradição de termos porque os objetivos que as duas vertentes pretendem alcançar são semelhantes (Andrade; Pasini, 2022, p. 229-230).

No recorte acima, de Andrade e Pasini, é possível identificar caracteres da agricultura regenerativa que podem colocá-la como uma alternativa de meio-termo entre as tradições C e A, ou mesmo, como fruto de uma síntese entre tradições de pesquisa (como já indicado). O uso de conceitos e práticas validadas em demais alternativas (com relação à tradição C) e sincretizadas na tradição A, além de não desconsiderar o uso racional de pesticidas, transgênicos

e adubos sintéticos de C, a colocam em uma posição intermediária entre A e C (teorias que limitam os métodos). A adoção da integração de sistemas, viabilizado tanto em A quanto em C, é também um componente crucial da agricultura regenerativa, através, por exemplo, de práticas de pecuária rotativa ou da integração em sistemas agroflorestais. Esta interação entre elementos vegetais e animais propicia ciclos de nutrientes mais abrangentes, ao contribuir para a regeneração de agroecossistemas (teorias, fins e metas se reticulam).

A adoção prática de teorias que minimizam o distúrbio do solo, como o plantio direto (ativo tanto em A quanto em C), emerge como uma premissa obrigatória, e grande exemplar de reticulação em C que pode gerar uma síntese ou nova tradição. Pois, evitar as perturbações excessivas preserva a estrutura do solo, que mitiga a erosão e conserva a microbiologia benéfica, elementos essenciais para a sustentabilidade a longo prazo e regeneração, portanto, dos sistemas produtivos. Os benefícios ecológicos inerentes à agricultura regenerativa são, desse modo, notáveis, como pode ser indicado pela regeneração de solos degradados e erodidos, na promoção de maior capacidade de retenção de água, redução da erosão e contribuição para o sequestro de carbono, o que pode auxiliar na atenuação dos efeitos das mudanças climáticas. A diversificação de culturas e a integração de animais favorecem a restauração da biodiversidade, que culmina na criação de sistemas agrícolas mais equilibrados e adaptáveis às variabilidades ambientais, diante das atipicidades meteorológicas. No entanto, não obstante, os benefícios mencionados, a mudança para uma agricultura regenerativa (ou tradição R) não é isenta de dilemas e problemas de fato, que incluem a adaptação de sistemas em A e C, para R. Porém, os defensores dessa possível tradição argumentam que os benefícios a longo prazo superam os desafios iniciais, o que constitui um investimento tangível na saúde do solo, biodiversidade e meio ambiente, ao posicionar a agricultura regenerativa como uma alternativa viável na busca por sistemas agrícolas mais sustentáveis e adaptados aos problemas e demandas alimentares do século XXI.



## 5.8 Conclusões

O capítulo 5 trouxe uma exposição que permitiu vislumbres aplicados dentro da tese gradualista histórica, com imperativos hipotéticos e reticulação, no estabelecer de um naturalismo normativo laudariano. Foi realizada uma interpelação entre possibilidades alternativas à tradição convencional, que são sincretizadas na agroecologia, além de indicar a perspectiva de uma nova tradição em ascendência.

Considera-se que a interpretação de Laudan é pouco conhecida na agronomia, no entanto, ela possui algumas virtudes que permitem compreender elementos epistemológicos dentro da história das tradições de pesquisa nas ciências agrônomicas. Por conseguinte, vantagens como o entender a agronomia em uma evolução reticular triádica (axiologia, metodologia e teorias), permite assumir as ciências agrônomicas como uma atividade racional, não marcada por revoluções e incomensurabilidade, mas assinalada por um progresso constante, natural e gradual de tradições que compartilham compromissos no processo de reticulação, na busca do equilíbrio epistêmico. O diálogo com outros autores continua importante, em especial para futuros estudos, no entanto, a partir daqui o foco continuará nas implicações e aplicações da filosofia laudarianiana para a agronomia, com atenção à sua proposta de tradições e ao modelo reticular, na concepção de que a ciência progride pela solução de problemas.

O próximo capítulo tem por finalidade caracterizar e discutir o progresso laudariano das tradições na agronomia, ao trazer estudos de caso reais dentro de tradições de pesquisa concorrentes. Portanto, será trabalhada a hipótese afirmativa de que os estudos de caso podem exemplificar de modo histórico a aplicação da proposta de tradições e o modelo explicativo da ciência em Laudan para a agronomia.

## 6 ESTUDOS EM PESQUISA AGRONÔMICA

Essa seção aborda sobre estudos em tradições de pesquisas científicas realizados no campo da agronomia. O recorte temático será voltado ao sistema plantio direto e a especialidade da matologia.

### 6.1 Sistema plantio direto e manejo do solo: tradições, reticulação e progresso

Como prelúdio à discussão filosófica que segue, justifica-se a escolha desse estudo, sistema plantio direto e manejo do solo, pois é tema transversal dentro da agronomia, “atravessando” várias áreas ou ciências dentro da agronomia, ou seja, é uma questão (ou tópico teórico e empírico) que pode ser aplicado a diversas disciplinas. Citam-se as seguintes disciplinas dentro da agronomia em que a discussão em torno do sistema plantio direto e manejo do solo é evidente: ciência dos solos (manejo do solo); fitossanidade (matologia, fitopatologia e pragas agrícolas); fitotecnia (agricultura, horticultura e silvicultura).

Além das considerações supramencionadas, o assunto plantio direto é conceitual e também no aspecto empírico uma prática antiga, sólida e que permeia as tradições de pesquisa atual na agronomia. O plantio direto pode ser considerado um modelo agrícola dentro da agronomia, um modelo que comporta teorias, metodologias e axiologias construídas e em reticulação, tanto em A quanto em C – não sendo, portanto, uma teoria agronômica, mas um modelo agrícola. É um perfeito modelo de estudo para provar e aplicar a plausibilidade do uso da filosofia de Laudan para as ciências agronômicas.

O “sistema plantio direto”, como denominado nas condições tropicais, em especial nas condições produtivas brasileiras, é uma opção de sistema de cultivo e manejo do solo sem revolvimento, tida como inovadora, sustentável e viabilizadora de empreendimentos rurais. O plantio direto é ajustável às condições tropicais e subtropicais, que prioriza o mínimo revolvimento do solo (mantendo a cobertura do solo com palha ou vegetal vivo), não considera a queimada como premissa, sem alqueive (sem pousio), indicando a constante

rotação de culturas (alternar as espécies cultivadas temporal e espacialmente) no processo de ocupação do ambiente produtivo e valoriza os atributos do solo como um todo (químico, físico e biológico), o que é corroborado por Albrecht *et al.* (2018) e Sá, Briedis e Ferreira (2022, p. 13-52). No entanto, a despeito de aspectos contrários, suas bases não estão na contemporaneidade e não é exclusividade de uma tradição de pesquisa.

O sistema plantio direto, no conjunto de prática para o assertivo manejo do solo e instalação da cultura, na produção agropecuária, é comungado tanto pela tradição A como C. Os benefícios e a importância do plantio direto são tidas como um “fato científico” dentro da agronomia, e são valorizadas de forma conceitual pela grande maioria dos pesquisadores. Segue citação corroborativa:

A aração e a gradagem são etapas típicas do preparo de uma área, que consistem em cortar e revirar o solo com o objetivo principal de arejar e afofar a terra. Porém, os prejuízos para o solo associados a essa prática são muitos: erosão, perda de matéria orgânica, compactação de camadas mais profundas (pé de grade), morte da micro e mesofauna, degradação dos agregados etc. O plantio direto é uma técnica de cultivo que procura evitar esses impactos por meio da supressão da etapa da preparação da área de cultivo. Dessa forma, é feita uma semeadura diretamente em sulcos sobre os restos vegetais da cultura anterior. Os benefícios seriam, primordialmente, a diminuição dos efeitos da erosão, o aumento da capacidade de retenção de água, menor compactação, além da diminuição dos custos (menos operações dependentes de combustível fóssil). Por outro lado, a aragem e a gradagem, além dos objetivos já mencionados, também cumprem o papel de combater mecanicamente as ervas espontâneas. Suprimindo essa etapa, perde-se também esse esperado benefício. Por conta disso, o plantio direto encontra opositores que argumentam que esse sistema funcionaria apenas como uma salvaguarda para o amplo uso de herbicidas e de sementes geneticamente modificadas. Contribui para o acirramento da discussão – tanto para um lado quanto para o outro [...] (Andrade; Pasini, 2022, p. 230-231).

Apesar do plantio direto ser uma prática milenar ainda preservada por povos originários, a terminologia agrônômica e os pressupostos científicos são invocados a partir dos avanços no século XX, especialmente após a década de 40, conforme pode ser observado no Quadro 5. Ocorreram desenvolvimentos marcantes nos Estados Unidos da América e Europa, mas grandes

desenvolvimentos empíricos e aplicações notáveis foram alcançadas nas regiões tropicais, como no Brasil.

**Quadro 5 – Fatos históricos sobre o sistema plantio direto no Brasil e no mundo**  
(continua)

Ano	Fato histórico
1943	As primeiras referências relativas à possibilidade de manejo motomecanizado de sistemas agrícolas produtivos, sem preparo de solo, foram descritas por Edward H. Faulkner, no livro <i>Plowman's Folly</i> (A tolice do lavrador), que enfatizava não haver razão científica para arar o solo.
1945-1949	Na Estação Experimental de Rothamsted - Inglaterra, o preparo de solo passou a ser considerado dispensável, desde que não houvesse competição com plantas daninhas. Esse manejo, sem o preparo do solo (aração, gradagem etc.), recebeu várias denominações: <i>zero-tillage</i> , <i>no tillage</i> , <i>no-till</i> , <i>direct seeding</i> , <i>direct drilling</i> , <i>sod planting</i> , <i>sod seeding</i> , <i>chemical ploughing</i> , <i>direct planting</i> , <i>residue farming</i> , <i>plowless farming</i> .
1961	Lançamento do herbicida de contato e não seletivo paraquat pela Imperial Chemical Industries (ICI). Esse evento foi considerado como um dos mais relevantes para a propulsão do plantio direto, em larga escala.
1961-1966	Primeiras lavouras comerciais motomecanizadas sob plantio direto implementadas nos EUA, por Harry Young e Lawrence Young.
1967	Lançamento da primeira semeadora comercial para plantio direto com disco frontal ondulado para corte da palha, realizado pela indústria de máquinas agrícolas Allis Chalmers nos EUA.
1967	Harry Young e Lawrence Young viabilizaram a sucessão de culturas de trigo/soja, pelo ganho de tempo na semeadura da soja em sequência imediata à colheita de trigo, proporcionado pelo plantio direto.
1969	Primeira experiência com plantio direto, em escala de lavoura motomecanizada, que se tem registro no Brasil. Newton Martins e Luiz Fernando Coelho de Souza, professores da UFRGS, semearam no Posto Agropecuário do Ministério da Agricultura, em Não-Me-Toque, RS, como experiência, um hectare de sorgo, sem preparo prévio do solo, mantendo-se os resíduos da cultura antecedente na superfície do terreno.
1971	Sucessão de culturas trigo/soja, no Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária Meridional/Ministério da Agricultura - IPEAME/MA, nas Estações Experimentais de Londrina e de Ponta Grossa, PR, bem como na Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa da Fecotrigo - FUNDACEP, Cruz Alta, RS.
1972	Na Estação Experimental de Passo Fundo, RS (atual Embrapa Trigo), foram iniciados ensaios para comparar o desempenho da sucessão trigo/soja conduzida sob plantio direto e sob preparo convencional.
1972	A empresa ICI, no Brasil, passa a promover divulgação do plantio direto e de herbicidas. Por meio de apoio de entidades de pesquisa, desenvolvimento de equipamentos para semeadura, pulverizadores e estudos sobre o controle químico de plantas daninhas.
1972	O agricultor pioneiro na adoção do plantio direto foi Herbert Bartz, em Rolândia - PR, de forma que esse produtor importou equipamentos dos EUA e começou, experimentalmente, cultivos com base no sistema de plantio direto em sua propriedade.
1973	Publicação do livro <i>No-Tillage Farming</i> , de Phillips & Young Jr, uma coleção analítica de toda a experiência acumulada até então nos EUA.
1975	O plantio direto passa a fazer parte dos programas de pesquisa de outras instituições do Brasil.
1974-1979	Taxa de adoção do plantio direto no Brasil foi de 11 mil hectares/ano.
1979	Criação dos primeiros grupos de troca de experiência, envolvendo produtores rurais, assistentes técnicos e pesquisadores, em Ponta Grossa – PR e Rio Grande do Sul.
1981	Grupos promovem o “Encontro Nacional de Plantio Direto”.
1984	Criação da fundação ABC no Paraná, unindo a assistência técnica aos produtores, para adaptar e desenvolver tecnologias em plantio direto.
1990-...	Consolidação do Sistema Plantio Direto (SPD) no Brasil.
1990	Criação da Associação de Plantio Direto no Cerrado.

**Quadro 5 – Fatos históricos sobre o sistema plantio direto no Brasil e no mundo**  
(conclusão)

Ano	Fato histórico
1992	Criação da Confederação de Associações Americanas para a Produção da Agricultura Sustentável (CAAPAS) e da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP).
1997	O SPD atinge cerca de 16 milhões de hectares nos EUA (20% da área plantada).
1997	O SPD atinge 8 milhões de hectares no Brasil.
2000	O SPD atinge 20 milhões de hectares no Brasil; 21 milhões de hectares no EUA; 10 milhões de hectares na Argentina.
2023	Estima-se uma área de mais de 30 milhões de hectares em SPD no Brasil.

Fonte: Ekboir (2003); Carvalho e Freitas (2008); Fernandes *et al.* (2019); Embrapa (2022); Santim (2022).

As décadas de 1940-1950 podem ser identificadas como as origens do plantio direto (*no tillage*) nos Estados Unidos, sobretudo em resposta aos desafios relacionados à erosão do solo, pois os agricultores perceberam os benefícios de manter a cobertura do solo, observando melhorias na estrutura e saúde do solo. Na década de 1960 houve um processo de gradativa adoção global e difusão, em que a prática do plantio direto começou a se disseminar em escala, à medida que agricultores reconheceram os aspectos positivos. No começo, o foco poderia ser na prevenção da erosão, mas observou-se redução significativa na necessidade de arar o solo e outras serventias.

Nas décadas de 1970-1980 ocorreu aperfeiçoamento e certo reconhecimento oficial, seja por agricultores ou pesquisadores. Os agricultores refinaram o sistema, incorporando técnicas como rotação de culturas e o uso de culturas de cobertura para promover ainda mais a saúde do solo, enquanto a comunidade científica de forma mais notória reconheceu o plantio direto como uma prática agrícola sustentável e eficaz (Santana, 2005). Com a grande expansão que se sucedeu na década de 1990, alguns desafios e inovações tecnológicas são destaque. Apesar dos benefícios, o plantio direto enfrentou desafios práticos, incluindo o manejo adequado dos resíduos culturais e adaptação a diferentes condições ambientais. E para atender novos anseios, inovações tecnológicas, como plantadeiras específicas e sistemas avançados de controle de plantio, foram desenvolvidas para otimizar a implementação do plantio direto.

O plantio direto no século XXI evoluiu para se tornar uma peça fundamental em abordagens mais amplas de agricultura de conservação e

sistemas agrícolas sustentáveis, seja nas tradições convencional ou agroecológica. A ênfase na redução do uso de insumos, conservação da água e promoção da saúde do solo consolidou o plantio direto como uma prática agrícola sustentável de relevância atual (Santana, 2005). Na contemporaneidade, o plantio direto é adotado globalmente em diversas regiões, sendo uma prática estabelecida em muitos sistemas agrícolas, na ótica de se adaptar a mudanças climáticas, gestão eficaz de resíduos e a integração com tecnologias digitais para otimizar a eficiência agrícola.

No Brasil, o marco são as décadas de 1960-1970, com o surgimento dos primeiros experimentos, seguido dos agricultores pioneiros, de modo particular na região Sul do país. Os experimentos iniciais envolviam a manutenção de resíduos culturais no solo, visando mitigar a erosão e melhorar as condições de saúde do solo. Já na década de 1980, há adoção significativa e reconhecimento acadêmico, ao testemunhar uma crescente aceitação do sistema de plantio direto entre os agricultores, especialmente em resposta à preocupação crescente com a erosão do solo. Nesse contexto, instituições de pesquisa agrícola e serviços de extensão rural começaram formalmente reconhecer e apoiar as práticas do plantio direto, o que levou a iniciativas governamentais e organizações agrícolas que passaram a promover ativamente o plantio direto como uma estratégia agrícola sustentável. Nas décadas seguintes ocorreu expansão para o cerrado brasileiro e agricultores adotaram práticas mais avançadas, incluindo rotação de culturas e integração lavoura-pecuária, promovendo uma abordagem inclusivas (na tecnologia) para a gestão agrícola.

Na atualidade existem, nas condições de Brasil, desafios específicos, como resistência a pragas, a plantas daninhas e a doenças, que leva a esforços contínuos para aprimorar o sistema. No entanto, o plantio direto está consolidado como uma prática fundamental na agricultura brasileira, sendo amplamente adotado em diversas regiões do país, em grandes e pequenas culturas ou propriedades, pela tradição convencional e agroecológica. O Quadro 6 evidencia exemplo científicos da influência do plantio direto em diferentes aspectos das tradições agroecológica e convencional.

**Quadro 6** – Exemplos da influência do plantio direto em diferentes aspectos na comparação entre os modelos alternativo/orgânico/agroecológico x convencional

Aspecto	Modelo	Efeito	Referência
Controle de plantas daninhas	Orgânico ou agroecológico	Cereais de inverno como plantas de cobertura foram eficazes na supressão de plantas daninhas na soja	Liebert <i>et al.</i> (2023)
	Convencional	O centeio como planta de cobertura pode proporcionar supressão de plantas daninhas na soja de acordo com a literatura. Contudo reduziu a concentração de herbicidas pré-emergentes (sulfentrazone + s-metolachlor) no solo devido à interceptação da calda durante a aplicação	Nunes <i>et al.</i> (2023)
Controle de pragas e doenças	Orgânico ou agroecológico	Restos culturais de centeio diminui a severidade de mofo branco em soja ou feijão no plantio direto	Pethybridge <i>et al.</i> (2020)
	Convencional	Rotação com trevo e plantio direto no milho reduziu a severidade de murcha tardia no milho	Degani <i>et al.</i> (2022)
Adubação e manejo de solo	Orgânico ou agroecológico	Fertilizante no início do cultivo orgânico de soja em plantio direto não impacta na produtividade do cultivo	Allen <i>et al.</i> (2023)
	Convencional	O plantio direto em comparação com o plantio convencional incrementou os teores de Zn e S no solo, na sucessão de culturas milho/trigo	Mupangwa <i>et al.</i> (2023)
Plantabilidade, ecofisiologia, fitotecnia	Orgânico ou agroecológico	Diminuição na produtividade do trigo e teor de proteínas no plantio direto em comparação com o plantio convencional	Ingraffia <i>et al.</i> (2022)
	Convencional	Independentemente do método de plantio direto foi observada redução dos parâmetros de crescimento das plântulas de trigo, com o incremento da densidade de plantio	Korohou <i>et al.</i> (2022)

Na versão adotada em C é tido como uma prática de pesquisa na denominada agricultura conservacionista, enquanto em A é parte de outras ações de pesquisa e técnicas no conjunto da agricultura regenerativa agroecológica – o termo regenerativo é amplo e usado tanto em A quanto em C – o que denota o efeito de compartilhamento entre as tradições que pode gerar nova tradição por continuada reticulação. No entanto, a tradição C vem usando e se valendo das premissas imputadas na nomeada agricultura regenerativa

para defender o sistema plantio direto como teoria sua. A ênfase de C em considerar nos últimos anos atributos biológicos do solo, que por si já é indicativo na mudança de postura, pois o foco no século XX, pós-revoluções verdes, era considerar prioritariamente aspectos químicos inicialmente, e depois físicos do solo, o que esteve sempre sob questionamentos de A (o que já mostra reticulação em C). Essa reticulação em C é percebida na axiologia, do qual derivam ajustes na metodologia e por consequência nas teorias.

O modelo de agricultura regenerativa (que pode gerar uma nova tradição a se consolidar no futuro), ponto verificado em comum atualmente entre A e C, advoga uma concepção conservacionista do solo, em práticas biológicas, na produção de alimentos com mais equilíbrio com o ambiente e na busca da sustentabilidade. O termo regenerativo, pensando em manejo do solo, vem da atenção à vida do solo, sua biodiversidade e ao provimento de serviços ambientais ligados, por exemplo, ao sequestro de carbono e mitigação das mudanças climáticas. Esse modelo é amplo, e desconsiderando nuances de linguagem própria das tradições, é adotado em A e C na vigência. Porém, é relevante observar que essas premissas conceituais eram claras e patentes em A desde os primórdios contemporâneos dessa tradição, no arrolar dos anos 60 e 70, do século XX (nas propostas de agricultura alternativa). Em função de anomalias das teorias de mecanização (observado especialmente nos estudos de solos no resolver problemas empíricos relacionados à degradação), oriundas da revolução verde, e na busca de ajustes teóricos e metodológicos, em C, por reticulação, absorvem-se elementos de A em C, mesmo que não propositalmente, como ver-se-á a seguir na adoção do modelo regenerativo e do modelo associado de plantio direto no manejo do solo.

A ancestralidade da concepção de plantio direto (*no-tillage*) e suas derivações em A e C é recente, remontando à década de 70 e começo de 80 (o marco preciso no Brasil é 23 de outubro de 1972, por Herbert Bartz, no campo e com escala significativa), segundo Santim (2022), como significativo desenvolvimento na década de 90, do século XX, no contexto da tradição C. E seu desenvolvimento não se deu inicialmente por questões de conceitos de agricultura regenerativa (que, inclusive, são mais claros e fortes no século XXI, tanto em A como em C). O sistema plantio direto foi desenvolvido na prática



agronômica por agricultores que queriam otimizar a semeadura e plantio dos cultivos em grande escala, com uso auxiliar de herbicidas, em culturas como soja, trigo e milho. Ao mesmo tempo, pretendia-se evitar problemas de erosão e degradação evidente do solo, preservando propriedades do sistema produtivo, com já observado experimentalmente no final da década de 40, mas que possui como marco teórico a publicação do livro *Plowman's Folly* (A Tolice do Lavrador), de Edward H. Faulkner, em 1943 (Cassol *et al.*, 2007).

A degradação dos solos, em diferentes ambientes produtivos, já era evidente, pois antes da década de 80 imperava no Brasil o sistema de mecanização adotado no hemisfério norte (em regiões temperadas), mas não necessariamente apropriado e condizente para as condições tropicais (já que não se precisa nos trópicos “acordar” o solo após a neve, para revolvimento). Na realidade brasileira a mecanização, particularmente sem a sistematização das áreas (como por terraceamento em curva de nível), permitia a erosão do solo a partir da chuva, rápida degradação da matéria orgânica (muito benéfica ao solo e sua vida), lixiviação de nutrientes minerais e desestruturação da física do solo (Sá; Briedis; Ferreira, 2022, p. 13-52; Johann; Casão Júnior., 2022, p. 92-106). Observa-se que, em regiões ao sul dos Estados Unidos da América (caso Oklahoma), degradações por excesso de mecanização/revolvimento do solo já eram constatadas desde a década de 30 (do século XX) (Costa, 2017), e possibilidades de desertificação, derivada da desestruturação do solo, eram previstas no pós-guerras já em outras partes do mundo.

No entanto, é importante lembrar que o não revolvimento do solo é uma prática possível desde o início da agricultura, dentre as civilizações no velho mundo. As áreas de cultivo eram, mesmo na antiguidade, nem sempre queimadas e revolvidas para facilitar o cultivo, até mesmo pela dificuldade que alguns ambientes ou agroecossistemas impunham à agricultura. O mais comum mesmo, nos primórdios, era a semeadura sem o preparo do solo, pois o arado foi uma invenção egípcia e relatada também nas civilizações pré-colombianas (Cassol *et al.*, 2007; Mazoyer; Roudart, 2010).

Dessa forma, a roçada, sem destoca e revolvimento, tornava-se uma realidade passível de operacionalização em diferentes ambientes. É nessa prática milenar que, inclusive, povos originários das Américas se baseavam (e

ainda se baseiam), quando não faziam uso da queimada ou cultivavam entre a floresta (em um sistema agroflorestal primordial), sobre o qual a tradição A se justifica em parte, na busca de pluralidade metodológica, particularmente no caso de sistemas integrados e agroflorestas (como na agricultura sintrópica e permacultura). Percebe-se que tanto A quanto C buscam soluções a problemas comuns, relacionadas à conservação ou regeneração de solos como potencial de degradação, em particular, nas condições dos trópicos, em que há maiores níveis de precipitação e temperatura médias maiores reinantes.

O problema em comum, a ser solucionado cientificamente, está, por consequente, relacionado ao manejo do solo. O problema conceitual base é o como utilizar o solo, preservando ou conservando ao máximo suas características físicas, químicas e biológicas, ou, mais do que disso, como proporcionar a regeneração desse solo, diante do uso ou intervenção das práticas agrícolas. Observe-se que, após retirar o ecossistema natural, para adequar um agroecossistema (sistema existente pela ação antrópica), não é possível mais obter o equilíbrio pleno, ou seja, a homeostase (manter-se em equilíbrio ou equilíbrio dinâmico) do sistema. Isto é, não é plenamente alcançável o verdadeiro equilíbrio, dado que não temos mais uma floresta ou vegetação em estado de clímax e a ação antrópica (humana) é perturbadora no sentido permanente. Assim, qualquer tentativa é apenas mitigadora (na busca regenerativa), a fim de minimizar os desequilíbrios no sentido de aproximar a homeostase.

Por conseguinte, conceitualmente o plantio direto (ou também sistema de semeadura direta) é uma busca de diminuir as perturbações no sistema, em especial no solo, promove-se o uso mais sustentável e duradouro desse recurso ambiental essencial à produção agropecuária em escala (no atendimento a demandas por alimentos, fibras, energia e outros derivados agroindustriais ou igualmente de subsistência na agricultura familiar). O problema conceitual da busca da homeostase é base para A e C, o que demonstra que ambas as tradições aqui compartilham do mesmo problema conceitual a ser resolvido. Esse problema conceitual cristalizado é marcante, na linha da importância dada aos problemas conceituais pela concepção de Laudan para a ciência (2011, p. 63-68).

O problema empírico comungado entre A e C é concernente a como o não revolvimento do solo, mantendo a palha em sua superfície, usando de rotação de culturas, ou consórcio de espécies cultivadas em rotação, ou ainda de sistemas agroflorestais, e procurando manter sempre espécies em sucessão ou convívio de cultivos, irá melhorar ou conservar as importantes características físicas, químicas e biológicas do solo. Esse problema necessita de intensa investigação científica nos agroecossistemas, que tanto A e C podem fazer, seguindo suas axiologias e podendo fornecer soluções distintas, por meio de teorias, como pode e será parcialmente visto na sequência. Observa-se que os problemas conceituais compartilhados estão conectados aos aspectos termodinâmicos aplicados (equilíbrio dinâmico e homeostase do sistema produtivo ou agroecossistemas) (Vezzani; Mielniczuk, 2011), ao qual C em especial tenta resolver com dificuldade (pode ser indicado como problema parcialmente não resolvido tanto em A quanto em C). Enquanto os problemas anômalos estão ligados à sustentabilidade (mais complicado em C) e potencial produtivo dos agroecossistemas (ponto de questionamento em A).

As metas e fins que compõem a axiologia no esquema reticulado de racionalidade científica, em uma tradição de pesquisa, no caso, tradições dentro da agronomia, podem explicitar diferenças entre A e C. A tradição A tem fins mais contextualizadores (Lacey, 2022), que podem envolver perspectivas sociais e políticas mais explícitas, enquanto C evidencia pretensões mais econômicas. No entanto, em Laudan, esses aspectos externos e mais contextuais são secundarizados, e valores internos da ciência são destacados como tendo a primazia na análise cognitiva da ciência. Nesse sentido, por própria essência, A é, segundo Lacey (2022), mais holística ou sistêmica em sua abordagem nas dimensões energéticas, econômicas e socioculturais (além da ambiental) (Costa, 2017, p. 37-56), com valorização de conhecimentos milenares, agricultura familiar, povos originários ou tradicionais e foco na soberania alimentar (com produção direcionada ao abastecimento interno e segurança alimentar). Pode-se mesmo ser entendida a tradição A na conjuntura do ecossocialismo, que tem suas bases em Marcuse, cuja particularidade é se manifestar dentro da agroecologia, como destacado em obras como a de Silva Neto (2017). Em

corroboração, cita-se Costa (2017), em consonância com Altieri (2002), Gomes (2006), Borsatto e Carmo (2012, 2013) e Reichert e Gomes (2013).

[...] em contraposição ao padrão de produção agroquímico tem avançado significativamente na sociedade o ideário e a prática agroecológica. Esta se constitui como um modo de produção, um movimento social e uma nova área da ciência que trabalha com perspectiva da consecução de método de produção agrícola energética e produtivamente eficientes, ecologicamente sustentáveis, econômica e socialmente justos. [...] Um dos objetivos buscados pela agroecologia no manejo dos agroecossistemas é a redução da dependência de insumos e energia vindos de fora da propriedade (p. 15) [...] a preservação da biodiversidade e dos recursos florísticos, a otimização da produção e a ciclagem eficiente da biomassa, o manejo vegetativo do solo e sua cobertura permanente promovem uma maior autonomia, eficiência energética e produtiva dos agroecossistemas, além da soberania genética (Costa, 2017, p. 16).

Por sua vez, C é tida como mais simplificadora (na concepção de agroecossistemas), focada na produção em escala (maximizar o sistema produtivo, produzindo mais em menos área), rotulada de estritamente capitalista, com forte direcionamento econômico (dentro do conjunto do agronegócio), voltada à exportação (gerar oferta para mercados que pagam) e demandas comerciais emergentes, reducionista na abordagem experimental (na delimitação de especialidades refinadas) e baseada em crescentes *inputs* (insumos) ou entradas no sistema (produtivo ou agroecossistema). Essas entradas no sistema evidenciam mais a dificuldade da homeostase e sustentabilidade do sistema, o que está de acordo com Primavesi (2016, 2021), ao qual A advoga estar mais próximo de um equilíbrio. Observa-se que o sistema não pode mais chegar em equilíbrio diante da ação antrópica, e que o sistema entrópico é aberto (Vezzani; Mielniczuk, 2011), em que tanto em A quanto em C há entradas (*inputs*), o que muda é o nível de entradas e a procedência, sendo que para C as entradas tendem a ser maiores (via insumos agroquímicos e outros) e a origem dos insumos é a cadeia agroindustrial. Ao mesmo tempo que em A há meta de minimização de entradas, integração de atividades e uso de insumos produzidos *on farm* (na propriedade rural) ou adquiridos de fontes mais sustentáveis. Nas palavras corroborativas de Mazoyer e Roudart (2010), a

agricultura “moderna” (aqui denominada de tradição C) se baseia em valores e retratos em que as propriedades ou estabelecimentos rurais são

Na maioria das vezes, inteiramente especializados num número muito reduzido de produções particularmente rentáveis. São equipadas com tratores pesados e grandes máquinas, fazem maciçamente apelo aos adubos minerais, aos produtos fitossanitários, aos alimentos do gado, a variedades de plantas e raça de animais altamente selecionados. Esses estabelecimentos vendem a quase totalidade de seus produtos nos mercados multirregionais e multinacionais e compram a maior parte de seus meios de produção, sendo que o autoconsumo e o autoabastecimento ocupam somente lugar limitado (Mazoyer; Roudart, 2010, p. 425-426).

Essas axiologias (no seu complexo de metas e objetivos), por sua vez, justificam os métodos a serem empregados nas pesquisas que geram ou fortalecem as teorias, que devem harmonizar-se com a axiologia. Esse pensamento está em acordo com os pressupostos teóricos do próprio Laudan (1984, 1986, 2011), assim como de comentadores e intérpretes, dentre os quais citam-se Bezerra (2012, 2014) e Assis (2018). Nota-se que além da simplicidade, outros valores, como principalmente predição, consistência e precisão, são válidos em ciências naturais como a agronomia, dentro da perspectiva laudanianiana.

A observação das práticas agrícolas milenares é um caminho metodológico possível para A e C. No caso de A, há a recorrência a povos originários e sistemas mais próximos do natural, que incluam a construção e a avaliação de teorias. Para C, em reboque ao processo das revoluções verdes no século XX, a observação de agricultores que, no trabalho sazonal, adaptavam máquinas e práticas para operacionalizar o plantio direto, onde havia a suposição de benefício, é e foi examinada atenciosamente a partir da década de 70 pela pesquisa. Nesse aspecto, apesar de partirem de axiologia que ajustam a busca de metodologias aparentemente distintas, ambas recorrem ao senso comum, pelo menos parcialmente, avaliando-o, e procurando justificar seus pressupostos teóricos, no alcançar de soluções aos problemas empíricos (e a cabo os conceituais também).

Os pressupostos teóricos, por sua vez, podem limitar ou restringir o método ou os métodos. As teorias em A, no particular do sistema plantio direto, o relacionam com atividades de operacionalização mais complexas, como a permacultura e a agricultura sintrópica (sistemas mais complexados que envolvem agroflorestas e maior estabilização do sistema), em que não há o revolvimento e há a manutenção da cobertura de solo, em função da conjugação de várias espécies nos mesmos agroecossistemas (sejam elas espécies perenes ou anuais). A premissa teórica é quanto mais complexa e com menos interferência melhor, pois mais próximo estaria do original ou natural, ou seja, mais próximo estaria do equilíbrio dinâmico (homeostase). Essa é uma teoria que se harmoniza com a axiologia em A e restringe o método, coincidindo novamente com a possibilidade de pressão cognitiva, dentro da racionalidade reticular laudanianiana.

No entanto, a reticulação acontece dentro de C, que por tensão dos problemas conceituais e empíricos compartilhados com A, criam soluções, produzindo novas teorias. Isso porque os problemas compartilhados em A e C são demandas de fato, procedentes em um contexto de problemas ambientais e produtivos, derivados do mau manejo do solo (como a degradação física, química e biológica). Nesse escopo, tanto A quanto C procuram alternativas teóricas que resolvam de forma eficaz os problemas, em um contexto de manejo ecológico do solo. A diferença entre A e C é marcada inicialmente na axiologia, que em C ainda é presa a pressupostos derivados da revolução verde, de simplificação, produção em escala e especialização de atividades (do qual provém a acusação reducionista). As teorias da tradição C, oriundas em um contexto tecnocientífico do século XX, justificam os métodos, que exigem realização da axiologia, em termos de objetivos, metas e fins. Nesse sentido, citam-se Cassol *et al.* (2007), sobre a evolução do sistema plantio direto, em C, em que se acredita que

A evolução de sistemas agrícolas produtivos, tanto na região subtropical como na região tropical do Brasil, fundamentada nos princípios do sistema plantio direto e no uso de culturas oriundas de programas de melhoramento vegetal orientados não só à criação de cultivares com flexibilidade para compor novos modelos associados à correção de deficiências químicas do solo, mas também à nutrição equilibrada das plantas cultivadas segundo princípios da agricultura de precisão, esteja tornando a agricultura brasileira mais moderna e eficiente agricultura conservacionista praticada no mundo. Percebe-se, portanto, que é a interação entre sistema plantio direto e espécies/cultivares portadoras de características específicas que otimizam o sistema agrícola produtivo e imprimem caráter de sustentabilidade aos agroecossistemas (Cassol *et al.*, 2007, p. 347).

Em C, a adoção do sistema de plantio direto, como teoria e prática, resolve os problemas conceituais e empíricos como em A, mas de forma moderadamente distinta (não radicalmente diferente, como creditado pelo senso comum), mantêm-se até certo ponto a simplificação de sistemas produtivos, provendo condições para produção em escala e especialização de atividades. Na especialização de atividades, como meta e fim, há justificção de métodos que se valem da mecanização e sistematização da área (Johann; Casão Júnior, 2022, p. 92-106), com maior interferência no agroecossistema, o que não deixa de ser reticular, pois acaba também justificando a teoria. Em C, a teoria base é conservar o máximo possível das propriedades do solo, dentro dos limites operacionais, mantendo prioritariamente cultivos extensivos e intensivos, para produção em escala, o que se harmoniza com a axiologia de C.

Com ténues ajustes axiológicos em C, em detrimento de pressões externas, especialmente por problemas ambientais, também compartilhados em A, C reticula, em direção a fomentar teorias dentro do contexto do plantio direto. Porém, essa nova axiologia reticulada em C aproxima-se da alternativa de agricultura orgânica em A, pois a agricultura orgânica prima por tornar a produção mais escalável, ou seja, produzir mais com menos, de forma intensiva e extensiva, como em C.

O fato notório é que a agricultura orgânica, estando enquadrada em A, possui influência de valores externos mais contextualizadores, típicos de A, mas, em A, valoriza o holismo, em detrimento do reducionismo. Por exemplo, por mais que ajustes metodológicos promovidos em A pela agricultura orgânica, que

permitem a inserção da mecanização e insumos (como fruto tecnológico derivado da teoria), ainda assim harmoniza-se com a axiologia de A. A teoria aqui é que, mesmo diante do uso de insumos, máquinas e espécies melhoradas geneticamente, é possível produzir de forma escalável, com menos interferência, melhor e mais próximo do original ou natural, aproximando-se do equilíbrio dinâmico (homeostase).

Por mais que extremismos dentro da tradição A (assim como ocorre em C) não aceitem bem todo o método reticulado na agricultura orgânica, ainda desse modo, A possui consenso interno que C, em busca de harmonização com sua axiologia, provê teorias que restringem os métodos para fins menos sustentáveis (mais distantes do equilíbrio dinâmico). Isso não quer dizer que as teorias em A, como as atreladas ao sistema plantio direto, sejam suficientes para atingir a homeostase e ao mesmo tempo prover métodos, coerentes com a axiologia, e que consigam, concomitantemente, gerar mais escala na produção de alimentos.

Até aqui se simplificou ao máximo a análise, ao trazer apenas uma fatia dos problemas, anomalias adjacentes e perspectiva reticular da racionalidade. Outro problema grave subjacente, além da homeostase, ou o que o plantio direto tem a haver com isso, é como ao fazer isso, se produz alimento em grande oferta, escalável, sem perturbar o ambiente. Esse é um problema contextual que se conecta inevitavelmente com valores externos, mas que precisa ser respondido pelas tradições. Nesse sentido, a axiologia, além do que foi explanado até aqui, procura esmerar-se em direcionar os valores internos para atingir maior previsão, precisão, amplitude, consistência, simplicidade e fertilidade, no processo de escolha teórica (ao considerar a interpretação filosófica de Laudan). Isso se amplia na configuração de experimentos cegos, analogias com os testes bem-sucedidos historicamente, experimentos controlados para os causais, aceitação de simplicidade, evitar os *ad hoc*, possível falseamento, previsibilidade de resultados, consistência de soluções e sobrevivência ao teste do tempo, o que coincide mais com Laudan e tem respaldo também em Lacey.

Nessa conjectura, a produção em maior escala seria um problema anômalo não resolvido em A. Assim como a maior perturbação, o maior reducionismo e a maior simplificação de sistema produtivo seriam problemas



anômalos não resolvido em C. Para resolver a anomalia em A e C, o caminho poderia ter ajustes na axiologia, o que poderia aproximar ainda mais A e C, no tocante a valores, metas e fins. Essa aproximação parece mais difícil e distante para alguns olhares céticos. No entanto, a aproximação metodológica já vem ocorrendo de forma mais visível, como no exemplo recorrente da agricultura orgânica, suas teorias e práticas.

Os métodos em A e C, para justificar as teorias pertinentes ao sistema plantio direto, estão permeadas por princípios similares. O método em C pode estar mais imbricado no uso de máquinas e mecanização (além da estatística experimental), o que não impede A de usá-los e mesmo assim manter a realizabilidade da axiologia e justificar suas teorias. No entanto, as práticas metodológicas de estatística experimental conhecidas contemporaneamente, mesmo que a interpretação e aplicação varie entre A e C, as inferências estatísticas, no processo de experimentos controlados, a realização de experimentos cegos e aceitação da simplicidade são vívidas em A e C. Ainda A se vale muito de estudos de caso, estatística descritiva e processos diversos de coletas de informação, o que não dispensa a aplicação de análises estatísticas univariadas, multivariadas, bayseana, ou outras, de uso mais recorrente em C. A pluralidade metodológica exige aqui, tanto em A como e C, a necessidade de reticular, para que os métodos (a campo ou em ambientes controlados) possam justificar as teorias. As considerações até aqui podem ser reforçadas e caracterizadas, em termos de comensurabilidade entre tradições e reticulação dentro das tradições, pela Figura 2.

**Figura 2** - Esquema da racionalidade reticular no progresso das tradições de pesquisa na agronomia, dentro do plantio direto, com o intuito de evidenciar os compromissos compartilhados entre as tradições (A e C).



O estereótipo de que o plantio direto é apenas uma teoria e prática em C, para monocultivos de soja e milho (em C), não é plausível diante das observações de campo e literatura pertinente, como pode ser evidenciado no Quadro 7, que destaca o plantio direto em uma diversidade de áreas da agronomia, permeando tanto a tradição A quanto a C. Tanto Fayad *et al.* (2019), quanto Primavesi (2021), de abordagem ecológica (como autores em A), assumem o plantio direto como conquista teórica e prática (na agricultura e horticultura), isso apenas citando dois autores, entre um profundo mar de pesquisadores sobre o assunto. Fayad *et al.* (2019) colocam o plantio direto em um contexto de transição para uma agricultura mais sustentável em A, na produção de hortaliças orgânicas (Sistema de Plantio Direto de Hortaliças – SPDH), fora mesmo de monocultivos extensivos, em acordo com Zanella *et al.* (2022, p. 205-217) e Fontaneli *et al.* (2022, p. 245-258). Para Primavesi (2021), autora bem citada dentro de A, o plantio direto é essencial no manejo ecológico do solo, seja em grandes ou pequenos cultivos. Nas palavras de Primavesi (2021, p. 360): “no plantio direto tenta-se conservar a bioestrutura do solo”, e mais, “o solo intocado seria mais produtivo por ter conservado o seu equilíbrio

de micro e mesovida”. Só para citar uma autora renomada, que teoriza premissas consentidas tanto em A, quanto em C, no entanto, suas afirmativas concordam com as pesquisas mais atuais e relevantes (Sá; Briedis; Ferreira, 2022, p. 13-52).

**Quadro 7** – Plantio direto, na tradição C e em especial na tradição A, nos seguimentos: agricultura, horticultura, silvicultura e outras atividades

Efeito	Referência
Fertilizante no início do cultivo orgânico de soja em plantio direto não impacta na produtividade do cultivo.	Allen <i>et al.</i> (2023)
Plantas de cobertura auxiliaram no controle de plantas daninhas e incrementaram a produtividade de feijão ou tomate em plantio direto orgânico.	Altieri <i>et al.</i> (2011)
Comunidade de plantas daninhas e produtividade do melão orgânico foi afetada por cereais na sucessão de culturas, que foram cultivados em plantio direto.	Campanelli <i>et al.</i> (2019)
Comunidade de plantas daninhas foi afetada por cereais na sucessão de culturas, que foram cultivados após o cultivo de tomate e antes do cultivo de melão, em sistema orgânico e plantio direto.	Ciaccia <i>et al.</i> (2020)
Em modelo de agricultura conservacionista para o cultivo de grãos em plantio direto nos últimos 17 anos (nos últimos 7 anos em agricultura conservacionista consolidada), avaliou-se três tipos de manejo durante o pousio: aração, preparo reduzido e plantio direto com glyphosate. A densidade de plantas daninhas e a diversidade de espécies foram maiores no preparo reduzido, intermediárias na aração e menores no plantio direto com glyphosate.	Cordeau <i>et al.</i> (2020)
Diminuição na produtividade do trigo orgânico e teor de proteínas no plantio direto em comparação com o plantio convencional.	Ingraffia <i>et al.</i> (2022)
Cereais de inverno como plantas de cobertura foram eficazes na supressão de plantas daninhas na soja orgânica.	Liebert <i>et al.</i> (2023)
Restos culturais de centeio diminui a severidade de mofo branco em soja ou feijão no plantio direto em sistema orgânico.	Pethybridge <i>et al.</i> (2020)

Ao analisar a racionalidade reticular laudariana e ao considerar o progresso científico pela solução de problemas, em um processo naturalizante, A e C estariam muito próximos em se tratando do estudo detido do sistema plantio direto, conjugado ao manejo do solo. Estariam aqui “mais próximos do que distantes”, talvez diferentemente de outras teorias, axiologias e métodos

dentro de A e C, no que concerne ao sistema plantio direto as diferenças parecem ser cada vez menores, especialmente pelo pronunciado processo de reticulação em C, faz-se o aproximar de A, pois C abandonou como posição para a agricultura nos trópicos (pelo menos), premissas teóricas de manejo de solo que envolviam intenso processo de mecanização, que incluíam revolvimento indiscriminado do solo, do qual decorre a “pulverização” do solo (desestruturação física), empobrecimento do solo (perda de nutrientes minerais dentro da dinâmica do solo) e menor vida do solo (desintegração da biota do solo). Esses fatos consolidados na ciência agrônômica, chancelados tanto pela tradição A e C, em especial para as condições tropicais, por si só, já invocam a mudança, não de paradigma, mas por reticulações, já que as tradições são comensuráveis.

Os ganhos ecológicos, sociais e produtivos do sistema plantio direto atendem tanto a axiologia de A, como agora de C. Observa-se que aqui se focou apenas pontos relativos ao manejo do solo, de forma simplificada ainda, pois o plantio direto tem teorias dentro de A e C pertinentes à fisiologia das plantas (mitigação de estresses vegetal abiótico, nutrição, adubação etc.) (Fayad *et al.*, 2019; Escosteguy *et al.*, 2022, p. 53-91), proteção dos cultivos (manejo de pragas, plantas daninhas e doenças) (Primavesi, 2016, p. 91-127; Agostinetto *et al.*, 2022, p. 107-118; Soares *et al.*, 2022, p. 119-143; Salvadori *et al.*, 2022, p. 144-173), hidrologia (manutenção do ciclo hídrico e melhora do balanço hídrico) (Cassol; Denardin; Kochhann, 2007; Sá; Briedis; Ferreira, 2022, p. 13-52; Silva; Santos, 2022, p. 279-298) e no sequestro de carbono (por manter cobertura vegetal, aumentar a matéria orgânica e a vida do solo) (Cassol; Denardin; Kochhann, 2007; Sá; Briedis; Ferreira, 2022, p. 13-52; Fontaneli; Fontaneli; Panisson, 2022, p. 245-258), despontando como “tecnologia limpa” ou “tecnologia verde” no contexto de uma agricultura regenerativa ou agricultura de baixo carbono (Sá; Briedis; Ferreira, 2022, p. 13-52; Fontaneli; Fontaneli; Panisson, 2022, p. 245-258). Todos esses possíveis e alegados benefícios são teorias justificadas empiricamente, tanto por A quanto por C, novamente aproximando-as em finalidade e valores (axiologia), na justificação de métodos similares também.

## 6.2 Um estudo laudariano sobre a matologia

O tema do estudo anterior, “sistema plantio direto e manejo do solo”, foi selecionado pela sua transversalidade como modelo agrícola, enquanto o tema para estudo nesse capítulo foi incluso pela sua especificidade ao se tratar de uma ciência entre as ciências agronômicas. A matologia ou ciência das plantas daninhas é uma disciplina específica dentro de outra área ou ciência da agronomia, que é a fitossanidade. A matologia (ou como é denominada internacionalmente: *Weed Science*), é uma ciência particular, mas que absorve diversos conhecimentos oriundos de outras áreas da agronomia, sendo, portanto, uma ciência interdisciplinar (como todas as outras ciências dentro da agronomia). Entende-se nessa tese que, pela importância, peculiaridades, debates atuais e dinâmica das tradições de pesquisa, a matologia é um ótimo exemplar de estudo para finalizar essa tese.

O conhecimento hoje abarcado pela matologia tem suas origens remotas, reportando mesmo às práticas e escritos antigos, como os egípcios, sumérios e hebraicos. Assim, relatos sobre a problemática das plantas daninhas e seu controle são relatadas em escritos antigos, como a Bíblia, a exemplo de Gênesis 3:18-19 (NVI): “Ela lhe fará brotar espinhos e ervas daninhas, e você comerá as plantas do campo. Com o suor do seu rosto, você comerá o seu pão, até que volte à terra, visto que dela foi tirado; porque você é pó e ao pó voltará”.

No presente capítulo será dada preferência para o uso corrente do termo “planta daninha”, ao invés de “plantas espontâneas”, e isso se dará por mera convenção, já que a sociedade científica da área no Brasil assim denomina em língua portuguesa (SBCPD – Sociedade Brasileira de Plantas Daninhas). Circundante ao termo aplicado há um grande debate ao qual essa tese não se presta a focar. No entanto, é salutar mencionar que a adoção de termos costuma estar atrelada à compreensão de determinada tradição de pesquisa. Destarte os membros dos grupos de pesquisa atrelados à tradição convencional costumam usar o termo “planta daninha”, enquanto na tradição agroecológica é mais corrente o uso do termo “plantas espontâneas”. Porém, isso não é regra e a discussão não está fechada.

Aprofundando o estudo da matologia, cabe desdobrar como enquadrar essa ciência varia conforme a tradição de pesquisa. Em A, a matologia está dentro da fitotecnia, ou mesmo é um apêndice dela, sem situar-se como ciência agrônoma ou disciplina específica. Já na tradição C, a matologia é de forma consensual uma ciência e em geral é entendida como uma ciência agrônoma dentro da fitossanidade, que está dentro da agronomia. No entanto, como ver-se-á melhor ao longo desse capítulo, excetuando-se os valores externos, as maiores diferenças na matologia entre as tradições é predominantemente linguística, de estilo e de postura técnica.

O próprio uso de termos diferenciados para se referir a “mesmo coisa”, ou ao mesmo referente, é um exemplo de linguagem que busca oposição. Essa oposição é especialmente salientada pela tradição A, que advoga por seus valores que as plantas não são daninhas, elas fazem parte de uma comunidade florística. No entanto, ambas as tradições consideram níveis de interferência, e constituem teorias para o manejo ou controle ou mesmo a convivência necessária (a ação antrópica no agroecossistema), sem levar a prejuízos no sistema. Ou seja, se ambas consideram a possibilidade de interferência (perdas de produtos agrônomicos ou órgãos vegetais de interesse econômico ou ainda produtividade vegetal), ambas consideram, portanto, o potencial de dano dessas plantas que podem ser espontâneas, mas não deixam de ser nocivas ou daninhas. Observando que o conceito de plantas daninhas mais recorrente é o que alega que planta daninha é toda planta que está em lugar onde não é desejada (inclusive as plantas espontâneas podem ser ora desejadas ora não). Esse parágrafo não tem a intenção de defender a postura de uso de um dos termos, mas apenas indicar que o debate terminológico, que origina no âmago das tradições (ou entre elas), pode ser mais uma questão de filosofia da linguagem do que de filosofia da ciência. Ou, as questões terminológicas podem trazer à tona problemas conceituais relacionados a níveis de interferência e a convivência com as plantas daninhas.

O debate proposto acima, entre outros, é importante e necessários, e evidencia apenas que a matologia é uma ciência dentro da agronomia. Essa ciência individual ou disciplina específica dentro da agronomia teve seu desenvolvimento tardio, quando comparada as outras ciências agrônomicas,

como as ciências do solo e as fitotecnias. A matologia iniciou seu progresso no final do século XIX e início do século XX, atingindo sua individualização e autonomia apenas na segunda metade do século XX, com marco significativo em 1951, como a criação da revista *Weeds* (atual *Weed Science*). E como o progresso da matologia como ciência propriamente esteve ligado em parte as revoluções verdes do século XX, notadamente a criação dos herbicidas, a matologia, na abordagem C pode até ser encarada como tecnociência (mas esse não será o foco aqui). No entanto, anomalias (sejam externas à ciência ou mesmo internas: conceituais e empíricas) notórias ligadas ao uso de pesticidas, promoveram a ascensão e contrapontos impostos pela tradição A. Nesse aspecto, o principal elemento que distingue A de C na matologia é o uso ainda vigente de herbicidas (controle químico via pesticidas) em C. Para explorar e aprofundar um pouco mais esse histórico da matologia, segue um histórico no Quadro 8 da ciência das plantas daninhas.

**Quadro 8** – Histórico abreviado e contemporâneo do progresso da ciência das plantas daninhas (ou matologia) no Brasil e no mundo (continua)

Ano	Fato histórico
1837	Desenvolvimento de arado em aço pela John Deere nos EUA, utilizado para o preparo do solo para a semeadura de cultivos e que propiciava o controle mecânico de plantas daninhas
1850-...	Desenvolvimento dos tratores agrícolas que representaram grande avanço no controle mecânico de plantas daninhas
1854	Uso de cloreto de sódio no controle de plantas daninhas na Alemanha
1908	Relato de sucesso no controle de plantas daninhas com sal de cozinha, sulfato de ferro e de cobre e arsenito de sódio, nos EUA
1932	Introdução dos herbicidas orgânicos, com a molécula 3,5-dinitro-o-cresol (DNOC)
1937-1950	Uso de cloreto de sódio no controle de plantas daninhas em ferrovias no Kansas - EUA
1941	Síntese química do 2,4-D nos EUA
1942	Nos EUA, determina-se que o 2,4-D é uma substância de crescimento
1945	Liberação no Brasil do herbicida 2,4-D, sob o nome comercial Mata Mato®
1945	Na Inglaterra é estabelecido o princípio da pré-emergência para o controle seletivo de plantas daninhas
1951	Criação da revista <i>Weeds</i> (atual <i>Weed Science</i> )
1952	Primeiros relatos de plantas daninhas resistentes a herbicidas no mundo: <i>Commelina diffusa</i> (trapoeraba) nos EUA e <i>Daucus carota</i> no Canadá, ambos resistentes a 2,4-D

Fonte: Adaptado de Concenço *et al.* (2014) e Silva *et al.* (2021).

**Quadro 8 – Histórico abreviado e contemporâneo do progresso da ciência das plantas daninhas (ou matologia) no Brasil e no mundo (conclusão)**

Ano	Fato histórico
1955	Criação do herbicida paraquat pela empresa do Reino Unido Imperial Chemical Industries (ICI), desseccante que deu impulso aos primeiros trabalhos e aos fundamentos de formação da palha, base para o plantio direto
1956	I Seminário Brasileiro de Herbicida e Ervas Daninhas
1956	Weed Science Society of America (WSSA) é criada, assumindo a revista Weeds e alterando seu nome para Weed Science
1960	É fundado o European Weed Research Council (EWRC) – atual European Weed Research Society (EWRS), e este conselho criou a revista Weed Research
1970	Síntese do herbicida glyphosate pela Monsanto
1976	É fundada a International Weed Science Society (IWSS)
1963	Fundação da Sociedade Brasileira de Herbicidas e Ervas Daninhas (SBHED)
1978	Fundação da revista Planta Daninha (atual Advances in Weed Science)
1974	Liberação comercial do glyphosate, sob o nome comercial Roundup®, nos EUA, Reino Unido e Malásia
1978	Liberação no Brasil do Roundup®
1980	Mudança do Seminário da SBHED para Congresso
1990-...	Consolidação do Sistema Plantio Direto no Brasil, importante ferramenta no manejo de plantas daninhas
1993	Primeiros casos relatados de plantas daninhas resistentes a herbicidas no Brasil: <i>Bidens pilosa</i> (picão-preto) (resistente a inibidores da ALS), <i>Euphorbia heterophylla</i> (amendoim-bravo ou leiteiro) (resistente a inibidores da ALS)
1995	Mudança no nome para Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD). XX Congresso da SBCPD.
1996	Liberação do cultivo de soja transgênica tolerante ao glyphosate (soja RR) nos EUA
1998	Aprovação pelo CTNBio da soja transgênica tolerante a glyphosate, primeiro evento transgênico aprovado no Brasil
2000	Fundação da Revista Brasileira de Herbicidas (atual Weed Control Journal)
2005	Fim do embargo da soja RR, liberação do cultivo em lavouras comerciais no Brasil
2021	Banimento definitivo do paraquat no Brasil, herbicida muito utilizado sobretudo na dessecação pré-semeadura de grãos

Fonte: Adaptado de Concenço *et al.* (2014) e Silva *et al.* (2021).



E para indicar “o por quê” de a matologia ser relevante e merecer atenção, promove-se um breve descritivo de impacto ou matointerferência, ocasionada pela presença de plantas daninhas nos agroecossistemas (como de grandes culturas como trigo, milho e soja). Essa interferência, seja por competição direta (competição por água, luz e nutrientes, por exemplo) ou não (outras interferências que não a competição, podem ocorrer, como alelopatia, problemas na colheita e prejuízo no material colhido), ocorre e é marcante, seja na tradição A ou C. No Quadro 9 segue o descritivo elucidativo de pesquisas científicas que evidenciam as perdas percentuais na produtividade agrônômica de algumas culturas.

**Quadro 9** – Alguns estudos científicos sobre o impacto ou interferência de plantas daninhas sobre a produtividade de milho, soja ou trigo, que destacam a importância da matologia como área da agronomia (continua)

Milho			
Planta daninha	Densidade (plantas m <sup>-2</sup> )	Redução em produtividade	Referência
<i>Amaranthus palmeri</i>	8	91%	Massinga <i>et al.</i> (2003)
<i>Conyza canadensis</i>	-	47%	Metzger <i>et al.</i> (2019)
<i>Conyza canadensis</i>	-	32%	Soltani <i>et al.</i> (2021)
<i>Digitaria ciliares</i> e <i>Urochloa plantaginea</i>	215 e 87	53%	Galon <i>et al.</i> (2018)
<i>Digitaria insularis</i>	10	36%	Gemelli <i>et al.</i> (2013)
Soja voluntária	90 e 111	53-56%	Alms <i>et al.</i> (2016)
<i>Sorghum halepense</i>	-	79-86%	Karkanis <i>et al.</i> (2020)
<i>Parthenium hysterophorus</i>	-	5% (a partir de 8 ou 13 DAE – dias após a emergência)	Safdar <i>et al.</i> (2016)
		10% (a partir de 17 ou 23 DAE)	
<i>Xanthium strumarium</i>	12	40%	Hussain <i>et al.</i> (2014)

**Quadro 9** – Alguns estudos científicos sobre o impacto ou interferência de plantas daninhas sobre a produtividade de milho, soja ou trigo, que destacam a importância da matologia como área da agronomia (conclusão)

Soja			
Planta daninha	Densidade (plantas m <sup>-2</sup> )	Redução em produtividade	Referência
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	12	80 a 95%	Barnes <i>et al.</i> (2018)
<i>Conyza bonariensis</i>	1	1,4 a 25,9%	Agostinetto <i>et al.</i> (2017)
<i>Digitaria insularis</i>	8	~80%	Braz <i>et al.</i> (2021)
<i>Digitaria insularis</i>	6	~30%	Gazziero <i>et al.</i> (2019)
<i>Spermacoce latifolia</i>	12	24 a 39%	Diesel <i>et al.</i> (2020)
<i>Richardia brasiliensis</i>	12	19 a 30%	
<i>Conyza sumatrensis</i>	1	~13%	Lorenzetti (2019)
<i>Conyza bonariensis</i>	2,7	~50%	Trezzi <i>et al.</i> (2015)
<i>Amaranthus palmeri</i>	8	37%	Basinger <i>et al.</i> (2019)
<i>Digitaria sanguinalis</i>	16	37%	
Trigo			
Planta daninha	Densidade (plantas m <sup>-2</sup> )	Redução em produtividade	Referência
<i>Avena fatua</i>	15	50%	Mahajan e Chauhan (2021)
<i>Avena sterilis</i>	16	50%	
<i>Lolium multiflorum</i>	137	59%	Galon <i>et al.</i> (2019)
<i>Sonchus oleraceus</i>	43 a 52	50%	Manalil <i>et al.</i> (2020)
<i>Rapistrum rugosum</i>	18,2 a 24,3	50%	Manalil e Chauhan (2019)
<i>Argemone mexicana</i>	-	17 a 2%	

O Quadro 9 destaca a redução na produtividade agronômica (que tanto A e C concordam). No entanto, é importante observar que a redução na produção não é apenas um agravante econômico, mas pode, no entanto, implicar na segurança e na soberania alimentar, se os prejuízos em nível macro não forem combatidos ou mitigados, seja pelas propostas teóricas e prática de A e C, portanto, a interferência em termos ecológicos é axiologia básica tanto em A

quanto em C. Na matologia, o problema empírico básico está vinculado a como manejar as interferências promovidas pelas plantas daninhas, enquanto o problema conceitual básico pode ser considerado a fitossociologia, ou seja, pertinente às questões ecológicas e de sistema produtivo.

O objetivo do presente tópico é ampliar a discussão que seguia no tópico anterior, aprofundando a perspectiva laudiana de que as tradições de pesquisa podem compartilhar compromissos dentro da racionalidade reticular. Antes de traçar qualquer reticulação, cabe aqui aprofundar o argumento anterior de que a maior diferença (ou diferença realmente significativa) entre A e C é a pressuposição teórica da necessidade do controle químico para baixar os níveis populacionais de matointerferência e diminuir assim o potencial de prejuízo já demonstrado no Quadro 9.

O Quadro 10 apresenta que teorias sobre controle de plantas daninhas que são aplicadas em ambas as tradições (A e C) são relevantes no manejo de plantas daninhas dentro da tradição A, como vislumbrado em inúmeras publicações com alto fator de impacto. No Quadro 8 estão destacados os resultados empíricos de A, a partir de pressupostos teóricos (compartilhados em A e C), alcançados por metodologias validadas (em A e C) e por axiologia específica conectada ao MIPD (manejo integrado de plantas daninhas – presente tanto em A quanto em C nos modelos de produção agrícola integrada em vigor). O MIPD é um arcabouço teórico que se harmoniza com os valores de ecologia e convivências, presentes em A e C. O MIPD, como conjunto teórico, limita o método ou os métodos que são utilizados nos estudos e na prática do controle de plantas daninhas, que por sua vez executam a axiologia. Citam-se os seguintes controles (teorias vigentes na matologia): cultural (preconiza o uso de cobertura morta, culturas de cobertura e plantio direto); mecânico (conceitua o preparo do solo e roçada); físico (tem por pressuposto a solarização); biológico (prescreve conceitualmente o uso de bioprodutos). Todas essas teorias de controle (que justificam as metodologias e harmonizam-se com a axiologia) estão explicitadas no Quadro 10.

**Quadro 10 – Manejo de plantas daninhas na agricultura orgânica e/ou agroecológica** (continua)

Tratamento provenientes das teorias	Planta daninha	Controle (%)	Cultivo	Referência
Preparo do solo	Infestação mista	67% (após 1 ciclo de 3 anos)	Uva	Cabrera-Pérez <i>et al.</i> (2023)
Roçada		31% (após 1 ciclo de 3 anos)		
Cobertura morta de amêndoa		99% (após 1 ciclo de 3 anos)		
Cobertura morta de pinus		96% (após 1 ciclo de 3 anos)		
Mulching plástico	Infestação em geral	50%	Tomate	Oliveira <i>et al.</i> (2023)
	<i>Amaranthus palmeri</i>	Sem efeito		
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Sem efeito		
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	64%		
	<i>Cyperus esculentus</i>	50%		
Roçada mecânica nas entrelinhas (RM)	Infestação mista	60%	Soja	Rowland <i>et al.</i> (2023)
RM + elevada taxa de semeadura		60%		
RM + choque elétrico		60%		
Vinagre de arroz integral (5%)	<i>Ipomoea hederacea</i>	100%	Bioensaio	Win <i>et al.</i> (2023)
	<i>Chenopodium album</i>	100%		
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	100%		
	<i>Digitaria ciliaris</i>	100%		
Calda sulfocálcica (5%)	<i>Ipomoea hederacea</i>	100%		
	<i>Chenopodium album</i>	100%		
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	100%		
	<i>Digitaria ciliaris</i>	100%		
Óleo de limão	<i>Echinochloa crus-galli</i>	95-96%		
	<i>Digitaria ciliaris</i>	100%		
Óleo de toranja	<i>Echinochloa crus-galli</i>	90-96%		
	<i>Digitaria ciliaris</i>	100%		

**Quadro 10 – Manejo de plantas daninhas na agricultura orgânica e/ou agroecológica (conclusão)**

Tratamento provenientes das teorias	Planta daninha	Controle (%)	Cultivo	Referência
Cultivo de cobertura: cevada	Infestação mista	95% (redução da biomassa)	Entressafra	Pratt <i>et al.</i> (2023)
Cultivo de cobertura: aveia		96% (redução da biomassa)		
Cultivo de cobertura: centeio		90% (redução da biomassa)		
Cultivo de cobertura: trigo		92% (redução da biomassa)		
Solarização do solo antes da semeadura + capina manual aos 25 DAS	Monocotiledôneas	78% (40 DAS)	Soja	Chavan <i>et al.</i> (2021)
	Dicotiledôneas	81% (40 DAS)	Grão-de-bico	
	Monocotiledôneas	76% (40 DAS)		
	Dicotiledôneas	79% (40 DAS)		
		Densidade		
Preparo do solo	Infestação mista	70 plantas m <sup>-2</sup>	Cevada	Waclawowicz <i>et al.</i> (2023)
Preparo do solo + cultivo de cobertura		71 plantas m <sup>-2</sup>		
Preparo reduzido + cultivo de cobertura		52 plantas m <sup>-2</sup>		
Plantio direto + cultivo de cobertura		39 plantas m <sup>-2</sup>		

Observações detectáveis no Quadro anterior (10), que corroboram com o arcabouço teórico do MIPD, são comensuráveis entre A e C, em ambas limitam os métodos em A e C, os quais justificam em rede as teorias com pequenas adaptações em A e C. Essa constatação é em especial evidente quando cruzamos com o conjunto teórico desenvolvido no tópico anterior, referente a uma análise sobre o plantio direto. Dado que na abordagem sobre plantio direto, como aqui, as tradições A e C tem mais em comum, do que diferenças. Nota-se, por conseguinte e a título de exemplo, que na matologia o modelo plantio direto está associado as teorias em MIPD, com destaque para a teoria de controle cultural. E que essas teorias em MIPD se harmonizam com pontos axiológicos tanto em A quanto em C, no que concerne ao objetivo no controle ou mitigação dos possíveis problemas derivados da presença de plantas daninhas em

agroecossistemas, como pode ser certificado pelas evidências em diferentes práticas indicadas no Quadro 11.

**Quadro 11** – Plantas daninhas x plantio direto. O quanto o problema com plantas daninhas pode diminuir ou desaparecer com o uso de plantio direto na agricultura, horticultura e silvicultura?

Efeito	Referência
Plantas de cobertura auxiliaram no controle de plantas daninhas e incrementaram a produtividade de feijão ou tomate em plantio direto orgânico.	Altieri <i>et al.</i> (2011)
O cultivo de plantas de cobertura (centeio isolado ou em combinação com trevo), em antecedência do cultivo de tomate no sistema plantio direto, suprimiu em até 97% a emergência de plantas daninhas.	Chehade <i>et al.</i> (2023)
Em modelo de agricultura conservacionista para o cultivo de grãos em plantio direto nos últimos 17 anos (nos últimos 7 anos em agricultura conservacionista consolidada), avaliou-se três tipos de manejo durante o pousio: aração, preparo reduzido e plantio direto com glyphosate. A densidade de plantas daninhas e a diversidade de espécies foram maiores no preparo reduzido, intermediárias na aração e menores no plantio direto com glyphosate.	Cordeau <i>et al.</i> (2020)
O plantio direto com planta de cobertura (centeio) reduziu a densidade de plantas daninhas em 31% e reduziu a biomassa em 61% em comparação com o plantio direto sem planta de cobertura, no cultivo de soja ou milho.	Grint <i>et al.</i> (2022)
Cereais de inverno como plantas de cobertura foram eficazes na supressão de plantas daninhas na soja.	Liebert <i>et al.</i> (2023)
O centeio como planta de cobertura pode proporcionar supressão de plantas daninhas na soja de acordo com a literatura. Contudo reduziu a concentração de herbicidas pré-emergentes (sulfentrazone + s-metolachlor) no solo devido à interceptação da calda durante a aplicação.	Nunes <i>et al.</i> (2023)
Redução de aproximadamente 64% na biomassa de plantas daninhas gramíneas, para cultivo de <i>Stylosanthes guianensis</i> em consórcio com o arroz.	Rafenomanjato <i>et al.</i> (2023)
Plantas de cobertura no plantio direto de tomate reduziram em cerca de 50% a biomassa de plantas daninhas.	Samedani e Meighani (2022)
Plantas de cobertura, antecedendo o milho em plantio direto, diminuíram a emergência de plantas daninhas no cultivo principal. Sendo necessárias apenas duas aplicações de herbicidas para o controle eficaz de plantas daninhas, uma na dessecação das plantas de cobertura outra em pós-emergência do milho.	Trollove <i>et al.</i> (2024)
Sistemas com plantas de cobertura em plantio direto suprimiram as plantas daninhas no cultivo subsequente de milho doce. Além disso, não houve melhoria significativa na supressão de plantas daninhas com a aplicação de herbicidas nos tratamentos com plantas de cobertura.	Yurchak <i>et al.</i> (2023a)
Plantas de cobertura (nabo-forrageiro, trevo e centeio) no plantio direto foram eficazes no controle de plantas daninhas na soja subsequente.	Yurchak <i>et al.</i> (2023b)

Um exemplo de reticulação no progresso das tradições, compartilhado tanto em A quanto C, pode ser observado na Figura 3, ao demonstrar que compromissos na matologia são comungados e comensuráveis entre A e C, no qual a axiologia relacionada a valores ecológicos justifica os métodos aplicados aos agroecossistemas. Os valores de manejo integrado, ecologia e ecofisiologia vegetal se harmonizam com as teorias de monitoramento fitossociológico e MIPD, que limitam os métodos, que por sua vez justificam as teorias, pelo uso de práticas experimentais e estatísticas baseadas na identificação, coleta e avaliação de plantas daninhas.

**Figura 3** - Esquema da racionalidade reticular no progresso das tradições de pesquisa na matologia (ciência dentro da agronomia): exemplificação dos compromissos compartilhados entre as tradições (A e C).



O maior drama entre as tradições competidores está no fato de C incluir o controle químico (por pesticidas, no caso herbicidas), que em muitos casos está relacionado ao uso de OGM (organismos geneticamente modificados, que no caso aqui são transgênicos tolerantes a herbicidas). O controle químico é uma teoria dentro de C, que alega se harmonizar com a axiologia, por fazer parte do MIPD, que objetiva atingir o valor ecológico de trabalhar a convivência em nível

de mitigar ou eliminar a interferência. A tradição A não ousa a eliminação, mas prioriza apenas o convívio com as plantas daninhas, buscando também em sua axiologia o objetivo de mitigar a matointerferência. Enquanto C justifica métodos de estudo e prática com herbicidas, métodos esses que justificam as teorias e a necessidade do controle químico, métodos que também executam a axiologia usando os mesmos procedimentos em fitossociologia (ou próximos) que A utiliza.

O uso do controle químico por pesticidas e transgênicos em C é indicado como anômalo por A, que situa que o uso de agrotóxicos não é passível de harmonização com uma axiologia que tem por meta a sustentabilidade dos sistemas produtivos na configuração de modelos de controle de plantas daninhas que C alega adesão. Além disso, a tradição A tende a propor teorias que colocam C como menos contextual, pois C prega em termos teóricos o uso de pesticidas, o que abre espaço para A acusar C de problemas conceituais (teorias sem consistência) e empíricos (não resolvem problemas de dinâmica populacional). Enquanto C objetiva reticular, no aprimorar suas teorias de MIPD que incluem o controle químico e tentando, a partir de novas teorias, limitar métodos que lhe justifiquem. Assim como A procura reticular, para ser mais efetivo no manejo de plantas daninhas, no objetivo de diminuir as interferências negativas nos agroecossistemas, e faz isso lançando mão de metodologia e tecnologias como, por exemplo, no uso do controle físico por meio de descarga elétrica, que pode eliminar plantas daninhas (e ainda com a possibilidade de uso de instrumental digital que permite o controle localizado, algo comum em C já). Nessa tese, o foco não é valores externos, mas é necessário observar que C não é mais como era na segunda metade do século XX, e talvez possa mudar ainda mais drasticamente, ou dar origem a uma nova tradição (como a regenerativa), ou ainda hibridizar com a tradição A, essas perspectivas o futuro confirmará (ou não).



### 6.3 Conclusões

No compartilhamento de elementos triádicos entre as tradições é importante a comensurabilidade epistemológica, e a constatação de que há cientistas que trabalham nas duas tradições simultaneamente, uma vez que ao trabalhar em duas tradições, eles têm elementos que são comuns. As metodologias experimentais, as teorias relativas à formação de palha e aos seus benefícios e os valores em ecofisiologia e sustentabilidade, no plantio direto, são exemplos de componentes compartilhados nas teorias.

O sistema plantio direto, no seu arcabouço epistêmico, está presente nas tradições A e C, com pequenas distinções dentre os elementos triádicos na racionalidade reticular de Laudan, ou seja, muitos compromissos compartilhados são observados em A e C. As metodologias, que justificam as teorias e executam a axiologia, praticadas em A e C, são idênticas. As teorias sobre o aumento da matéria orgânica, desenvolvimento radicular e incremento da diversidade da microrganismos do solo, que limitam os métodos e se harmonizam com a axiologia no plantio direto, são similares em A e C. Na axiologia podem ocorrer diferenças mais significativas, no entanto, objetivos relacionados à precisão empírica na averiguação da biologia do solo justificam os métodos no plantio direto, enquanto, as metas sobre a complexação produtiva e a melhora da vida no solo se harmonizam com as teorias no plantio direto, tanto em A como em C.

A matologia é uma ciência autônoma, dentro da agronomia, que possui particularidades, e como outras não é cumulativa e não possui tradições incomensuráveis. As tradições A e C têm mais em comum na matologia, do que diferenças significativas. As reticulações em A e C podem gerar nova tradição de pesquisa, ou mesmo modificar de tal forma a existente, que não seja mais possível reconhecê-la como tal em uma retrospectiva.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese filosófica coloca em pauta alguns elementos epistemológicos para uma filosofia da agronomia, baseada na filosofia de Larry Laudan. Considera-se que conceitos e argumentações propostos desde o início da tese, são epistemológicos e permitiram configurar contextos que preparavam o caminho para o aprofundar nas questões pertinentes à discussão historicista das tradições de pesquisa na agronomia.

No trabalho há uma caracterização da multiplicidade de áreas na agronomia, além de alocar a origem das ciências agrônômicas, seu progresso e relevância. Fica apresentada também a interpretação da filosofia historicista da ciência de Laudan na formação do conhecimento agrônômico, assim como na evolução reticular das tradições de pesquisa agrônômica, ao apresentar teorias e modelos.

Foi proposto que a agronomia é uma ciência sólida, em progresso a partir da solução de problemas, e marcada por grandes conquistas científicas e tecnológicas, influenciada por valores cognitivos, com diferentes tradições de pesquisa comensuráveis e concorrentes, marcada por uma evolução racional e reticular, de notável importância social e muito prolífica. As tradições agroecológica e convencional compartilham elementos axiológicos, metodológicos e teóricos, vivem em tensionamento na busca pelo equilíbrio epistêmico e podem dar origem a uma nova tradição, denominada regenerativa, que poderá gerar um número cada vez maior de adeptos nas próximas décadas. Essas considerações ficaram, em especial, exemplificadas em estudos de caso dentro das ciências agrônômicas, realizada nos dois últimos capítulos - “Estudo em pesquisa agrônômica: sistema plantio direto e manejo do solo”; “Um estudo laudiano sobre a matologia”. Tanto o estudo sobre o modelo plantio direto, quanto a análise sobre a ciência das plantas daninhas propiciou uma leitura laudiana das ciências agrônômicas em sentido amplo.

Entende-se que os desafios prevalentes das ciências agrônômicas, seus momentos, suas tensões, sua evolução, seus dramas, as questões ambientais, sociais, políticas, econômicas e bioéticas, em si, são motivos de intensa ação e

debate filosófico. E eles se fazem presentes, embora sejam valores considerados como que em segundo plano quando se está fazendo uma análise cognitiva das tradições de pesquisa da agronomia, conforme nos sugere Laudan quanto à sua pertinência e necessidade. A tese constata, por fim, a possibilidade de aplicar a filosofia de Laudan à agronomia, com o propósito de analisar teorias, o progresso das ciências agronômicas e o compartilhamento de compromissos dentro das tradições de pesquisa. No entanto, muito ainda é necessário ser estudado e refletido sobre o que é a agronomia como ciência, suas aplicações, divulgação e popularização, seja por meio da filosofia da ciência ou pela filosofia da tecnologia, com abertura ao diálogo entre muitas outras obras e autores além de Laudan.

## REFERÊNCIAS

### Bibliografia primária

LAUDAN, L. *O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico*. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Ed. da Unesp, 2011. 352p.

LAUDAN, L. *Science and values: the aims of science and their role in scientific debate*. California: University of California Press, 1984. 149p.

### Bibliografia secundária (língua portuguesa)

ABBAGNANO, N. *Dicionário de filosofia*. 6. ed. Tradução Alfredo Bosi e Ivone C. Benedetti. São Paulo: Martins Fontes, 2012. 1210p.

ABRANTES, P. C. C. Introdução: o que é filosofia da biologia? *In: ABRANTES, P. C. C. (org.). Filosofia da biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011. 326p.

AGOSTINETTO, D.; ULGUIM, A. R.; VARGAS, L. Manejo de plantas daninhas em sistema plantio direto. *In: SISTEMA plantio direto no Brasil*. Passo Fundo, RS: Aldeia Norte, 2022. p. 107-118.

ALMEIDA, J. A agronomia entre a teoria e a ação. *Educação Agrícola Superior*, Brasília, DF, v. 18, n. 2, p. 7-13, 2000. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/pgdr/wp-content/uploads/2021/12/423.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2020.

ALTIERI, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Tradução de Eli Lino de Jesus e Patrícia Vaz. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. 592p.

ALVES, E.; CONTINI, E.; HAINZELIN, E. Transformações da agricultura brasileira e pesquisa agropecuária. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p. 37-51, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2005.v22.8686>.

ANDRADE, D.; PASINI, F. *Vida em Sintropia: Agricultura sintrópica de Ernst Götsch explicada*. São Paulo: Labrador, 2022, 256p.

AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (ed.). *Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517p.

ARRUDA, E. L.; ANTUNES, L. F. S.; SILVA, C. G.; VAZ, A. F. S. O contexto histórico da agricultura no Brasil e o despertar dos movimentos agroecológicos visando sistemas agrícolas mais sustentáveis. *Research, Society and Development*, São Paulo, v. 11, n. 13, p. e46111335026, 2022.

ASSIS, R. L. *Agricultura orgânica e agroecologia: questões conceituais e processo de conversão* (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 196). Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 35 p.

ASSIS, S. M. *Naturalismo e normatividade: a dimensão normativa do conhecimento segundo uma epistemologia naturalizada*. 175 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

BAIARDI, A. A evolução das ciências agrárias nos momentos epistemológicos da civilização ocidental. *In: Filosofia e História da Ciência no CONE SUL*, 3., 2004, Águas de Lindóia. *Anais [...]*. Campinas, SP: Unicamp, 2004b, v. único. p. 23-28.

BAIARDI, A. Agronomia: vicissitudes de ser ciência. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 69, n. 4, p. 29-33, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602017000400011>

BAIARDI, A. O. apoio à pesquisa: uma visão histórica e as especificidades das ciências agrárias. *In: SANTOS, L. W.; ICHIKAWA, E. Y.; SENDIN, P. V.; CARGANO, D. F. C. (org.). Ciência, tecnologia e sociedade: desafios da interação*. Londrina: IAPAR, 2004a. p. 155-196.

BALTAS, A.; GAVROGLU, K.; KINDI, V. Um debate com Thomas S. Kuhn. *In: KUHN, T. S. O caminho desde a Estrutura: ensaios filosóficos, 1970-1993, com uma entrevista autobiográfica*. Tradução Cezar A. Mortari. São Paulo: Editora da Unesp, 2006. p. 311-388.

BASSANI, D. A.; WENDLING, C. M.; GEBERA, O. W. T. Metodologia e análise filosófica da ciência em Larry. *Argumentos: Revista de Filosofia*, Fortaleza, v. 1, n. 31, p. 205-217, 2024

BATISTA, C. A. S.; PEDUZZI, L. O. Q. Concepções epistemológicas de Larry Laudan: uma ampla revisão bibliográfica nos principais periódicos brasileiros do ensino de ciências e ensino de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 38-55, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p38>.

BENSAUDE-VINCENT, B. *As vertigens da tecnociência: moldar o mundo átomo por átomo*. Tradução de José Luiz Cazarotto. São Paulo: Ideias e Letras, 2013. 255p.

BEZERRA, V. A. Racionalidade covariante: valores e coerência como constitutivos do conhecimento e da racionalidade científicos. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 12, n. 4, 727-750, 2014. DOI <https://doi.org/10.1590/S1678-31662014000500006>.

BEZERRA, V. A. Racionalidade, consistência, reticulação e coerência: o caso da renormalização na teoria quântica do campo. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 1, n. 2, 2003, p. 151-181. DOI <https://doi.org/10.1590/S1678-31662003000200003>.

BEZERRA, V. A. Valores e incomensurabilidade: meditações kuhnianas em chave estruturalista e laudaniana. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 455-488, 2012. DOI <https://doi.org/10.1590/S1678-31662012000300003>.

BORGES, P. B. P.; GOI, M. E. J.; VARGAS, J. P. Isomeria: A discovery by Jacob Berzelius under the eye of Larry Laudan. *Research, Society and Development*, São Paulo, v. 10, n. 13, p. e518101321535, 2021. DOI: [10.33448/rsd-v10i13.21535](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21535).

BORSATTO, R. S.; CARMO, M. S. A Agroecologia como um campo científico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 4-13, 2013. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/12890>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BORSATTO, R. S.; CARMO, M. S. Agroecologia e sua epistemologia. *Interciencia*, Caracas, v. 37, n. 9, p. 711-716, 2012. Disponível em: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/711-1%C2%BA-e-BORSATTO-6.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2022.

CARVALHO, E. J. M.; FREITAS, P. L. Plantio direto: caminho para a agricultura sustentável. In: *Encontro técnico: Tecnologias para a produção de arroz no sudeste paraense*. Belém: Embrapa Oriental, 2008, p. 93-104.

CASSOL, E. A.; DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Sistema plantio direto: evolução e implicações sobre a conservação do solo e da água. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 5, p. 333-370.

CHABOUSSOU, F. *Plantas doentes pelo uso de Agrotóxicos (A Teoria da Trofobiose)*. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256 p.

CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993. 224p.

CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; SILVA, A. D.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZU, I. Ciência das plantas daninhas: histórico, biologia, ecologia e fisiologia. In: MONQUERO, P. A. (org.). *Aspectos da biología e manejo das plantas daninhas*. SBCPD/Rima. São Carlos: [s.n.], 2014. 434p.

COSTA, M. B. B. *Agroecologia no Brasil: história, princípios e práticas*. São Paulo: Expressão Popular, 2017, 141p.

CROPLIFE BRASIL. *Agricultura regenerativa: a conservação dos recursos naturais em destaque*. [S. l.; s. n.], 2024. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/conceitos/agricultura-regenerativa/>. Acesso em: 24 jan. 2024.

CUPANI, A. *Filosofia da tecnologia: um convite*. 3. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2017. 233 p.

DAL MAGRO, T. Critérios de decisão entre hipóteses científicas rivais: Kuhn, Lakatos e Laudan. *Revista Eletrônica de Filosofia*, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 174-190, 2013.

DIDONET, A. D. *et al. Marco referencial em agroecologia*. Embrapa. 2006. 31p.

DILTHEY, W. *A construção do mundo histórico nas ciências humanas*. Tradução Marco Casanova. São Paulo: Unesp, 2010, 346p.

EHLERS, E. *Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma*. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178 p.

EMBRAPA. *Sistema Plantio Direto*. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto>. Acesso em: 30 nov. 2023.

ESCOSTEGUY, P. A. V.; SILVA, L. S.; RESENDE, A. V.; FONTOURA, S. M. V. Fertilidade do solo e manejo da acidez e da adubação em sistema plantio direto. *In: SISTEMA plantio direto no Brasil*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2022. p. 53-91.

FAYAD, J. A.; ARL, V.; COMIN, J. J.; MAFRA, Á. L.; MARQUESI, D. R. (org.). *Sistema de plantio direto de hortaliças: método de transição para um novo modo de produção*. São Paulo: Expressão Popular, 2019. 432p.

FEENBERG, A. *Construtivismo crítico: uma filosofia da tecnologia*. Tradução de Cristiano Cordeiro Cruz e Luiz Henrique de Lacerda Abrahão. São Paulo: Scientiae Studia, 2022. 231p.

FEENBERG, A. *Entre a razão e a experiência: ensaios sobre tecnologia e modernidade*. Tradução e notas de Eduardo Beira, Cristiano Cruz e Ricardo Neder. Lisboa, Inovatec: MITPortugal, 2019b. 363p.

FEENBERG, A. *Tecnologia, modernidade e democracia*. Tradução e organização de Eduardo Beira. Lisboa: Inovatec: MITPortugal, 2018. 257p.

FEENBERG, A. *Tecnossistema: a vida social da razão*. Tradução Eduardo Beira e Cristiano Cruz. Lisboa: Inovatec: MITPortugal, 2019a. 363p.

FERNANDES, C. H. dos S.; TEJO, D. P.; ARRUDA, K. M. A. Desenvolvimento do Sistema de Plantio Direto no Brasil: Histórico, implantação e culturas utilizadas. *Uniciências*, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 83-88, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2019v23n2p83-88>.

FEYERABEND, P. K. *Contra o método*. Tradução de Cezar Augusto Mortari. São Paulo: Ed. da Unesp, 2011. 373p.

FLECK, L. *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*. Tradução de George Otte e Mariana Camilo de Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. 201p.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; PANISSON, F. T. Sistemas integrados de produção agropecuária em plantio direto. *In: SISTEMA* plantio direto no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2022. p. 245-258.

FUKUOKA, M. *Agricultura natural* - teoria e prática da filosofia verde. São Paulo: Nobel, 1995. 300 p.

GOI, M. E. J.; LEÃO, A. F. C. Um olhar a partir da epistemologia de Larry Laudan para o ensino de ciências: a resolução de problemas em aulas de ciências. *Cadernos CIMEAC*, Uberlândia, v. 11, n. 2, p. 174-200, 2021. DOI: 10.18554/cimeac.v11i2.5213.

GOMES, J. C. C. As muitas dimensões da pesquisa em Agroecologia. *Revista Agriculturas*, Rio de Janeiro, v. 3, n.4, p. 4-5, 2006. Disponível em: <http://aspta.org.br/files/2019/11/Editor-convidado-7.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

GOMES, J. C. C. Pluralismo epistemológico e metodológico como base para o paradigma ecológico. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 121-132, 2003. Disponível em: <https://cienciaeambiente.com.br/shared-files/2306/?121-132-1.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

GUIARRARI, R. *Incomensurabilidade e racionalidade científica em Thomas Kuhn*: uma análise do relativismo epistemológico. 2004, Tese (Doutorado)-Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2004. 255p.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. *Ecologia vegetal*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 592p.

HACKING, I. *Representar e intervir*: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. Tradução de Pedro Rocha de Oliveira. Rio de Janeiro: Ed. da UERJ, 2012. 406 p.

HOWARD, A. *Un testamento agrícola*. Santiago de Chile: Imprensa Universitaria, 1947. 237 p.

JESUS, E. L. de. Histórico e filosofia da agricultura alternativa. *Proposta*, Rio de Janeiro, v. 27, p. 34-40, 1985.

JOHANN, A. L.; CASÃO JÚNIOR, R. Mecanização e novas tecnologias em plantio direto. *In: SISTEMA* plantio direto no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2022. p. 92-106.

JONAS, H. *O princípio da responsabilidade*: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Tradução de Marijane Lisboa e Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed. da PUC-Rio, 2006. 354p.



KAHLMAYER-MERTENS, R. S.; FUMANGA, M.; SIQUEIRA, F. N.; TOFFANO, C. B. *Como elaborar projetos de pesquisa: linguagem e método*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2007. v. 1. 140p.

KOEPF, H. H.; SCHAUMANN, W.; PETTERSON, B. D. *Agricultura biodinâmica*. São Paulo: Livraria Nobel, 1983. 334 p.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013. 323p.

LACEY, H. *A controvérsia sobre os transgênicos: questões científicas e éticas*. Tradução Pablo Mariconda. Aparecida: Ideias & Letras, 2006. 239p.

LACEY, H. *Valores e atividade científica 1*. Tradução de Marcos Barbosa de Oliveira, Eduardo Salles de Oliveira Barra, Carlos Eduardo Ortolan Miranda, com introdução e prefácio de Pablo Rubén Mariconda. 2. ed. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia: Editora 34, 2008. 296 p.

LACEY, H. *Valores e atividade científica 2*. Tradução de Marcos Barbosa de Oliveira, Gustavo Sigrist Betini, Marcos Rodrigues da Silva, Renato Rodrigues Kinouchi, Maria Inês Rocha e Silva Lacey, Laura Cardellini Barbosa de Oliveira, Regina André Rebollo, Pablo Rubén Mariconda. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia: Editora 34, 2010. 352p.

LACEY, H. *Valores e atividade científica 3*. São Paulo: Scientiae Studia, 2022. 421p.

LAUDAN, L.; DONOVAN, A.; LAUDAN, R.; BARKER, P.; BROWN, H.; LEPLIN, J.; THAGARD, P.; WYKSTRA, S. Mudança científica: modelos filosóficos e pesquisa histórica. *Dossiê Filosofia da Ciência – Estudos Avançados*, São Paulo, v. 7, n. 19, p. 6-89, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40141993000300002>.

LISBINSKI, F. C.; MÜHL, D. D.; OLIVEIRA, L. D.; CORONEL, D. A. Perspectivas e desafios da Agricultura 4.0 para o setor agrícola. *Anais VIII Simpósio da Ciência do Agronegócio*, 2020.

LORETO, M. L.; MASSARANI, L. M.; MOREIRA, I. C. Repercussões do caso Lysenko no Brasil. *Anais Eletrônicos do 14º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia – 14º SNHCT*, 2014. p. 1-16.

MACHADO, M. A.; RHODEN, A. C. Aplicação da agricultura regenerativa no Brasil: estudo de caso no oeste catarinense. *Anais de Agronomia*, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 14-36, 2022.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 312p.

MARQUES, M. O. *Escrever é preciso: o princípio da pesquisa*. Ijuí: Ed. da Unijuí, 2006. 154p.

- MARQUES, N. L. R. *Epistemologia do século XX*. 56 f. Monografia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Sul-Rio-Grandense. Pelotas, Rio Grande do Sul, 2013. 56 p.
- MASSONI, N. T. Epistemologias do século XX. *In*: MOREIRA, M. A.; VEIT, E. A. *Textos de Apoio ao Professor de Física*, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 96, 2005.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. *Histórias das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea*. São Paulo: Ed. da Unesp, 2010. 568p.
- MENEGUELI, H.; FERRARI, J. L.; SIQUEIRA, H. M.; LIMA, W. L.; AMARAL, A. Agroecologia brasileira no marco do plano nacional de agroecologia e produção orgânica: cenário atual, perspectivas e desafios. *Enciclopédia Biosfera*, Jandaia, GO, v. 11, n. 22, p. 29-45, 2015.
- MOULINES, C. U. O desenvolvimento moderno da filosofia da ciência (1890-2000). Tradução de Cláudio Abreu. São Paulo: Associação Filosófica ScientiaeStudia, 2020.
- NORDER, L. A.; LAMINE, C.; BEWON, S.; BRANDENBURG, A. Agroecologia: polissemia, pluralismo e controvérsias. *Ambiente e Sociedade*, Campinas, SP, v. 19, n. 3, p. 1-20, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC129711V1932016>.
- OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H.; RICCI, T. S. F.; PRADO, S. D. Tradição de pesquisa quântica: uma interpretação na perspectiva da epistemologia de Larry Laudan. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 366-386, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/94531>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- PAULINO, J. S.; GOMES, R. A. A institucionalização da agroecologia no Brasil: trajetórias acadêmicas e laços discursivos. *Sociedade e Estado*, São Paulo, v. 35, p. 307-337, 2020.
- PESA, M. A.; OSTERMANN, F. La ciencia como actividad de resolución de problemas: la epistemología de Larry Laudan y algunos aportos para las investigaciones educativa en ciencias. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 2, p. 84–99, 2002. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/85030>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- PONS, M. A. *História da agricultura*. 2. ed. ampl. Caxias do Sul: Maneco, 2008. 320p.
- POPPER, K. R. *A lógica da pesquisa científica*. 2. ed. Tradução de Leonidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 2013. 454p.
- PRÄSS, A. R. *Epistemologias do século XX*. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. 80 p.

- PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente*. 2. ed. rev. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 143p.
- PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais*. Cotia: Brasil Franchising, 2021. 544p.
- REICHERT, L. J.; GOMES, J. C. C. A produção agroecológica como estratégia de segurança e soberania alimentar na agricultura familiar. *Cadernos de Agroecologia*, Recife, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2013.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B.; HENZ, G. P.; RAGASSI, C. F.; ANJOS, U. G.; FERRAZ, R. M. *Novos ângulos da história da agricultura no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa, 2010. 112p.
- RODALE INSTITUTE. *Nossa história*. 2024. Disponível em: <https://rodaleinstitute.org/pt/sobre/nossa-hist%C3%B3ria/>. Acesso em: 12 mar. 2024.
- SÁ, J. C. M.; BRIEDIS, C.; FERREIRA, A. O. Manejo do carbono como componente chave do sistema plantio direto. *In: SISTEMA plantio direto no Brasil*. Passo Fundo, RS: Aldeia Norte, 2022. p. 13-52.
- SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TAMAI, M. A.; BIANCO, R. Manejo de pragas em plantio direto. *In: SISTEMA plantio direto no Brasil*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2022. p. 144-173.
- SALVI, R. F. A rede triádica dos compromissos científicos da Geografia Regional: um olhar sob a perspectiva da Teoria da Ciência de Larry Laudan. *Brazilian Geographical Journal*, Ituiutaba, MG, v. 2, p. 86-98, 2011.
- SANTANA, D. P. *A agricultura e o desafio do desenvolvimento sustentável*. Brasília, DF: Embrapa, 2005. Comunicado Técnico 132. 18 p.
- SANTIM, W. *O Brasil possível: a biografia de Herbert Bartz*. 2. ed. Londrina: Madrepérola, 2022. 332p.
- SANTOS, L. W.; ICHIKAWA, E. Y.; SENDIN, P. V.; CARGANO, D. F. C. (org.). *Ciência, tecnologia e sociedade: desafios da interação*. Londrina: IAPAR, 2004. 339p.
- SANTOS, M. L. *Abastecimento alimentar e o pequeno produtor*. 1993. Tese (Doutorado em Economia) –Universidade de São Paulo. Faculdade de Administração e Economia, São Paulo, 1993.
- SANTOS, S. C. S.; WENDLING, C. M.; MEGLHIORATTI, F. A. A epistemologia de Larry Laudan: diferentes tradições nas explicações dos seres vivos e suas implicações para o Ensino de Ciências e Biologia. *Ressonâncias Filosóficas*, [S.l.], v. 2, p. 555-574, 2018.

SEUS, B. S. Larry Laudan: da noção de progresso científico à fundamentação do naturalismo normativo. *Diaphonía*, Toledo, PR, v. 6, n. 2, p. 154-165, 2020. DOI: <https://doi.org/10.48075/rd.v6i2.26676>.

SILVA NETO, B. *A questão agroecológica: uma perspectiva ecossocialista*. Curitiba: CRV, 2017. 242p.

SILVA, A. F. M.; GIRALDELI, A. L.; SILVA, G. S.; ARAÚJO, L. S.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; VICTORIA FILHO, R. Introdução à ciência das plantas daninhas. In: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. *Matologia*. Fábrica da Palavra, Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. p. 9-40.

SILVA, A. P. N. B. História Agrária no Brasil: conflitos, lutas, resistências e memórias. *Ágora*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. e-2020310309, 2020. DOI: <https://doi.org/10.47456/e-2020310309>.

SILVA, M. R.; SANTOS, J. M. S. Plantio direto no Sertão Semiárido Nordeste. In: *SISTEMA* plantio direto no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2022. p. 279-298.

SILVA, P. R.; VALE, F. X. R.; JAHNEL, M. C. Retrospecto e atualidade da engenharia agrônoma. In: Francisco Xavier Ribeiro do Vale (ed.). *Trajectoria e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia: volume XI* engenharia agrônoma. Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 2010. p. 19-48.

SOARES, R. M.; DEBIASI, H.; MEYER, M. C.; LOBO JR. M. Manejo de doenças em sistema plantio direto. In: *SISTEMA* plantio direto no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2022. p. 119-143.

TUCHANSKA, B. Thomas Kuhn e seus modificadores intercontinentais. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 505-533, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662012000300005>

VALE, S. M. L. R. do. *Gestão Agroindustrial e Administração Rural*. Viçosa, MG: UFV, 2005.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. *O solo como sistema*. Curitiba: Ed. dos Autores, 2011. 104 p.

ZANELLA, M.; MARCHESI, D. R.; WILDNER, L. P. Sistema plantio direto de hortaliças (SPDH): experiências em Santa Catarina. In: *SISTEMA* plantio direto no Brasil. Passo Fundo, RS: Aldeia Norte, 2022. p. 205-217.

### Bibliografia secundária (idioma estrangeiro)

AGOSTINETTO, D.; SILVA, D. R. O.; VARGAS, L. Soybean yield loss and economic thresholds due to glyphosate resistant hairy fleabane interference. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 84, p. e0022017, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000022017>.

ALBRECHT, L. P.; KRENCHINSKI, F. H.; GOMES, A. O.; ALBRECHT, A. J. P.; MATTIUZZI, M. D.; CASSOL, M. Performance of fall and winter crops in a no tillage system in west Paraná State. *Acta Scientiarum-Agronomy*, Maringá, v. 40, 34999, 2018. DOI <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.34999>.

ALLEN, J.; PELZER, C. J.; BROCKMUELLER, B.; SILVA, E. M.; RYAN, M. R. No yield benefit from starter fertilizer in soybean no-till planted into rolled-crimped cereal rye. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, Madison, v. 6, p. 4, e20434, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/agg2.20434>.

ALMS, J.; CLAY, S. A.; VOS, D.; MOEHNIG, M. Corn yield loss due to volunteer soybean. *Weed Science*, Champaign, Ill, v. 64, n. 3, p. 495-500, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-D-16-00004.1>.

ALTIERI, M. A.; LANA, M. A.; BITTENCOURT, H. V.; KIELING, A. S.; COMIN, J. J.; LOVATO, P. E. Enhancing crop productivity via weed suppression in organic no-till cropping systems in Santa Catarina, Brazil. *Journal of Sustainable Agriculture*, [S.l.], v. 35, n. 8, p. 855-869, 2011.

BADGLEY, C.; MOGHTADER, J.; QUINTERO, E.; ZAKEM, E.; CHAPPELL, M. J.; AVILÉS-VÁZQUEZ, K.; PERFECTO, I. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, [S.l.], v. 22, n. 2, p. 86–108, 2007. DOI: 10.1017/s1742170507001640.

BARNES, E. R.; JHALA, A. J.; KNEZEVIC, S. Z.; SIKKEMA, P. H.; LINDQUIST, J. L. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) interference with soybean in Nebraska. *Agronomy Journal*, Madison, v. 110 n. 2, p. 646-653, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2017.09.0554>.

BASINGER, N. T.; JENNINGS, K. M.; MONKS, D. W.; JORDAN, D. L.; EVERMAN, W. J.; HESTIR, E. L.; BROWNIE, C. Large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) and Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) intraspecific and interspecific interference in soybean. *Weed Science*, Champaign, Ill, v. 67, n. 6, p. 649-656, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2019.43>.

BERRY, W. *The Unsettling of America: Culture and Agriculture*. New York: Counterpoint, 2004. 246p.

BOCQUET-APPEL, J. P. When the world's population took off: the springboard of the Neolithic Demographic Transition. *Science*, [S.l.], v. 333, n. 6042, p. 560-561, 2011.

BORLAUG, N. E.; NARVAEZ, I.; ARESVIK, O.; ANDERSON, R. G. A green revolution yields a golden harvest. *Columbia Journal World Business*, Columbia, v. 4, n.3, p. 9-19, 1969.

BRAZ, G. B. P.; CRUVINEL, A. G.; CANEPPELE, A. B.; TAKANO, H. K.; SILVA, A. G. D.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Sourgrass interference on soybean grown in Brazilian Cerrado. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 34, n. 2, p. 350-358, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n211rc>.

CABRERA-PÉREZ, C.; LLORENS, J.; ESCOLA, A.; ROYO-ESNAL, A.; RECASENS, J. Organic mulches as an alternative for under-vine weed management in Mediterranean irrigated vineyards: Impact on agronomic performance. *European Journal of Agronomy*, Firenze, v. 145, 126798, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126798>.

CAMPANELLI, G.; TESTANI, E.; CANALI, S.; CIACCIA, C.; LETEO, F.; TRINCHERA, A. Effects of cereals as agro-ecological service crops and no-till on organic melon, weeds and N dynamics. *Biological Agriculture & Horticulture*, [S.I.], v. 35, n. 4, p. 275-287, 2019.

CHAVAN, A. A.; NARKHEDE, W. N.; GARUD, H. S. Evaluation of organic weed management practices on growth, yield and weed control efficiency in soybean-chickpea sequence under irrigated condition. *Legume Research*, [S.I.], v. 44, p. 8, p. 921-928, 2021. DOI: 10.18805/LR-4402

CHEHADE, L. A.; ANTICHI, D.; FRASCONI, C.; SBRANA, M.; TRAMACERE, L. G.; MAZZONCINI, M.; PERUZZI, A. Legume cover crop alleviates the negative impact of no-till on tomato productivity in a Mediterranean organic cropping system. *Agronomy*, [S.I.], v. 13, n. 8, p. 2027, 2023.

CIACCIA, C.; ARMENGOT MARTINEZ, L.; TESTANI, E.; LETEO, F.; CAMPANELLI, G.; TRINCHERA, A. Weed functional diversity as affected by agroecological service crops and no-till in a mediterranean organic vegetable system. *Plants*, [S.I.], v. 9, n. 6, p. 689, 2020.

CORDEAU, S.; BAUDRON, A.; ADEUX, G. Is tillage a suitable option for weed management in conservation agriculture? *Agronomy*, [S.I.], v. 10, n. 11, p. 1746, 2020.

CUNNINGHAM, S. *The Restoration Economy*. [S.I.]: Berrett-Koehler, 2002. 340 p.

DEGANI, O.; GORDANI, A.; BECHER, P.; CHEN, A.; RABINOVITZ, O. Crop rotation and minimal tillage selectively affect maize growth promotion under late wilt disease stress. *Journal of Fungi*, [S.I.], v. 8, n. 6, p. 586, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof8060586>.

DEJONG-LAMBERT, W. *The Cold War Politics of Genetic Research: an Introduction to the Lysenko Affair*. Dordrecht: Springer Science Media, 2012. 185 p.

DIAMOND, J.; BELLWOOD, P. Farmers and their languages: the first expansions. *Science*, [S.l.], v. 300, n. 5619, p. 597-603, 2003.

DIÉGUEZ, A. *Adiós a Larry Laudan, el brillante filósofo que advirtió que la ciencia no busca la verdade*. 2022. Disponível em: [https://www.elconfidencial.com/cultura/2022-09-02/larry-laudan-obituario-filosofia-de-la-ciencia\\_3483766/](https://www.elconfidencial.com/cultura/2022-09-02/larry-laudan-obituario-filosofia-de-la-ciencia_3483766/). Acesso: 21 nov. 2023.

DIESEL, F.; TREZZI, M. M.; GALLON, M.; MIZERSKI, P. H. F.; BATISTEL, S. C.; PAGNONCELLI, F. B. Interference of broadleaf buttonweed and white-eye in soybean. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 38, p. e020186466, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100022>.

DURHAM, T. C.; MIZIK, T. Comparative Economics of Conventional, Organic, and Alternative Agricultural Production Systems. *Economies*, Paris, v. 9, n. 2, 64, p. 1-22, 2021. DOI: 10.3390/economies9020064.

EKBOIR, J. M. Research and technology policies in innovation systems: zero tillage in Brazil. *Research Policy*, [S.l.], v. 32, n. 4, p. 573-586, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00058-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00058-6).

FALVEY, J. L. *Agriculture & Philosophy: agricultural science in philosophy*. Australian: Thaksin University Press, 2020. 308p.

FLOSOS, J. D.; NEWSOME, R.; FISHER, W.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; CHEN, H.; DUNNE, C. P.; ZIEGLER, G. R. Feeding the World Today and Tomorrow: The Importance of Food Science and Technology. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Chicago, v. 9, n. 5, p. 572–599, 2010. DOI:10.1111/j.1541-4337.2010.00127.x.

FRANCIS, C.; LIEBLEIN, G.; GLIESSMAN, S.; BRELAND, T. A.; CREAMER, N.; HARWOOD, R.; POINCELOT, R. Agroecology: the ecology of food systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, [S.l.], v. 22, n. 3, p. 99-118, 2003.

FRASER, E. D. G.; RIMAS, A. *Empires of Food: Feast, Famine, and the Rise and Fall of Civilizations*. New York: Atria Books, 2010. 320p.

GAETA, R.; LUCERO, S. Naturalismo, normatividade y racionalidad en Laudan. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, Córdoba, v. 9, n. 9, p. 163-166, 2003.

GALON, L.; BAGNARA, M. A. M.; GABIATTI, R. L.; REICHERT JÚNIOR, F. W.; BASSO, F. J. M.; NONEMACHER, F.; FORTE, C. T. Interference periods of weeds infesting maize crop. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 10, n. 10, p. 197-205, 2018. DOI:10.5539/JAS.V10N10P197.

GALON, L.; BASSO, F. J. M.; CHECHI, L.; PILLA, T. P.; SANTIN, C. O.; BAGNARA, M. A. M.; ... FORTE, C. T. Weed interference period and economic threshold level of ryegrass in wheat. *Bragantia*, Campinas, SP, v. 78, n. 3, p. 409-422, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20180426>.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; SILVA, A. F.; CONCENÇO, G. Estimating yield losses in soybean due to sourgrass interference. *Planta Daninha*, Rio de

Janeiro, v. 37, p. e019190835, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100047>.

GEMELLI, A.; DE OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; DE CAMPOS JUMES, T. M.; GHENO, E. A.; FRANCHINI, L. H. M. Estratégias para o controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura milho safrinha. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Brasília, DF, v. 12, n. 2, p. 162-170, 2013. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v12i2.201>.

GOLDBERG, R. A.; DAVIS, J. H. *A concept of agribusiness Boston*: Harvard University, 1957. 136 p.

GRINT, K. R.; ARNESON, N. J.; OLIVEIRA, M. C.; SMITH, D. H.; WERLE, R. Cereal rye cover crop terminated at crop planting reduces early-season weed density and biomass in Wisconsin corn–soybean production. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, Madison, v. 5, n. 1, p. e20245, 2022.

GUILLAUMIN, G. El naturalismo normativo y sus problemas (normativos). *Signos Filosóficos*, México, v. 10, n. 20, p. 95-119, 2008. Disponível em: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-13242008000200005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-13242008000200005). Acesso em: 22 jan. 2020.

HILLISON J. The Origins of Agriscience: Or Where Did All That Scientific Agriculture Come From? *Journal of Agricultural Education*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 8-13, 1996. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=8a8ca6ed47e300e217d0c335eed10aa7db643393>. Acesso em: 22 jan. 2022

HUSSAIN, Z.; MARWAT, K. B.; CARDINA, J.; KHAN, I. A. Xanthium strumarium L. impact on corn yield and yield components. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, [S.l.], v. 38, n. 1, 39-46, 2014. DOI: 10.3906/tar-1210-53.

INGRAFFIA, R.; AMATO, G.; RUISI, P.; GIAMBALVO, D.; FRENDIA, A. S. Early sowing can boost grain production by reducing weed infestation in organic no-till wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, [S.l.], v. 102, n. 14, p. 6246-6254, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11973>.

JAIN, H. K. *The Green Revolution: History, Impact, and Future*. São Paulo: LLC, 2018. 278p.

JORAVSKY, D. *The Lysenko Affair*. Chicago: University of Chicago Press, 1986. 338 p.

KARKANIS, A.; ATHANASIADOU, D.; GIANNOULIS, K.; KARANASOU, K.; ZOGRAFOS, S.; SOUIPAS, S.; DANALATOS, N. Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) Interference, control and recovery under different management practices and its effects on the grain yield and quality of maize crop. *Agronomy*, Medson, v. 10, n. 2, 266, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10020266>.



KITCHER, P. *Science, truth, and democracy*. New York: Oxford University, 2001. 219p.

KLAGES, K. H. Crop ecology and ecological crop geography in the agronomic curriculum. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, v. 20, n. 4, p. 336-353, 1928.

KOROHOU, T.; OKINDA, C.; LI, H.; TOROTWA, I.; DING, Q.; ABBAS, A. Effect of no-till precise seeding on wheat (*Triticum aestivum* L.) population quality at the emergence stage. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, Laore, v. 32, n. 1, p. 186-198, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36899/JAPS.2022.1.0414>.

LARSEN, C. S. The Agricultural Revolution as Environmental Catastrophe: Implications for Health and Lifestyle in the Holocene. *Quaternary International*, [S.l.], v. 150, n. 1, p. 12-20, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2006.01.004>

LAUDAN, L. A confutation of convergent realism. *Philosophy of Science*, Cambridge, v. 48, p. 19-49, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1086/288975>.

LAUDAN, L. *Beyond positivism and relativism: theory, method and evidence*. Colorado, Westview Press, 1996. 277p. DOI: 10.1023/a:1005393922419.

LAUDAN, L. Discussion: Invention and justification. *Philosophy of Science*, Cambridge, v. 50, p. 320-322, 1983. DOI: <https://doi.org/10.1086/289113>

LAUDAN, L. Kuhn's critique of methodology. In: PITT, J. C. (ed.). *Change and progress in modern science*. Dordrecht: D. Reidel, 1985. p. 283-299.

LAUDAN, L. Methodology's Prospects. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, v. 2: Symposia and Invited Papers, 1986. p. 347-354. DOI 10.1086/psaprocbienmeetp.1986.2.192813.

LAUDAN, L. Normative naturalism. *Philosophy of Science*, Cambridge, v. 57, n. 1, p. 44-59, 1990. DOI: 10.1086/289530.

LAUDAN, L. Progress or rationality? The prospects for normative naturalism. *American Philosophical Quarterly*, [S.l.], 24, p. 19-31, 1987. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/20014171>. Acesso em: 22 nov. 2023.

LAUDAN, L.; LAUDAN, R. The re-emergence of hyphenated history-and-philosophy-of-science and the testing of theories of scientific change. *Studies in History and Philosophy of Science*, Oxford, v. 59, p. 74-77, 2016. DOI: 10.1016/j.shpsa.2016.06.009.

LAUDAN, R.; LAUDAN, L.; DONOVAN, A. Testing theories of scientific change. In: LAUDAN, R.; LAUDAN, L.; DONOVAN, A. (ed.). *Scrutinizing science: empirical studies of scientific change*. Dordrecht, Reidel, 1988. p. 3-44.

LIEBERT, J.; MIRSKY, S. B.; PELZER, C. J.; RYAN, M. R. Optimizing organic no-till planted soybean with cover crop selection and termination timing.

*Agronomy Journal*, Madison, v. 115, n.4, p. 1938-1956, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.21390>.

LORENZETTI, J. B. *Interferência de Conyza spp. na produtividade da soja e nível de dano econômico*. 2019. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, Palotina, PR, 2019. 30 f. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/81747>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MAHAJAN, G.; CHAUHAN, B. S. Interference of wild oat (*Avena fatua*) and sterile oat (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*) in wheat. *Weed Science*, Champaign, Ill, v. 69, n. 4, p. 485-491, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.25>.

MAKOWSKI, D.; NESME, T.; PAPY, F.; DORÉ, T. Global agronomy, a new field of research. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Paris, v. 34, p. 293–307, 2014. DOI: 10.1016/S0308-521X(97)00034-6.

MANALIL, S.; ALI, H. H.; CHAUHAN, B. S. Interference of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in wheat. *Weed Science*, Champaign, Ill, v. 68, n. 1, p. 98-103, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2019.69>.

MANALIL, S.; CHAUHAN, B. S. Interference of turnipweed (*Rapistrum rugosum*) and Mexican pricklepoppy (*Argemone mexicana*) in wheat. *Weed Science*, Champaign, Ill, v. 67, n. 6, p. 666-672, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2019.42>.

MASSINGA, R. A.; CURRIE, R. S.; TROOIJEN, T. P. Water use and light interception under palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and corn competition. *Weed Science*, Champaign, Ill, v. 51, n. 4, 523-531, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2003\)051\[0523:WUALIU\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0523:WUALIU]2.0.CO;2).

METZGER, B. A.; SOLTANI, N.; RAEDER, A. J.; HOOKER, D. C.; ROBINSON, D. E.; SIKKEMA, P. H. Multiple herbicide-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) dose response to tolypyralate and tolypyralate plus atrazine and comparison to industry standard herbicides in corn. *Weed Technology*, Champaign, Ill, v. 33, n. 2, p. 366-373, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2019.20>.

MUPANGWA, W.; YAHAYA, R.; TADESSE, E.; NCUBE, B.; MUTENJE, M.; CHIPINDU, L.; KASSA, A. Crop productivity, nutritional and economic benefits of no-till systems in smallholder farms of Ethiopia. *Agronomy*, Madison, v. 13, n. 1, p. 115, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13010115>.

NEWTON, P.; CIVITA, N.; FRANKEL-GOLDWATER, L.; BARTEL, K.; JOHNS, C. What is regenerative agriculture? A review of scholar and practitioner definitions based on processes and outcomes. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, [S.l.], v. 4, p. 194, 2020.

NUNES, J. J.; ARNESON, N. J.; DEWERFF, R. P.; RUARK, M.; CONLEY, S.; SMITH, D.; WERLE, R. Planting into a living cover crop alters preemergence herbicide dynamics and can reduce soybean yield. *Weed Technology*,

Champaign, Ill, v. 37, n. 3, p. 226-235, 2023. DOI:  
<https://doi.org/10.1017/wet.2023.41>.

OLIVEIRA, T. R.; SERAFIM, A. D.; BRELAND, B.; MILLER, A.; BENETON, K.; SINGH, V.; TSENG, T. M. An integrated weed management approach in tomato using soil steaming, mulching, and winter cover crops. *Frontiers in Agronomy*, [S.I.], v. 5, p. 1075726, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1075726>.

PETHYBRIDGE, S. J.; BROWN, B. J.; KIKKERT, J. R.; RYAN, M. R. Rolled-crimped cereal rye residue suppresses white mold in no-till soybean and dry bean. *Renewable Agriculture and Food Systems*, [S.I.], v. 35, n. 6, p. 599-607, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S174217051900022X>.

PRATT, R. C.; SCHUTTE, B. J.; IDOWU, O. J.; UCHANSKI, M.; GRANT, L. Fall-sown small grain cover crops for weed suppression and soil moisture management in an irrigated organic agroecosystem. *Renewable Agriculture and Food Systems*, [S.I.], v. 38, p. e1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1017/S174217052200028X>.

RAFENOMANJATO, A.; RIPOCHE, A.; MARNOTTE, P.; LETOURMY, P.; AUTFRAY, P.; RANDRIAMAMPINANINA, J. A.; MOONEN, A. C. No-till with *Stylosanthes guianensis* cover crop affects weed community and improves weed management in upland rainfed rice in Madagascar. *Weed Research*, Oxford, v. 63, n. 3, p. 175-185, 2023.

ROSENBERG, Alexander. Normative naturalism and the role of philosophy. *Philosophy of Science*, Chicago, v. 57, n. 1, p. 34-43, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1086/289529>.

ROWLAND, A. V.; MENALLED, U. D.; PELZER, C. J.; SOSNOSKIE, L. M.; DITOMMASO, A.; RYAN, M. R. High seeding rates, interrow mowing, and electrocution for weed management in organic no-till planted soybean. *Weed Science*, [S.I.], v. 71, n. 5, p. 478-492, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2023.45>.

SAFDAR, M. E.; TANVEER, A.; KHALIQ, A.; MAQBOOL, R. Critical competition period of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L) in maize. *Crop Protection*, [S.I.], v. 80, p. 101-107, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.11.002>.

SAMEDANI, B.; MEIGHANI, F. Effect of cover crops residue on weed control and yield in conservation tillage tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) production. *Weed Biology and Management*, [S.I.], v. 22, n. 3, p. 59-67, 2022.

SCOTT, D. N. *Food, genetic engineering and philosophy of technology: magic bullets, technological fixes and responsibility to the future*. Montana: Springer: The University of Montana, 2018. 158p.

SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. Control of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) with tiafenacil mixes in corn. *Weed Technology*, Champaign, Ill, v. 35, n. 6, p. 908-911, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2021.44>.

STUDMAN, C. J. *Agricultural and Horticultural Engineering: Principles, Models, Systems, and Techniques*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1990. 500p.

THOMPSON, P. B. *Farming, the Virtues, and Agrarian Philosophy*. Lund University Libraries: Oxford Handbooks, 2018. 15p.

THOMPSON, P. Philosophy of agricultural technology. In: MEIJERS, A. *Philosophy of technology and engineering sciences*. Amsterdam: Elsevier, 2009. Chapter 28. p. 1257–1273. DOI: 10.1016/B978-0-444-51667-1.50048-3.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A.; PATEL, F.; MIOTTO JUNIOR, E.; DEBASTIANI, F.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; MOSQUEN, R. Impact of *Conyza bonariensis* density and establishment period on soyabean grain yield, yield components and economic threshold. *Weed Research*, Oxford, v. 55, n. 1, p. 34-41, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/wre.12125>.

TROLOVE, M. R.; JAMES, T. K.; WYNNE-JONES, B. H.; HENDERSON, H. V.; GERARD, P. J. Winter cover crops to reduce herbicide inputs into spring-planted maize pastoral systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, v. 67, n. 1, 66-80, 2024.

VAJARI, M. M.; HOSSEINI, S. J. F.; MIRDAMADI, S. M.; *Philosophy of technology: a gateway to agricultural development*. Lambert: LAP USA, 2020. 132p.

WACŁAWOWICZ, R.; GIEMZA, M.; PYTLARZ, E.; WENDA-PIESIK, A. The impact of cultivation systems on weed suppression and the canopy architecture of spring barley. *Agriculture*, [S.l.], v. 13, n. 9, p. 1747, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13091747>.

WATERLOW, J. C.; ARMSTRONG, D. G.; FOWDEN, L.; RILEY, R. *Feeding a World Population of More than Eight Billion People: a Challenge to Science*. Series: Topics in Sustainable Agronomy. Oxford: Oxford University Press, 1998. 279p.

WEI, X.; LUO, J.; PU A.; LIU, Q.; ZHANG, L.; WU, S.; LONG, Y.; LENG, Y.; DONG, Z.; WAN, X. From Biotechnology to Bioeconomy: A Review of Development Dynamics and Pathways. *Sustainability*, [S.l.], v. 14, n. 16, 10413, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su141610413>.

WIN, P. P.; PARK, H. H.; KUK, Y. I. Control efficacy of natural products on broadleaf and grass weeds using various application methods. *Agronomy*, [S.l.], v. 13, n. 9, p. 2262, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13092262>.

YOUNG, M. D.; ROS, G. H.; DE VRIES, W. Impacts of agronomic measures on crop, soil, and environmental indicators: A review and synthesis of meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, [S.l.], v. 319, p. 107551, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107551>.

YURCHAK, V. L.; LESLIE, A. W.; HOOKS, C. R. Assessing the efficacy of living and dead cover crop mixtures for weed suppression in sweet corn. *Agronomy [S.l.]*, v. 13, n. 3, p. 688, 2023a.

YURCHAK, V.; LESLIE, A.; HOOKS, C. R. Influence of cover cropping and conservation tillage on weeds during the critical period for weed control in soybean. *Weed Technology*, Champaign, Ill, v. 37, n. 5, p. 512-521, 2023b.