

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: AGRICULTURA  
E AMBIENTE

Mariana Poll Moraes

**O ENSINO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO NOS CURSOS DE  
AGRONOMIA DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES)  
BRASILEIRAS**

Frederico Westphalen, RS  
2021

**Mariana Poll Moraes**

**O ENSINO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO NOS CURSOS DE AGRONOMIA  
DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES) BRASILEIRAS**

Dissertação de mestrado apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Luis Santi

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Toebe

Frederico Westphalen, RS  
2021

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Moraes , Mariana Poll  
O ENSINO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO NAS INSTITUIÇÕES  
DE ENSINO SUPERIOR (IES) BRASILEIRAS / Mariana Poll  
Moraes . - 2021.  
100 p. ; 30 cm

Orientador: Antônio Luis Santi  
Coorientador: Marcos Toebe  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Campus de Frederico Westphalen, Programa de Pós  
Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, RS, 2021

1. Agricultura de Precisão 2. Educação 3.  
Sustentabilidade 4. Agricultura Digital I. Santi, Antônio  
Luis II. Toebe, Marcos III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

---

© 2021

Todos os direitos autorais reservados a Mariana Poll Moraes. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Linha Sete de Setembro, s/n – BR 386, Km 40, Frederico Westphalen – RS, CEP 98400-000.

E-mail: mari\_poll@gmail.com

**Mariana Poll Moraes**

**O ENSINO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO NOS CURSOS DE AGRONOMIA  
DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES) BRASILEIRAS**

Dissertação de mestrado apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

**Aprovado em 25 de junho de 2021:**

---

**Antônio Luis Santi, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**André Luis Vian (UFRGS)**

---

**Maurício Roberto Cherubin (ESALQ/USP)**

Frederico Westphalen, RS  
2021

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao meu Bondoso Deus, que jamais me deixou derramar uma lágrima, sem reconhecer que a alegria retornaria pela manhã. Dedico ao meu companheiro de vida, João Antônio Paraginski, que jamais me deixou sozinha ou desanimar. E dedico a minha família que me foi base para chegar até aqui.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Bondoso Deus, por me manter perseverante e corajosa nos momentos de dificuldade enfrentados ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais Erani e Sônia, que mesmo possuindo uma vida singela me proporcionaram a educação que tenho hoje, e o amor necessário para seguir resiliente nessa trajetória.

Agradeço aos demais familiares, que de alguma forma demandaram apoio e afeto, para que eu conseguisse vencer esta etapa.

Sou grata por todo amor, carinho e compreensão que meu companheiro, João Antônio, dedicou-me. Sem a sua paciência e palavras de conforto jamais teria findado este estudo. O seu amor me foi sustentação, seu carinho minha preciosa companhia, e sua compreensão intrinsecamente necessária para que eu pudesse seguir determinada.

Deixo meus agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Luis Santi, por me dar a oportunidade de realizar esta pesquisa, e também por toda contribuição na elaboração e execução deste trabalho. Obrigada professor, por toda a confiança a mim outorgada, e por ser meu “guia” na área da agricultura de precisão.

Agradeço ao meu coorientador, Prof. Dr. Marcos Toebe, pelos valiosos conselhos recebidos durante toda minha trajetória na pós-graduação. Agradeço também, as suas contribuições essenciais e todo seu precioso tempo despendido para o aprimoramento desta pesquisa. Muito obrigada pelas oportunidades professor!!!

Agradeço aos demais docentes do PPGAAA, e também aos funcionários da Secretaria Unificada de Pós-Graduação (SUPG), por todo auxílio sempre que necessário.

Agradeço à Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência (FATEC) da UFSM, pela concessão de subsídios no primeiro ano de mestrado. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos no último ano do curso de mestrado.

Sou grata ao pessoal do Laboratório de Agricultura de Precisão do Sul (LAPsul), pelo acolhimento e momentos de descontração durante o período de mestrado. Agradeço por terem feito parte da minha trajetória, e auxiliado na elaboração deste trabalho.

Por fim, agradeço a UFSM pelo ensino gratuito e de qualidade que me proporcionou.

*Dai-me Senhor, a perseverança das ondas do mar, que fazem de cada recuo, um ponto de partida para um novo avançar.*

*(CECÍLIA MEIRELES)*

## RESUMO

### O ENSINO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO NOS CURSOS DE AGRONOMIA DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES) BRASILEIRAS

AUTORA: Mariana Poll Moraes  
ORIENTADOR: Antônio Luis Santi

A agricultura de precisão tem se mostrado uma importante ferramenta para alcançar altos níveis de produtividade, segurança alimentar e sustentabilidade. No entanto, a literatura demonstra uma lenta e heterogênea adoção da mesma, principalmente em função da falta de conhecimento e entendimento sobre as técnicas de agricultura de precisão e a carência acentuada de indivíduos qualificados no assunto. Dessa forma, sendo as Instituições de Ensino Superior as principais formadoras de profissionais capacitados e qualificados tecnicamente, o presente estudo objetivou realizar um levantamento junto aos cursos de agronomia das Instituições de Ensino Superior brasileiras, sobre a abordagem e estruturação do ensino e pesquisa na área de agricultura de precisão. Para isso, realizou-se uma pesquisa exploratória, qualitativa e não-probabilística, mediante o envio de questionário virtual. Os dados referentes aos cursos de agronomia do país, foram extraídos da plataforma pública e- MEC. Após a obtenção dos questionários respondidos, os dados foram tabulados e submetidos a estatística descritiva. Foram elaborados gráficos percentuais para cada questão, por região e a nível nacional. O estudo contou com a participação de 162 cursos superiores de agronomia do Brasil, correspondendo a 58,1% do total de cursos do país. Os resultados mostraram que mais da metade dos cursos, abordam a temática agricultura de precisão como “parte de outra disciplina”, principalmente em disciplinas pertencentes as áreas de geoprocessamento, topografia e sensoriamento remoto. As regiões Sul e Sudeste destacaram-se na oferta de agricultura de precisão como “disciplina obrigatória”. Enquanto isso, as regiões Centro-Oeste e Norte, destacaram-se na abordagem de agricultura de precisão como “disciplina optativa”. Os docentes que ministram o assunto nos cursos de agronomia brasileiros, não possuem necessariamente especialização na área, e obtiveram acesso ao assunto durante a formação docente. O GPS é a principal ferramenta disponível para auxílio das atividades envolvendo a temática. Consequentemente, as pesquisas desenvolvidas pelas instituições, encontram-se principalmente na área de manejo georreferenciado de atributos de solo e plantas. Em suma, este estudo constitui a primeira investigação sobre a abordagem e estruturação dos cursos superiores de agronomia das Instituições de Ensino Superior do Brasil, sobre a agricultura de precisão; portanto, poderá ser usado como referência para os futuros estudos que serão desenvolvidos. Além disso, salienta-se a importância do conhecimento sobre a abordagem desse tema nos cursos do país, para o auxílio na disseminação e sucesso da mesma no sistema agrícola. Por fim, destaca-se a necessidade da inclusão de disciplinas de agricultura de precisão nas grades curriculares dos cursos de agronomia do Brasil, para promoção da capacitação profissional necessária e atendimento das demandas sociais e econômicas por mão de obra especializada na área.

**Palavras-chave:** Educação. Agricultura Digital. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

### TEACHING IN PRECISION AGRICULTURE IN AGRONOMY COURSES OF BRAZILIAN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS (HEIs)

AUTHOR: Mariana Poll Moraes

ADVISOR: Antônio Luis Santi

Precision agriculture has proven to be an important tool for achieving high levels of productivity, food security and sustainability. However, the literature demonstrates a slow and heterogeneous adoption of it, mainly due to the lack of knowledge and understanding about the techniques precision agriculture and the marked lack of qualified individuals in the subject. Thus, with higher education institutions being the main trainers of technically qualified professionals, the present study aimed to conduct a survey the agronomy courses of Brazilian Higher Education Institutions, on the approach and structuring of teaching and research in the area of precision agriculture. For this, an exploratory, qualitative and non-probabilistic research was carried out, through the sending of a virtual questionnaire. The data regarding the country's agronomy courses were extracted from the public platform and MEC. After obtaining the answered questionnaires, the data were tabulated and submitted to descriptive statistics. Percentage graphs were drawn up for each question, by region and at national level. The study had the participation of 162 higher agronomy courses in Brazil, corresponding to 58.1% of the country's total courses. The results showed that more than half of the courses deal with the theme of precision agriculture as "part of another discipline", mainly in disciplines belonging to the areas of geoprocessing, topography and remote sensing. The South and Southeast regions stood out in the supply of precision agriculture as a "mandatory discipline". Meanwhile, the Midwest and North regions stood out in the precision agriculture approach as "optional discipline". The professors who teach the subject in Brazilian agronomy courses do not necessarily have specialization in the area, and gained access to the subject during teacher training. GPS is the main tool available to assist activities involving the theme. Consequently, the research developed by the institutions is mainly in the area of georeferenced management of soil and plant attributes. In short, this study is the first research on the approach and structuring of higher agronomy courses in Higher Education Institutions in Brazil, on precision agriculture; therefore, it can be used as a reference for future studies that will be developed. In addition, the importance of knowledge about the approach to precision agriculture in the country's courses is highlighted, dissemination and success in the agricultural system. Finally, we highlight the need for the inclusion of precision agriculture disciplines in the curriculum of agronomy courses in Brazil, to promote the necessary professional training and meeting social and economic demands by specialized labor in the area.

**Keywords:** Education. Digital Agriculture. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Cursos participantes, por Unidade da Federação e separação por grande região – Enade/2019 – Agronomia.....	47
Figura 2 – Distribuição dos centros de pesquisas e áreas de adoção de agricultura de precisão no Brasil. ....	57
Figura 3 – Mapa do Brasil com os cursos superiores de Agronomia: a) selecionados para o estudo; e, b) participantes do estudo.....	59
Figura 4 – Percentuais da abordagem de agricultura de precisão como “Disciplina Obrigatória” nos cursos superiores de agronomia do Brasil, conforme a categoria administrativa da instituição.....	64
Figura 5 – Percentuais da abordagem de agricultura de precisão como “Disciplina Optativa” nos cursos superiores de agronomia do Brasil, conforme a categoria administrativa da instituição.....	66
Figura 6 – Percentuais da abordagem de agricultura de precisão como “Parte de outra disciplina”, nos cursos superiores de agronomia do Brasil, conforme a área das disciplinas e regiões brasileiras. ....	67
Figura 7 – Percentuais sobre a formação acadêmica, com ênfase ou sem ênfase em agricultura de precisão, dos docentes responsáveis pela discussão do tema ou condução da disciplina, nos cursos de agronomia, conforme a região do Brasil. ....	70
Figura 8 – Percentuais da percepção dos cursos de agronomia, sobre as necessidades de formação dos docentes responsáveis pela discussão do tema ou condução da disciplina de agricultura de precisão, conforme as regiões do Brasil. ....	72
Figura 9 – Percentuais sobre a estrutura e recursos didáticos dos cursos superiores de agronomia, para o ensino e a pesquisa em agricultura de precisão, conforme as regiões do Brasil. ....	76
Figura 10 – Percentuais das ferramentas utilizadas pelos cursos superiores de agronomia, para auxiliar no ensino e na pesquisa em agricultura de precisão, conforme as regiões do Brasil. ....	78
Figura 11 – Pesquisas desenvolvidas pelos cursos superiores de agronomia, na área de agricultura de precisão, conforme as regiões do Brasil. ....	81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Instituições de educação superior e matrículas em cursos de graduação, segundo a organização acadêmica da instituição – Brasil – 2018. ....	43
Tabela 2 – Médias de Formação Geral (FG), Componente Específico (CE) e Nota Geral dos cursos de graduação no Enade 2019. ....	46
Tabela 3 – Total de cursos de agronomia participantes, por categoria administrativa, segundo a região e o conceito Enade.....	48
Tabela 4 – Números absolutos e valores percentuais sobre a forma de abordagem de agricultura de precisão nos cursos superiores de agronomia, conforme as regiões do Brasil. ....	60

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	15
2.1 AGRICULTURA E AS TECNOLOGIAS .....	15
2.2 AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	17
2.2.1 Conceito .....	17
2.2.2 Histórico.....	18
2.2.3 Contexto contemporâneo no Brasil.....	22
2.2.4 Complexidades.....	27
2.2.5 Perspectivas futuras .....	29
2.3 IMPORTÂNCIA DA CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL E A AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	30
2.4 O ENSINO ACADÊMICO, A PESQUISA, A INOVAÇÃO CIENTÍFICA E A AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	34
2.4.1 O surgimento dos cursos de agronomia .....	34
2.4.2 Os primórdios acadêmicos da agricultura de precisão .....	40
2.4.3 Contexto das IES brasileiras e os cursos de agronomia .....	42
2.4.4 Atuações científicas em agricultura de precisão: destaques, projetos e a Embrapa .....	51
2.4.5 Produção científica em agricultura de precisão .....	55
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	58
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	60
4.1 ABORDAGEM DE AGRICULTURA DE PRECISÃO NAS IES BRASILEIRAS .....	60
4.2 DOCENTES DAS IES BRASILEIRAS E O ENSINO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	69
4.3 ESTRUTURA E RECURSOS DIDÁTICOS DAS IES BRASILEIRAS PARA O ENSINO E A PESQUISA EM AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	75
4.4 PESQUISAS EM AGRICULTURA DE PRECISÃO NAS IES BRASILEIRAS .....	80
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	85
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	86
<b>APÊNDICE A</b> .....	98

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o aumento da população global, e a crescente demanda por alimentos, fez com que a sociedade refletisse quanto a segurança alimentar e sustentabilidade, buscando uma produção agrícola baseada no uso eficiente de recursos naturais (TEY; BRINDAL, 2012). Para alcançar esses propósitos, o uso de novas tecnologias tem se mostrado cada vez mais necessário. Dentre as ferramentas disponíveis na produção agrícola, encontra-se a agricultura de precisão (AP) (KOUNTIOS et al., 2018).

A AP pode ser definida como uma estratégia de gestão que utiliza tecnologias para coletar, processar e examinar dados. Ações estas, que irão orientar a tomada de decisões pelo produtor rural, e auxiliar na elevação dos níveis de produtividade, eficiência e sustentabilidade da propriedade (PATHAK; BROWN; BEST, 2019). Além disso, a literatura tem mostrado, que a utilização das técnicas relacionadas a variabilidade temporal e espacial dos talhões da lavoura, podem auxiliar na lucratividade, otimização de rendimentos, aumento da qualidade agregada ao produto, e redução de custos (PAUSTIAN; THEUVSEN, 2017).

No entanto, mesmo cotada como uma forma relevante para o sistema produtivo, a AP carece de aprimoramentos e da resolução rápida dos obstáculos que impedem sua adoção e disseminação (SOARES FILHO; CUNHA, 2015). Dentre as principais dificuldades, encontram-se a falta de conhecimento e entendimento sobre as técnicas de AP e a falta de indivíduos capacitados nos mais variados setores da agricultura (MARTINS; CARDOSO, 2019).

Segundo Teixeira, Clemente e Braga (2013), as Instituições de Ensino Superior (IES), são as principais formadoras de capital humano de alta qualidade técnica. Além disso, elas são capazes de promover o desenvolvimento do agronegócio, fornecendo mão de obra qualificada e apta tecnicamente, além de capacitar os profissionais que irão integrar os centros de pesquisa e extensão, os diferentes níveis da cadeia produtiva, e inclusive as próprias instituições de ensino. Porém, quando se trata da AP, nem todas as IES estão preparadas para suprir a demanda por profissionais especializados em suas técnicas, e que consigam aplicá-las eficientemente.

Essa carência acentuada por indivíduos capacitados na área de AP, é frequentemente apontada pela literatura, como um desafio ocasionado pela educação ineficaz dessa temática (BOSOMPEM, 2021), visto que muitos cursos das ciências agrárias possuem currículos desatualizados (OFORI; EL-GAYAR, 2020). Esse fato, acaba por retardar a transferência de

conhecimentos e inovações tecnológicas, acentuando as deficiências em AP de modo generalizado (TAVARES et al., 2014).

Dessa forma, o entendimento dos fatores e das complexidades que impedem a disseminação da AP no Brasil são extremamente importantes, pois possibilitam a elaboração de estratégias e alternativas para promover a sua adoção (BERNARDI; INAMASU, 2014). Entretanto, no Brasil, há poucos estudos voltados a AP (RESENDE et al., 2014), principalmente para a totalidade do território nacional e características educacionais. Assim, o presente estudo possuiu como objetivo a investigação dos cursos de agronomia das IES brasileiras, relatando a abordagem e estruturação do ensino e pesquisa na área de AP.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 AGRICULTURA E AS TECNOLOGIAS

Até meados do século XX, a agricultura praticada era muito rudimentar, baseada na tração animal e na força do próprio agricultor. Esse tipo de prática agrícola, sendo a mais moderna e tecnológica até então, proporcionava baixa produtividade e ficou conhecida como agricultura 1.0. Posteriormente, mais ou menos na década de 1950, a substituição da força animal pela mecanizada com seus motores a combustão, foi denominada de agricultura 2.0. Entre os anos de 1990 e 2010, as inovações tecnológicas que chegaram no mercado, como por exemplo o sistema Global Positioning System (GPS), e a preocupação com a sustentabilidade e produtividade, levaram o setor produtivo a vivenciar a agricultura 3.0, que surge como auxílio aos produtores no gerenciamento e tomada de decisões (OLIVEIRA, et al., 2020). É justamente nesta fase da agricultura que inicia a chamada agricultura de precisão (AP).

Na atualidade, vivencia-se uma nova revolução agrícola, iniciada a partir dos anos 2010, a chamada agricultura 4.0 ou agricultura digital. Esta agricultura engloba o sistema de computadores de alto desempenho, sensoriamento e a inovação da comunicação máquina a máquina. Mesmo o cenário agrícola ainda estando se adaptando a cada revolução na agricultura, especialistas já abordam a chegada da agricultura 5.0, a partir do ano 2022. Essa agricultura por sua vez, envolve fortemente a inteligência artificial e robôs agrícolas autônomos, focada ainda mais na maximização produtiva com a utilização racional de insumos (MUSSRUHÁ; LEITE, 2017; EMBRAPA, 2018a; ESPERIDIÃO; SANTOS; AMARANTE, 2019; MUSSRUHÁ et al., 2020).

Com a existência de formatos diferentes de agricultura, no país também coexistem níveis diferentes de adoção e desenvolvimento de cada sistema. Isso acaba por tornar o setor heterogêneo, essencialmente de uma região a outra do Brasil (LOBÃO; STADUTO, 2020). De acordo com Fornazier e Vieira Filho (2011), a desconformidade no território brasileiro, possivelmente seja originada por fatores históricos, relacionados a concentração fundiária, políticas agrícolas e de crédito rural, que favoreceram especialmente produtores imponentes, e também influenciada por condições climáticas e da própria adoção de tecnologias. Assim sendo, os autores descrevem o meio rural como um contraste entre o pobre e atrasado, perante o moderno e produtivo. Enfatizam ainda, não ser o grande ou o pequeno agricultor os principais

agentes de evidenciação da heterogeneidade, pois o processo exige uma abordagem sistêmica, onde a tecnologia pode reverter ou agravar esta desconformidade na agricultura.

Vieira Filho e Fishlow (2017), afirmam que tecnologia, pesquisa e produtividade, são os eixos norteadores da economia agrícola. Nesse sentido, o processo de adoção e posterior disseminação de uma tecnologia, implica que seus resultados sejam superiores a eficiência das técnicas tradicionais e já utilizadas. Conseqüentemente, obtendo-se rentabilidade, há uma predisposição a incorporação da nova técnica que é mais moderna ao sistema de produção.

Paralelamente, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), tem ganhado notoriedade no setor rural. Definida como um conjunto de tecnologias, que integra informática (softwares e hardware), microeletrônica (sistemas embarcados, de monitoramento, identificação e controle), estrutura telecomunicativa (satélites, televisão, internet, aparelhos celulares) e armazenagem de informações, estão intrinsecamente relacionadas as modificações na agricultura (OLIVEIRA et al., 2011).

Zambalde et al. (2011), afirmam que assim como as formas de agricultura, as TICs também não se disseminaram globalmente de forma uniforme. Contrapondo o setor agrícola, as outras seções da sociedade, comércio, serviço e indústria, acolheram descomplicadamente as TICs. Adicionalmente, Martins e Cardoso (2019), indicam que as TICs conferem incrementos na produtividade, mas também o aperfeiçoamento da gestão, supervisão, assistência e compartilhamento de informações dos estabelecimentos agrícolas.

Outra abordagem, pondera que na contemporaneidade, os indivíduos transformaram-se em agentes participantes do processo de informação, comunicação e transferência de conhecimento, alterando o status de simples receptor. Isso é traduzido como um viés rentável aos indivíduos, que passam a contar com sofisticação e vantagens, especialmente os pequenos agricultores, pela minimização dos riscos (FERRAZ; PINTO 2017). Porém, como destacam Zambalde et al. (2011), não exclusivamente estes, mas também as cooperativas, indústrias, e organizações setoriais (marketing, comércio, financeiro, entre outros mais).

Assim, as tecnologias trazem mudanças nos diferentes níveis da sociedade, rural ou não, conferindo desenvolvimento, pela aderência de novas maneiras de produção, execução de técnicas, organização, e associação de diferentes métodos (SEIDLER; FRITZ FILHO, 2016).

Portanto, associadamente, tática, gestão e conhecimento, são capazes de oportunizar a competitividade do setor e fomentar a potencialização da rentabilidade, por meio da vantajosa ampliação das capacidades produtivas e labor agrícola. Por fim, inegavelmente, a inovação

somente alcançará a plenitude de disseminação, quando suprir as carências e resolver os problemas da agricultura (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

## 2.2 AGRICULTURA DE PRECISÃO

### 2.2.1 Conceito

O termo agricultura de precisão (AP) surgiu no início da década de 90 (ISPA, 2020). Atualmente, na literatura encontra-se uma vasta gama de autores que conceituaram a AP ao longo destes anos. De acordo com a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o conceito de AP no Brasil a partir de 2013, define que: *“é um conjunto de ferramentas e tecnologias capaz de possibilitar um sistema de gerenciamento agrícola, tomando como base a variabilidade espacial e temporal da unidade produtiva, e assim buscar o aumento do retorno econômico, sustentabilidade e minimização dos impactos ao ambiente”* (AsBraAp, 2020).

Em 2018, a Sociedade Internacional de Agricultura de precisão (ISPA), como única sociedade científica mundial totalmente dedicada à AP, defrontou-se com a necessidade de fornecer uma definição clara e de orientação a respeito do conceito de AP. Assim, ao final de 2018, com a contribuição de pesquisadores do mundo inteiro, a ISPA publicou oficialmente o conceito internacional, onde definiu-se a AP como *“uma estratégia de gestão que reúne, processa e analisa dados temporais, espaciais e individuais e os combina com outras informações para apoiar as decisões de gestão de acordo com a variabilidade estimada para melhorar a eficiência do uso de recursos, produtividade, qualidade, rentabilidade e sustentabilidade da produção agrícola”* (ISPA, 2020).

Ainda na literatura, pode-se encontrar a AP definida como uma forma moderna de gerenciamento agrícola, que integra um conjunto de técnicas que envolvem máquinas, equipamentos, softwares e indivíduos capacitados, com o objetivo de aumentar a eficiência dos recursos por aplicações no local correto, momento adequado e quantidades necessárias, garantindo incremento de rendimentos, racionalização do uso de insumos, proteção ambiental e rastreabilidade das atividades agrícolas (AMADO; SANTI, 2007).

A AP também pode ser interpretada como uma abordagem ampla, sistêmica e multidisciplinar, visando a gestão do sistema produtivo como um todo, além de obtenção de dados e processamento de informações detalhadas (MARTINS, 2018).

Contudo, mesmo havendo uma conceituação mais objetiva e esclarecedora a partir dos anos 2000, a tradução do termo inglês “*precision agriculture*”, criado nos Estados Unidos da América e que deu origem ao termo em português “agricultura de precisão”, ainda ocasiona discussões em virtude da tradução do termo “precisão”. No território brasileiro, passou-se a contextualizar qualquer atividade agrícola que englobasse maior precisão, isto é, exatidão e também eletrônicos, como sendo parte integrante da própria AP. No entanto, a utilização de ferramentas da agricultura convencional, como por exemplo, uma máquina agrícola com sistemas de distribuição uniforme e regular, que desempenha operações com erro tolerável, não a fazem por esta característica destinada à AP, porque esta máquina apenas está realizando suas devidas operações para os fins que foi programada, podendo ser AP ou agricultura convencional. Porém, para que as operações desta mesma máquina integrem a AP é necessário que seu gestor leve em consideração a variabilidade espacial da lavoura, e por meio de tal, compreenda sua área como heterogênea e plausível de manejo à taxa variada (INAMASU; BERNARDI, 2014).

### **2.2.2 Histórico**

Historicamente, acredita-se que a mais remota civilização a praticar, mesmo que de forma empírica, as primeiras tentativas de aplicações localizadas de insumos, tenham sido os povos pré-colombianos andinos: os incas. Este povo em suas plantações, distribuía peixes como fonte de fertilizantes, ao lado das plantas de milho, sendo que o tamanho do peixe depositado, era consoante ao tamanho da planta de milho (BALASTREIRE, 2000).

Posteriormente, na Europa, técnicas agrícolas que buscavam um melhor rendimento dos cultivos, considerando os aspectos de localização e fertilidade do solo, eram executadas por agricultores antes mesmo do período da Revolução Industrial (LAMPARELLI, 2016). Estes agricultores possuíam pequenas propriedades, e na grande maioria das vezes tratavam seus cultivos conforme as necessidades locais. Entretanto, quando surgiu a necessidade de expansão das unidades produtivas, a conceituação definida para o modelo de agricultura praticado foi de agricultura convencional, e factualmente os produtores rurais da época, se quer sabiam que já praticavam os princípios da AP (MACHADO et al., 2018).

Com os produtores rurais já reconhecendo os benefícios da aplicação diferenciada de esterco e material calcário, em 1929 nos Estados Unidos da América, surgiram os fundamentos da chamada Agricultura de Precisão Moderna. O marco para o feito, reporta a dois

pesquisadores, C. M. Linsley e F. C. Bauer, e para a circular n° 346 da Estação Experimental Agrícola da Universidade de Illinois. Neste documento os pesquisadores sugeriram, a utilização de malhas de 100 x 100 metros para determinação da necessidade de aplicação diferencial de calcário a campo (PIRES, et al., 2004; COELHO, 2005; LAMPERELLI, 2016; EMBRAPA, 2020).

Contudo, as reais práticas de AP só foram intensificadas a partir da década de 1980 (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015). Pois após, a publicação de C. M. Linsley e F. C. Bauer, com o aumento progressivo de cultivos extensivos e o uso de máquinas de grande porte e de maiores capacidades, o manejo localizado se tornou impraticável, preferindo-se gerenciamentos com aplicação de insumos em taxas uniformes (PIRES, et al., 2004; INAMASU; BERNARDI, 2014).

Na década de 1980, o ressurgimento da AP no hemisfério norte (EUA e Europa), foi impulsionado com o desenvolvimento de microcomputadores, sensores e sistemas de rastreamento terrestres e via satélite (PIRES et al., 2004). Neste período, os EUA realizou as primeiras adubações automáticas à taxa variada, e na Europa foram confeccionados os primeiros desenhos de mapas de produtividade (VELLAR; GADOTTI; LUZ, 2016).

Este interesse pela AP pelos agricultores americanos, ocorreu devido a percepção do aumento da eficiência dos sistemas de produção e da otimização dos custos, possibilitada pela aplicação de insumos à taxa variável, que ao final da safra resultava na maximização de rendimentos (BERNARDI et al., 2015). Além disso, pesquisadores essencialmente da área de solos da Universidade de Minnesota, destacavam com ênfase a grande variabilidade espacial existente nas lavouras. A argúcia destes pesquisadores, levou no final da década de 1980 a originar ao que se conhece atualmente como International Congress of Precision Agriculture (ICPA). E posteriormente, foi responsável pela criação da International Society of Precision Agriculture (ISPA) (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015).

No continente europeu, igualmente atraído pela AP, o fascínio pode ser explicado pelo grande interesse na minimização dos impactos ambientais, e também pela possibilidade de rastreamento dos produtos e garantia de segurança alimentar, atributos permitidos com o uso das técnicas de AP (ANSELMINI, 2012).

Enquanto isso, o Brasil nos anos de 1980, possuía apenas 7% de seus estabelecimentos agropecuários com disponibilidade de tratores. A utilização da tração animal e ferramentas manuais era prioritária, ignorando-se a correção do solo e a própria diferenciação dos talhões dentro da área produtiva (JACTO, 2017).

O Sistema por Satélite de Navegação Global (GNSS), mais conhecido como GPS (Sistema de Posicionamento Global), definido por Anselmi (2012), como o maior impulso para a difusão da AP, já era uma ferramenta desenvolvida desde o ano de 1978 nos EUA, permitindo o levantamento de dados de solo e clima. No entanto, apenas a partir da década de 1990 passou a ser utilizado de fato na agricultura, quando se tornou operacional (MIRANDA; VERRÍSSIMO; CEOLIN, 2017). Assim, em 1990, na Alemanha, ocorreu a confecção do primeiro mapa de produtividade derivado de um monitor de rendimento acoplado com a ferramenta GPS, para a cultura da canola (BERNARDI et al., 2015).

Cronologicamente, somente a partir dos anos de 1990, a agricultura brasileira expandiu a utilização da eletrônica no campo. O custo dos maquinários passou a ser acessível para pequenos e médio produtores (VELLAR; GADOTTI; LUZ, 2016). Em 1995, chegaram ao Brasil as primeiras colhedoras equipadas com monitores de produtividade e equipamentos de distribuição com sensores para aplicação de fertilizantes em taxa variada (BRASIL, 2013a).

As primeiras máquinas aplicadoras de fertilizantes, sementes e granulados à taxas variáveis, mesmo que equipadas com controladores estrangeiros, foram fabricadas no Brasil em 2001. No ano seguinte, 2002, foram produzidos os primeiros controladores nacionais para taxa variável (MOLIN, 2017). Ressalta-se, que também nos anos 2000, os EUA promulgaram o importante decreto, retirando o erro proposital no sinal do sistema de GPS para uso civil e internacional, assim, as localizações no sistema passaram a desempenhar uma precisão com cerca de 10 metros (DUARTE; COELHO, 2020).

Com a circulação de maquinários mais tecnológicos no mercado brasileiro, a década de 2000, iniciou com grandes expectativas, porém, em pouco tempo notou-se rápido retraimento dos agricultores na aquisição de frotas de maquinários equipados com GPS e sensores de produtividade. Muito deveu-se, à dificuldade no processamento dos dados coletados, da pouca operacionalidade dos monitores de colheita e a complexidade para compreender os mapas gerados, e a partir deles realizar recomendações e manejo (RESENDE et al., 2014).

A fase inicial de adoção da AP no Brasil, pode ser comparada diretamente com o que aconteceu ao Sistema Plantio Direto (SPD) em seu momento de introdução. Por mais de 20 anos, entre 1970 e 1993, a difusão do SPD nas lavouras brasileiras não foi expressiva. Além disso, os princípios fundamentais do SPD eram desempenhados e estudados de forma separada e independente um dos outros. Somente quando passou-se a tratar o SPD como um sistema de práticas integradas, e unir pesquisa e desenvolvimento, obteve-se avanços quantitativos e qualitativos. Assim, por conseguinte, tanto para AP quanto para o SPD, houve um rápido

momento inicial de euforia e adoção desequilibrada, seguido por desapontamento e abandono, e finalmente após anos, alcançando ressurgimento e adoção ordenada (MOLIN, 2004; ANSELMINI, 2012).

Nessa fase, conseqüentemente, foram fundadas as primeiras empresas consultoras e prestadoras de serviços em AP. Além disso, já se evidenciava a existência de duas expressivas vertentes da AP: a primeira voltada para gestão da variabilidade espacial, utilizando as ferramentas de amostragem de solo, mapeamento e aplicações localizadas; e a segunda, impulsionada por iniciativas da indústria automotiva e fornecedores de soluções, para realizar a automação das máquinas agrícolas (MOLIN, 2017).

Devido ao fato da ocorrência simultânea, da chegada de tecnologias de última geração, sofisticação de maquinários e disseminação do termo AP, criou-se o equivocado pensamento que a AP é uma forma de agricultura que está necessariamente relacionada as tecnologias sofisticadas. Não bastando, os maquinários de interesse à indústria eram de grande porte e não haviam se popularizado em todas as propriedades brasileiras. Além do mais, o sistema de GPS necessitava de um elevado custo para aquisição. Isso gerou o questionamento de qual seria o tamanho mínimo das propriedades para a utilização de AP resultar em benefícios, e claramente passou-se a acreditar que apenas agricultores de alto poder econômico poderiam praticar a AP (INAMASU; BERNARDI, 2014).

Esses fatores ocasionaram uma lenta e desigual adoção da AP no país. Além de tudo, o conceito e definições das técnicas e formas de manejo em AP não estavam perceptíveis para grande parte do setor do agronegócio. Nem se quer falava-se em alcançar a sustentabilidade com uso da AP (BERNARDI et al., 2015).

No setor público, o incentivo para adoção de AP partiu do MAPA, quando em 2005 criou a Coordenação de Acompanhamento e Promoção da Tecnologia Agropecuária (CAPTA) e do Departamento de Propriedade Intelectual e Tecnologia Agropecuária (DEPTA). Ambos com o objetivo de acompanhar as demandas globais e executar estratégias competentes, frente as mudanças enfrentadas pela agricultura (BRASIL, 2011).

Em 2007, o MAPA formalizou e iniciou o Comitê Brasileiro de Agricultura de Precisão (WERLANG, 2018). Mais tarde, em 20 de setembro de 2012, foi oficializado por portaria do Ministério, e passou a se chamar: Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP). Dentre as funções desempenhadas pela CBPA destacam-se: articulação, interlocução, consultoria e proposição na área de AP, envolvendo integrantes do governo, indústrias agrícolas, produtores, cooperativas, pesquisa, academia, prestadores de serviço e outros

(BRASIL, 2013a). No ano de 2015, foi fundada a Associação Brasileira dos Prestadores de Serviços em Agricultura de Precisão (ABPSAP), tendo como propósito a integração de empresas, pesquisadores, profissionais autônomos e de cooperativas, e a possibilidade de trocas de experiência e boas práticas e técnicas de trabalho entre os membros (MOLIN, 2017; ASPSAP, 2020). No mês de abril de 2016, foi criada a Associação Brasileira de Agricultura de Precisão (AsBraAP), oficializada em novembro daquele ano. A própria Associação define que seu objetivo está relacionado a contribuição para desenvolvimento científico e tecnológico, inovação e difusão do uso de práticas, técnicas e tecnologias em AP. (AsBraAP, 2020).

Ante o exposto, focalizando-se exclusivamente no século XX, ocasião em que a AP passou a obter expressividade e moldar-se ao formato como é conhecida atualmente, observa-se um período fortemente marcado por práticas agrícolas uniformes. Os fatos que potencializaram tal ocorrido, podem ser elencados como a Revolução Verde (1960-1980), e em segunda instância os avanços genéticos vivenciados a partir dos anos 1990 (PAMPLONA; SILVA, 2018).

Essas decorrências levaram a intensificar o manejo homogêneo das lavouras brasileiras, ignorando-se as particularidades de cada talhão e da agricultura de um modo geral. Em resposta a isso, a AP surgiu como ruptura paradigmática frente aos princípios e práticas da agricultura tradicional. Segundo Oliveira (2009), a AP veio para resgatar o conhecimento agrônomo fundamental, por meio de um enfoque sistêmico e multidisciplinar do setor agrícola, e assim alcançar a produtividade e sustentabilidade no ambiente de produção. Por fim, a AP necessita ser encarada e difundida como uma agricultura capaz de detalhar minuciosamente as adversidades das lavouras, uma vez que essas informações são cruciais para o gerenciamento e manejo eficiente (RESENZE et al., 2014).

### **2.2.3 Contexto contemporâneo no Brasil**

Nos últimos 10 anos, muitas foram as transformações no campo e conquistas da AP. Consciente de que as inovações tecnológicas garantem progresso e vantagens, em levantamento recente, a Embrapa analisou os parâmetros brasileiros sobre esta forma de agricultura. Consoante aos resultados, a região Sul do país foi definida como a principal adotante das técnicas de AP, seguida pela Sudeste e Centro-Oeste (ALBA; ZANELLA, 2016). Coincidentemente, a região Sul, mais especificamente o estado do Rio Grande do Sul, possui o maior número de estudos referentes a adoção da AP no Brasil.

Na literatura não é raro encontrar trabalhos, como o de Oliveira (2016), que descrevem o processo de difusão da AP como “lento” e “heterogêneo”. Para esse autor, as ferramentas da AP estão separadas por diferentes fases de desenvolvimento e implantação. O autor destaca ainda, que é a própria forma de adoção das tecnologias habilitadoras da AP que terão um aspecto mais relevante no seu sucesso de implementação no país.

Como foi descrito no histórico da AP, com os primórdios da mesma associada ao intensivo processo de mecanização e modernização rural brasileira, formulou-se popularmente a ilusão que apenas grandes proprietários de terras poderiam implantá-la. Até mesmo dentro da Embrapa, chegou-se a questionar a veracidade de tal opinião, esclarecida para a instituição a partir do ano de 2009 (INAMASU; BERNARDI, 2014). Anselmi (2012), estudando a adoção da AP no RS, averiguou que geralmente são proprietários com maiores extensões de terras que a utilizam, no entanto, não na totalidade de suas propriedades. De acordo com o autor, há expressiva relutância dos pequenos agricultores em adquirir novas formas de agricultura, enquanto há maior aceitação e mais fácil difusão entre os maiores produtores. Contudo, revisão de literatura feita por Alba e Zanella (2016), demonstra que mesmo a região Centro-Oeste concentrando as maiores propriedade agrícolas do país, é na região Sul que ela se encontra melhor difundida.

Vale considerar, que a AP pode gerar bons resultados para pequenos produtores, isto porque, seus princípios atendem a potencialização dos recursos, e diminuição de uso de insumos. Além disso, quando o proprietário não possui equipamentos suficientes para realizar a AP, pode contar com o auxílio de cooperativas, ou então, terceirização de atividades. Seguindo as premissas da AP, quanto menor a quantidade de terras, maiores seriam os benefícios, pela maximização dos recursos existentes, diminuição de riscos e maior assertividade na gestão. Entretanto, há a conotação de que a transformação de um sistema por meio de práticas inovadoras, será sempre dificultado e cercado de dúvidas (ANSELMÍ, 2012; FIORIN; AMADO, 2016; FERRAZ; PINTO, 2017).

No estudo de Soares Filho e Cunha (2015), foram descritas as particularidades da adoção de AP na região sudoeste do estado de Goiás, destacada como polo brasileiro do desenvolvimento do agronegócio. No estudo, inúmeros indicadores foram apresentados para o Centro-Oeste do Brasil. No quesito assistência técnica especializada para uso das tecnologias de AP, os autores encontraram que cerca de 88% dos agricultores necessitam contratar esse tipo de serviço. Em termos de qualificação dos colaboradores, mais da metade (57%) dos entrevistados respondeu não realizar a preparação dos trabalhadores. Mas quando ocorre, o

treinamento especializado geralmente é ofertado pelas empresas ligadas ao setor de maquinários agrícolas. Outras informações importantes, como a diminuição na interferência ao meio ambiente e o aumento na produtividade, foram citadas por 68% e 70% dos entrevistados, respectivamente. Quando questionados sobre de onde parte o conhecimento obtido acerca da AP, a grande maioria destacou as empresas do agronegócio e as feiras e exposições, como as principais fontes de informações. Um resultado que deve ser destacado é a contribuição das instituições de ensino e pesquisa na visão dos produtores como fonte de informação e difusão da AP, sendo está, a fonte de menor importância para eles, contabilizada em apenas 9% das respostas. Para Soares Filho e Cunha (2015), este resultado aponta o baixo impacto que as universidades possuem como difusora e extensionista rural na área de AP. Os pesquisadores argumentam, que países como a Austrália, por exemplo, impulsionaram a contribuição das instituições superiores, e conseqüentemente a formação dos agricultores, para auxílio positivo na difusão da AP.

Em um dos únicos estudos disponíveis sobre adoção da AP na região Norte brasileira, Batista (2016), estudou a situação da região denominada Cone Sul, no estado de Rondônia, destacada pelo agronegócio e cultivo da soja. Nas 37 propriedades entrevistadas, majoritariamente os respondentes, proprietários ou gerentes rurais, eram homens, com uma faixa etária jovem, entre 35 e 48 anos, e possuíam ensino superior completo (Agronomia). Quando questionados a respeito da experiência inicial com a AP, a maior percentagem dos respondentes, destacou as empresas do setor agrícola, e as palestras e eventos que abordam o assunto, como as principais difusoras. As instituições de ensino foram uma das últimas colocadas com 5% de participação no processo de conhecimento da AP, já os profissionais da área, os engenheiros agrônomos, apareceram com percentual ainda menor de somente 3%. Como fonte de conhecimento importante e de procura dos produtores, novamente as instituições de ensino aparecem com um baixo percentual de apenas 13,5%, ficando inferiorizada cerca de 49% perante a mais mencionada: eventos e palestras.

Outro estudo com resultados interessantes, foi conduzido por Vellar, Gadotti e Luz (2016). Os pesquisadores realizaram um levantamento sobre a AP na região sul do estado gaúcho, onde averiguaram que a quantidade de máquinas agrícolas nos estabelecimentos rurais da região são sofisticados e compatíveis para execução de atividades de AP. No entanto, a grande maioria dos agricultores entrevistados não demonstrou entendimento pleno perante seus próprios maquinários e das técnicas de AP. Além deste fato ser um problema para se atingir as

potencialidades de expressão da tecnologia, os respondentes apontaram a assistência técnica na região como mediana e necessitada de consideráveis melhorias.

Em levantamento socioeconômico mais recente para o RS, os resultados de Martins e Cardoso (2019), expressam um perfil dos trabalhadores com capacitação insuficiente para execução das atividades que englobam a AP, onde somente 5% dos empregadores ofertam treinamento especializado para seus colaboradores. Sobre a perspectiva dos produtores e colaboradores perante a AP, os autores verificaram que a grande maioria não se encontrava preparada, e até mesmo descrente no uso de ferramentas de AP, no entanto, apenas 6% dos entrevistados acreditavam que não ocorreria a popularização da inovação tecnológica no campo. A abordagem do estudo também permitiu, que os autores concluíssem a importância do grau de escolaridade e tecnificação nos estabelecimentos para condução do sucesso tecnológico, que se encontra diretamente relacionado a altas produtividades e, conseqüentemente, com a satisfação dos agricultores com a AP, que recebeu uma nota 8 nesse quesito.

Ao autores Bernardi e Inamasu (2014), estenderam o diagnóstico da adoção de AP à nível nacional, e encontraram resultados que corroboram com os anteriormente citados. Isto é, estes autores reafirmam que o nível de escolaridade e faixa etária são fundamentais para adoção de inovações tecnológicas como a AP. Geralmente agricultores com mais idade estão dispostos a seguir na agricultura convencional, enquanto os mais jovens contribuem para o gerenciamento e adoção de tecnologias precursoras, no caso a AP. Ratificam ainda a predominância masculina nas atividades que envolvem AP; nível de ensino elevado; propriedades maiores, porém, sem difusão de prática na totalidade da propriedade; as empresas do setor agrícola são importantes fonte de conhecimento e difusão; há a necessidade de melhorias quanto a capacitação técnico científica em todo processo; e por fim, uma satisfação por parte dos adotantes, ao acreditarem que AP poderá se difundir por todo cenário agrícola brasileiro, aumentando a produtividade, retorno econômico, qualidade e sustentabilidade.

Os resultados encontrados na maior parte dos estudos sobre adoção de AP, condizem com o contexto rural brasileiro, expondo sua influência nas formas de gerenciamento e manejo agrícola. Consoante, ao último censo agropecuário realizado pelo IBGE em 2017, a população rural do país é caracterizada por dominância de homens na gestão das propriedades; possuindo um baixo nível de instrução, que se aproxima de 70% com apenas ensino fundamental; uma classe de idade de produtores, independente do gênero, avançada, com predominância entre 45 e 64 anos, onde a base da pirâmide etária é sustentada por um percentual insignificante de

população jovem; e o maior número de estabelecimentos possui entre 1 e 10 hectares, o que corresponde a pequenas propriedades (IBGE, 2019).

Como é possível observar, muitos índices da sociedade agropecuária brasileira, tende a desfavorecer a disseminação de tecnologias, e assim demandar solucionamentos efetivos, visto a importância aplicável. O levantamento do IBGE também mostrou, que a orientação técnica no campo não aumentou, quando comparada com o censo de 2006, baixando inclusive dois pontos percentuais, de 22% para 20% (IBGE, 2019).

Definindo-se mais especificamente os números da AP no mercado brasileiro, relata-se a pesquisa elaborada pelo Grupo Kleffmann (provedor de serviços de pesquisa de interesse no mercado agrícola), com 992 produtores das regiões Sul, Centro-Oeste e de Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). O levantamento manifestou a adoção de alguma das práticas de AP por 45% dos participantes, destacando-se o emprego das ferramentas de semeadura, agroquímicos e aplicação à taxa variável de fertilizantes (KLEFFMANN GROUP, 2020; MOLIN, 2017).

Relacionado a uma das principais tecnologias propulsoras da AP, os softwares, encontram-se poucas informações disponibilizadas na literatura. Um dos poucos trabalhos, objetivando analisar este mercado, registra que a maior quantidade de empresas desenvolvedoras de softwares agropecuários, estão concentradas na região Sudeste (64%) e Sul (24%), destacando-se os estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná. Quando analisado o contexto histórico destes locais, é possível averiguar a manifestação mais expressiva em termos de economia e tecnologia, além de deterem uma grande quantia de instituições de ensino e pesquisa (MENDES et al., 2009).

Como visto, o cenário rural brasileiro, possui um grande êxodo dos jovens, com uma percentagem quase inexpressiva de pessoas com idades inferiores a 25 anos, diminuindo ainda mais quando se trata do gênero feminino (IBGE, 2019). Conforme Ahlert (2019), os jovens com maior instrução acabam deixando o campo e indo morar nos grandes centros urbanos, atraídos por oportunidades promissoras, e pela desmotivação com o futuro no meio rural. De acordo com Chiriboga (2019), o cenário atual preocupa o processo da sucessão familiar dentro das propriedades e para o autor precisa-se modernizar o campo, e assim atrair os jovens para permanecer nele. Ainda conforme este autor, o meio rural tem incorporado inovações tecnológicas, que já são capazes de despertar novas perspectivas perante a juventude, como por exemplo a própria AP e suas ferramentas sofisticadas: drones, softwares, dentre outras.

Santiago, Santiago e Silva (2019), abordam a existência de duas correntes no campo, uma que não se adapta ou ignora as tecnologias, e acaba marginalizada, o que conseqüentemente ocasiona maiores dificuldades no cotidiano rural. Já a outra corrente, é composta por agricultores adaptados e possuidores de tecnologias, estes por sua vez, amenizam as complicações na vida rural, projetando melhor bem-estar, qualidade e oportunidades. Partindo-se da noção que a AP pode solucionar os obstáculos de sucessão e migração dos jovens no campo, além de induzir a rentabilidade e sustentabilidade, Camilotto (2019), argumenta que os principais entraves para adoção das tecnologias são a falta de conhecimento e informação sobre elas, e o estranhamento de como proceder e adquirir resultados positivos com o uso da inovação de tecnologias nas atividades.

Por fim, salienta-se que o contexto contemporâneo da AP no Brasil, é cercado por incertezas, desconfiança e ideias ilusórias, devidos à falta de informações, e principalmente por aqueles que acreditam que as técnicas da AP isoladamente são capazes de solucionar todas as disfunções e equívocos da agricultura tradicional. Contrapondo tal fato, aqueles que já adotaram a AP reconhecem seus benefícios e estão dispostos a expandir sua utilização (SOARES FILHO; CUNHA, 2015).

#### **2.2.4 Complexidades**

Perante os benefícios que a AP garante aos agricultores e a sociedade no geral, acreditava-se que sua implementação e popularização aconteceriam de modo acelerado. No entanto, toda nova técnica e tecnologia quando surgem necessitam de tempo para ganhar espaço e o devido reconhecimento (ANSELMINI, 2012).

Para Oliveira (2016), o principal entrave para difusão da AP é a carência de soluções norteadoras na tomada de decisão para um manejo eficiente. De acordo com Brasil (2019a), muitos produtores ainda não utilizam nem uma ferramenta por falta de conhecimento técnico sobre o tema. O conhecimento necessário é gerado, porém não se encontrou a maneira adequada de disseminá-lo no setor agropecuário. Muitos agricultores já adotaram a AP, porém o problema está em torná-la absorvida por toda a cadeia produtiva. Além disso, há aqueles produtores que possuem a disposição todo o aparato tecnológico para realizar a AP, porém não conseguem executá-la eficientemente e na sua potencialidade.

Na literatura, a maior parte dos estudos sobre a adoção de AP, definem a falta de mão de obra qualificada, como uma dificuldade intrínseca para o processo de implementação. Como

as técnicas realizadas nas atividades da AP são complexas, a demanda por assistência técnica especializada e qualificada é primordial. Estudos com esta discussão podem ser encontrados em: Anselmi (2012); Bernardi, et al. (2014a); Soares Filho e Cunha (2015); Artuzo (2015); Vellar; Gadotti e Luz (2016); Miranda; Veríssimo e Ceolin (2017); Oliveira e Volante (2019), dentre outros.

Na área científica, concentram-se poucos estudos voltados a AP. Nesse sentido, o setor carece de definições e pesquisas objetivas para acertar pontos básicos, mas que ainda estão descalibrados (RESENDE et al., 2014). Segundo Oliveira (2009), a falta de gerenciamento do conhecimento em AP é tida como um dos entraves primordiais na adoção das técnicas. O autor sugere ainda, que por mais que haja uma infinidade de ferramentas no mercado, a dificuldade está no estabelecimento de regulamentos e protocolos, para que o produtor se aproprie das informações e dos dados de modo satisfatório, sem que ocorra frustrações no uso da AP. De mesmo modo, existe a necessidade da simplificação dos softwares, algoritmos, computadores e de toda complexidade no manuseio das ferramentas para o agricultor. Observa-se também, grande limitação na atuação das instituições de ensino e pesquisa (WERLANG; AMADO; PES, 2019).

Outras complexidades enfrentadas pela AP são: a insatisfação dos agricultores perante a prestação de assistência técnica pós venda, estando disponíveis na literatura percentuais de até 85% de descontentamento com o serviço; alto custo para aquisição de maquinários e ferramentas (BATISTA, 2016); insegurança perante um alto investimento com retorno de capital estimado para longo prazo; difícil estabelecimento de métricas financeiras (OLIVEIRA, 2009); alto custo da prestação de serviço; falta de preparação dos colaboradores e gestores (MARTINS; CARDOSO, 2019).

Apesar de tudo, em pesquisa realizada com agricultores para investigação do nível de adoção da AP, a grande maioria dos respondentes (79%) disse acreditar na disseminação da mesma. No mesmo estudo, quando questionados acerca da satisfação com as tecnologias empregadas no processo, as notas atribuídas obtiveram uma média 8, representando que mesmo necessitando de ajustes a AP promove melhorias ao meio rural (MARTINS, 2018). Esses dados são ratificados por Martins e Cardoso (2019), onde os autores afirmam que os produtores possuem expectativas positivas sobre a AP, acreditando em sua disseminação futura, no entanto, ajustes pontuais devem ser feitos a fim de sanar déficits, como por exemplo a educação e treinamentos direcionados.

Diante do exposto, e levando-se em consideração a vontade de expansão da utilização das técnicas em AP pelos agricultores, percebe-se que o futuro tende a ser promissor, além do mais, grande parte dos segmentos nacionais, públicos ou privados, tem compreendido a importância que a AP acarreta para a agropecuária e a sociedade em geral. Por fim, o futuro da agricultura está intrinsecamente relacionado as inovações tecnológicas, sustentabilidade, multidisciplinariedade e novas formas de manejar o sistema agrícola.

### **2.2.5 Perspectivas futuras**

Embora tratada como uma prática futura, em muitas propriedades do setor agrícola nacional, a AP já se estabeleceu como realidade e imprescindível para realização do processo produtivo, destacando-se as vantagens geradas ao decorrer do uso, no sentido técnico e econômico (BORGHI et al., 2014).

No entanto, aperfeiçoamentos são realmente necessários, para integrar os avanços tecnológicos e científicos, na totalidade da sociedade. Fato é, que as inovações tecnológicas geram desenvolvimento para os variados setores do Brasil, e com a agricultura não tem sido diferente (BERNARDI et al., 2014b).

No cenário internacional, o Brasil vem se destacando pelos avanços de produtividade e preservação ambiental (EMBRAPA, 2018b). Martins (2018), correlacionando as áreas de produção que utilizam ou não AP, definiu que nas safras de 2015 a 2017, os produtores sem a adoção da AP produziram em média 60 sacas da cultura da soja por hectare, enquanto os adotantes produziram em média 66 sacas por hectare. Isso para o autor, pode ser traduzido em uma perda de mais de 1,5 milhões de sacas de soja para o estado da pesquisa: RS. Segundo Artuzo, Forguesatto e Silva (2017), para safra de 2014, a produção mundial de soja poderia alcançar a marca de acréscimo de 32 milhões de toneladas, caso o emprego da AP fosse realizado majoritariamente nas áreas produtoras.

Nesse sentido, a Embrapa publicou sua visão a respeito das tendências e desafios futuros para a agricultura brasileira. Intitulada “Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira”, o estudo aborda que os principais estímulos futuros deverão explicar: investimento em laboratórios tecnológicos e experimentais para pesquisas avançadas em agricultura digital; expansão da comunicação aberta para disseminação de dados e informações no eixo rural-rural e rural-urbano, mas também Brasil-Mundo; aperfeiçoamento na qualidade do sensoriamento remoto;

estabelecer a cobertura de grande parte da área produtiva por meio de dispositivos e sensores, impulsionando a AP; integrar ciência e sociedade; promover adaptações nas plataformas digitais para auxílio na tomada de decisão no gerenciamento agropecuário; desenvolver novas plataformas digitais que conectem agricultores e consumidores; ampliar toda área tecnológica ligada a AP e a agricultura tradicional; gerar a rastreabilidade e certificação dos produtos gerados pela AP; estabelecer maior compartilhamento do conhecimento técnico-científico público e privado; melhorar a capacitação técnica e profissional, e também o acesso à tecnologias; explorar a biodiversidade brasileira de modo seguro e consciente; atender as necessidades dos variados grupos de agricultores, desde pequenos a grandes; expandir a automação e AP no campo, e assim agregar valor aos seus produtos, atividades e processos; promover a sustentabilidade no agroecossistema; dentre outros mais, que podem ser consultados diretamente no material fornecido pela instituição (EMBRAPA, 2018b).

Diante do exposto, e levando-se em consideração a vontade de expansão da utilização das técnicas em AP pelos agricultores, percebe-se que o futuro para a mesma tende a ser promissor, além do mais, grande parte dos segmentos nacionais, públicos ou privados, tem compreendido a importância que a AP acarreta para a agropecuária e a sociedade em geral. Por fim, o futuro da agricultura está intrinsecamente relacionado as inovações tecnológicas, sustentabilidade, multidisciplinariedade e novas formas de manejar o sistema agrícola.

### 2.3 IMPORTÂNCIA DA CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL E A AGRICULTURA DE PRECISÃO

Nas últimas décadas, e estimulado pelo processo de globalização, o mercado trabalhador passou por profundas transformações, exigindo que os indivíduos se adaptassem a instabilidade, plasticidade, competitividade acentuada e níveis latentes de produtividade. Este cenário levou a necessidade imprescindível da qualificação profissional, e admissão dos trabalhadores capazes de buscar eficiência produtiva (VIDIGAL; VIDIGAL, 2012).

Nesse sentido, segundo Mourão (2009), a evidenciação de termos como “diferencial humano”, “capital intelectual” e “manutenção de talentos”, tem exposto a importância que os indivíduos possuem frente ao desenvolvimento sustentável dos segmentos da sociedade. Ainda conforme este autor, investir no trabalhador, consiste diretamente em investir na instituição.

De acordo com a própria Constituição Federal de 5 de outubro de 1988, é direito dos indivíduos o acesso a qualificação profissional, onde fica explícito que: “**Art. 205.** A educação,

direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 2015, p. 123).

Os autores Vidigal e Vidigal (2012), em seu estudo sobre a “importância do investimento na qualificação profissional”, abordam a respeito da Teoria do Capital Humano. Estruturada por esta teoria, os autores citam que a qualificação profissional se constitui de um investimento, responsável por requintar as habilidades e produtividade do trabalhador. Por conseguinte, o conhecimento e qualificação tornam-se intrínsecos ao aperfeiçoamento particular e ocupacional dos indivíduos.

Assunção e Goulart (2016), tratam a qualificação e conhecimento, sem esquecer o contexto contemporâneo das transformações frente as inovações tecnológicas, e introduzem um novo conceito na discussão: a competência. Para eles, a competência engloba a qualificação e o conhecimento exigido por esta, mas também o saber que vem da essência individual do ser humano, tratando-se de característica específica e habilidosa. Nesse sentido, a competência tende a treinar o profissional a saber lidar e atuar da melhor forma com situações adversas do cotidiano.

Com as transformações e demandas por qualificação nos mais variados setores, com a agricultura não é diferente. Segundo as afirmações de Bossoi et al. (2019), a inovação no campo é incontestável, abrangendo todos os processos agrícolas, e caracterizada por uma dupla disposição. A primeira condiz a uma redução do número de trabalhadores rurais disponíveis, e a segunda ajusta-se, coincidentemente, por uma acentuada necessidade de intensificação do trabalho. Ambos os fatos, unidos ao êxodo rural contínuo no campo, afetam a oferta de mão de obra e a qualidade do trabalho.

Conforme dados divulgados pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), em setembro de 2007, a falta de qualificação profissional no Brasil estava impregnada em todos os setores da indústria. A pesquisa apontava que cerca de 56% das empresas sofrem com a carência da mão de obra especializada, que atinge todas as regiões do país de modo acentuado. Outro resultado que deve ser evidenciado, é que 97% das empresas consultadas necessitavam investir em qualificação, onde mais da metade destas, apontava a falta de cursos adequados como a principal dificuldade no momento do investimento (CNI, 2007).

Embora os dados anteriores sejam datados de 2007, em pesquisa mais recente, também divulgada pela CNI em janeiro de 2020, ratifica-se que os indicadores negativos perduram no Brasil. Nesta pesquisa, os resultados indicam que a falta de trabalhadores qualificados ainda

assombra a indústria, afetando diretamente a competitividade das empresas. Novamente, o fator carência de educação adequada para capacitação, aparece como grave entrave. Tratando-se de engenheiros qualificados e pesquisa e desenvolvimento, 87% e 91% das empresas respectivamente, alegaram falta de pessoal qualificado, mesmo em meio à crise de empregos (CNI, 2020).

Cardoso (2010), pesquisando sobre capacitação e tecnologia na agroindústria sucroalcooleira, encontrou que a carência de mão de obra capacitada também é frequente no setor, principalmente pela constante necessidade de investimentos em inovação tecnológica do plantio a colheita. Cardoso (2010), averiguou que em uma determinada empresa, a qual dispunha de sistema mecanizado superior a 80%, a sua principal dificuldade na implementação desses sistemas era a baixa oferta de mão de obra qualificada. O mesmo ocorreu na empresa que utiliza AP, justificando que a maior parte das usinas que não adotam essa abordagem, não o fazem pela carência de trabalhadores capacitados. Constatou-se ainda, que os funcionários de faixa etária jovem apresentavam maior disposição e interesse para os treinamentos e cursos de capacitação, caso comparados aos funcionários de idade avançada. Além disso, o estudo mostrou que os trabalhadores reconhecem a importância da capacitação, no entanto, dificilmente a procuram por iniciativa própria.

Soares Filho e Cunha (2015), definiram que a falta de trabalhadores qualificados como uma barreira para a adoção da AP no sudoeste do estado goiano. Essa dificuldade foi apontada em segundo lugar pelos agricultores entrevistados, perdendo apenas para o alto custo das tecnologias. No entanto, este alto custo mencionado tende a ser amenizado com o tempo, quando um maior número de produtores adotarem a AP, impulsionados pela inovação tecnológica do campo. Contudo, a falta de indivíduos qualificados ainda precisa ser solucionada, como opção, os pesquisadores citam a proveitosa parceria entre instituições de pesquisa, ensino e extensão para cooperar na qualificação da mão de obra, e atender as demandas complexas da agricultura.

As universidades, por sua vez, são abordadas por Teixeira, Clemente e Braga (2013), como formadoras de capital humano de alta qualidade técnica. Para eles, as instituições alavancam o cenário brasileiro do agronegócio, e são as responsáveis por prover mão de obra profissional qualificada e com aptidão técnica. Esses profissionais fomentam suas qualidades integrando centros de pesquisa, extensão, os diferentes níveis do agronegócio e o próprio conjunto de ensino na área das ciências agrárias. Além do mais, igualmente destacam a estrutura

sólida advinda das instituições de ensino na fundação de segmentos auxiliares e o estabelecimento de parcerias com outras instituições, até mesmo de âmbito internacional.

Os pesquisadores Lima e Guedes (2020), destacam a importância da capacitação dos trabalhadores do meio rural, frente ao progresso do uso de tecnologias nos estabelecimentos, destacando-se a AP. Em meio a pandemia<sup>1</sup> vivenciada no ano de 2020, o único setor brasileiro que apresentou crescimento foi a agricultura, onde a AP tornou-se forte aliada para o crescimento econômico agrícola (LIMA; GUEDES, 2020). Apesar disso, a disponibilidade de indivíduos preparados para lidar com as inovações, continua baixa. Para avaliar o cenário de contribuição das instituições na capacitação dos trabalhadores rurais, os autores analisaram o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), no estado de Goiás e seu aporte com o ensino a distância (EAD). Os resultados apresentados mostram que a grande maioria dos discentes dos cursos, são trabalhadores de empresas relacionadas ao meio rural, e 43% desses indivíduos disseram usufruir dos conhecimentos obtidos via SENAR no cotidiano profissional. Além da alta satisfação com o curso por parte dos alunos, os pesquisadores concluíram que a plataforma de capacitação do SENAR/AR-GO é capaz de auxiliar na promoção do desenvolvimento e qualificação da mão de obra no campo.

Reconhecendo que a qualificação interfere diretamente na produtividade, Freitas e Maciente (2016), estudando a mão de obra rural, indicam que a graduação mais requisitada pelos empregadores do campo, é o curso de agronomia. Freitas e Maciente (2016), analisaram que cursos de agronomia se encontram em expansão no país, ao lado dos demais cursos de interesse da área agrícola. Todavia, os resultados comprovam as dificuldades na disponibilização de trabalhadores capacitados na área agrária, já que o número de concluintes é inferior ao de ingressantes, assim como, problemas relacionados a execução das atividades no setor extensionista rural, por falta de capacitação de qualidade.

Bernini et al. (2014), descrevem que os cursos de ensino superior são responsáveis pela formação profissional capaz de influenciar no agronegócio e no desenvolvimento rural de modo abrangente. Os autores ressaltam ainda, que para efetivação de crescimento no campo, torna-se essencial a integração argumentativa entre extensionismo, educação e mão de obra qualificada.

Segundo Molin (2014), a indubitável realidade do campo perante novas abordagens e métodos agrícolas, dentre eles a AP, manifesta a carência por profissionais em termos de

---

<sup>1</sup> A partir de casos em Wuhan, República Popular da China, em 31 de dezembro de 2019, a OMS e a população mundial se defrontaram com uma nova doença. Denominada COVID-19, a doença infecciosa causada pelo coronavírus, SARS-CoV-2, acabou tornando-se uma enfermidade epidêmica amplamente disseminada (Organização Mundial da Saúde - OMS, 2020).

capacitação no mercado. Nesse sentido, Bossoi et al. (2019), alertam sobre a necessidade de capacitação dos vários indivíduos atuantes do sistema agrícola, sejam eles técnicos, agricultores ou prestadores de serviços, para que assim se alcance as premissas básicas da AP de forma eficiente e competente, dentre elas a própria sustentabilidade de produção.

Bernini et al. (2014), já indicavam que a partir dos anos de 2018, o mercado do agronegócio enfrentaria um desequilíbrio entre a disponibilidade de profissionais capacitados e a demanda acelerada do agronegócio brasileiro. Para eles, o futuro do país está relacionado a esses parâmetros, integrando inovação, qualificação e competitividade do setor agrícola.

Como solução, uma das formas de agilizar e intervir no processo de capacitação demandado pelo mercado, são as parcerias estabelecidas entre instituições públicas e privadas e as universidades. Rodrigues (2020), descreve que esta “ponte” além de fornecer benefícios, é capaz de acelerar benéficamente o desenvolvimento do país, e estimular a aproximação com a inovação tecnológica. Esta última, por sua vez, é caracterizada pela autora como chave no processo de retomada econômica do Brasil, essencialmente no período pós-pandêmico.

Bernini et al. (2014), afirmam que todo o conhecimento e habilidades demandas pelos trabalhadores profissionais, deve ser essencialmente suprida na próxima década, onde é preciso atentar a qualidade dos cursos superiores em atender o mercado do agronegócio.

Por fim, como esclarece Vidigal e Vidigal (2012), a capacitação do trabalhador é constantemente necessária, além da reciclagem de seus conhecimentos, uma vez que a mão de obra é fundamental engrenagem para o setor produtivo e o alcance do crescimento econômico. Seguindo por este ângulo, a relação direta estabelecida entre desenvolvimento econômico e a qualificação profissional, configuram-se em atenuação das assimetrias sociais, políticas, econômicas, e na estimulação da qualidade de vida da sociedade.

## 2.4 O ENSINO ACADÊMICO, A PESQUISA, A INOVAÇÃO CIENTÍFICA E A AGRICULTURA DE PRECISÃO

### 2.4.1 O surgimento dos cursos de agronomia

No início da história brasileira, quando o país ainda era uma monarquia, a agricultura era baseada no monocultivo, mão de obra escrava, que não necessitava substancialmente de qualificação e um enraigado descuido com o manejo conservacionista dos solos, afinal haviam muitas terras virgens por aqui. Desse modo, não existia interesse exacerbado por parte da elite

e sociedade em um geral, na introdução de escolas agrícolas superiores no Brasil. Mesmo assim, o Príncipe Regente Dom João VI, instruído pelo iluminismo europeu, acreditava que o Brasil necessitava rapidamente se moldar e converter suas práticas, uma vez que a esta altura, a nação era tida como sede da Coroa Portuguesa. Porém, a motivação de Dom João não foi suficiente para romper o desinteresse e falta de entusiasmo da sociedade daquele período (CAPDEVILLE, 1991).

Em 1808, Dom João VI, decretou a criação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, iniciando-se assim, a organização do estudo agrícola no Brasil (NASCIMENTO; CASTRO, 2020). No entanto, foi somente no Brasil Imperial que de fato as origens do ensino agrônomo foram finalmente instauradas. Contudo, esse também não foi um período visto inicialmente com euforia. No ano de 1859, Dom Pedro II criou os dois primeiros institutos de pesquisa agrícola. Primeiramente o Imperial Instituto Baiano de Agricultura, com a intenção de conter a crise da agricultura, e solucionar entraves como a escassez de trabalhadores qualificados e acelerar o processo tecnológico no campo. E em dezembro de 1859, foi criado o Instituto Pernambucano de Agricultura (RANGEL, 2016; NASCIMENTO; CASTRO, 2020). No mesmo ano, destaca-se a fundação do Ministério da Agricultura Imperial. Posteriormente, em 1860 foram criados mais dois institutos: o Instituto de Agricultura Sergipano e o Instituto Fluminense de Agricultura. Um ano depois, em 1861, o Instituto Rio-Grandense de Agricultura foi fundado (RANGEL, 2016). Somente em 1887, o estado de São Paulo, recebeu o seu instituto agrícola, o Imperial Estação Agrônoma de Campinas (MOLINA; SANFELICE, 2014).

A duração desses cinco institutos imperiais agrícolas, foi bastante efêmera, apenas dois deles funcionaram efetivamente, o Baiano e o Fluminense (RANGEL, 2016). Dentre as funções dos dois institutos encontrava-se: inserir a utilização de maquinários e instrumentos agrícolas, substituindo o trabalho braçal; conduzir ensaios e experimentos para aperfeiçoamento dos cultivos e controle de pragas; agilizar e facilitar a distribuição de insumos superiores aos agricultores; realizar melhoramento genético animal; facilitar o comércio e transporte dos produtos agrícolas; promover exposição dos produtos e premiações; gerar estatísticas sobre as lavouras e meio rural; desenvolver artigos científicos e traduções de periódicos estrangeiros; ensinar métodos mais vantajosos e eficazes de se trabalhar com a agricultura, dentre outros (REZENDE, 2009).

Conforme Rezende (2009), os ocorridos com o Imperial Instituto Baiano de Agricultura, revelam muito sobre a despreocupação da sociedade com o conhecimento científico na época. Um ano após a criação do instituto baiano, em 1860, a sociedade aristocrata do estado, isto é,

uma minoria, informou a Dom Pedro II a necessidade da criação de uma escola superior de agricultura, para solucionar a crise agrícola nordestina, principalmente canavieira. Reconhecendo a carência da região, o governo acatou o pedido da sociedade baiana, e o então instituto imperial, transformou-se na Imperial Escola Agrícola da Bahia. Porém, como descreve Rangel (2016), a inauguração de fato só ocorreu por volta do ano de 1875. Para Molina (2012), os números traduzem o fracasso vivido pela instituição, que somente formou sua primeira turma após quase duas décadas da inauguração. Em 1880, diplomaram-se dez alunos nessa primeira turma, no entanto a média de conclusão nos próximos anos caiu para 4,5 diplomados, chegando-se a quase inexistir alunos formandos.

A escola baiana, é reconhecida hoje como a primeira escola superior de agricultura da América do Sul, possuindo várias denominações ao longo dos anos: Imperial Escola Agrícola da Bahia ou Escola Agrícola de São Bento das Lages (1877); Instituto Agrícola da Bahia (1904); Escola Média-Teórico-Prática de Agricultura da Bahia (1911); Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária (1916); Escola Agrícola da Bahia (1919); Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (1967). E finalmente, como precursora, tornou-se a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFBA) em 2005 (REZENDE, 2009; MOLINA, 2012).

O Imperial Estação Agronômica de Campinas, no ano de 1891 deixou de ser administrado pelo governo federal e passou a sua administração para o governo do estado paulista. Consequentemente, foi renomeado e passou a se chamar de Instituto Agronômico de Campinas (IAC), encontrando-se em atividade na atualidade. O IAC, portanto, é a organização de pesquisa agrícola mais antiga do Brasil (NASCIMENTO; CASTRO, 2020).

A segunda escola superior de agronomia do Brasil, foi iniciada em 1889 no estado do RS, em Pelotas, recebeu o nome de Liceu Rio-Grandense de Agronomia e Veterinária, possuindo cursos superiores nessas duas áreas (RANGEL, 2016). A escola também destacou-se, pelo feito de ter formado a primeira mulher agrônoma no país, no ano de 1915 (POSSER, 2019). Posteriormente, a escola deu origem a Universidade Federal de Pelotas, e seus cursos foram incorporados a mesma (PEREIRA, 2017).

Ainda no estado paulista, em 1881 foi proposto o projeto da criação da Escola Agrícola Prática “Luiz de Queiroz”, pelo empresário Luiz Vicente de Souza Queiroz, em Piracicaba. Já nos anos de 1934, com a fundação da Universidade de São Paulo (USP), a escola passou a integrar a instituição, com o nome de Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) (CAPDEVILLE, 1991; MOLINA; JACOMELI, 2016).

Segundo Molina e Sanfelice (2014), após as tentativas de instalação das escolas de agronomia no século XIX, ao longo do século XX, ocorreram novas tentativas, como: a Escola Superior de Agricultura de Lavras em Minas Gerais, em 1908; a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária do Rio de Janeiro, em 1910; a Escola de Agronomia do Ceará, no ano de 1918; e a Escola Superior de Agricultura e Veterinária de Viçosa, também em Minas Gerais, no ano de 1920. Nesse contexto, no ano de 1910, o então Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio (MAIC), fundado em dezembro de 1906, regulamentou finalmente o ensino agrícola no país (SOUSA, 2019; BRASIL, 2020a). Os registros da época, constam que entre o período de 1877 e 1936, existiram 28 cursos superiores de agronomia no território nacional, onde grande parte acabou falindo, e os que se mantiveram eram administrados precariamente (MOLINA; JACOMELI, 2016).

Em 1897 foi criada a Sociedade Nacional de Agricultura (SNA), responsável em 1901 pela organização do I Congresso Nacional de Agricultura. Dentre os debates do congresso, estava a demanda pela criação de uma rede de ensino capaz de formar trabalhadores capacitados tecnicamente para auxiliar na modernização do campo brasileiro (NERY, 2017). A SNA, acompanhou os anos finais de crise do Império brasileiro, que se estendia em todos os setores, e logicamente atingia o educacional. O agravamento da crise agrária-escravocrata enfim levou a abolição da escravatura, e a República tornou-se vigente no país. Com isso, um novo ator social surgiu, o trabalhador livre, e com ele o aumento dos níveis nacionais de consumo, refletindo em uma acentuada escassez de mão de obra (SILVA, 2015).

Conseqüentemente, a aristocracia agrária do Brasil, estimulou a imigração de trabalhadores europeus. Os mesmos chegaram ao Novo Mundo para executar trabalhos pesados, antes feitos por escravos, e as leis brasileiras garantiam que não conseguissem adquirir terras. Assim, o atraso da agricultura e ensino agrícola perdurou, afinal o sistema de exploração lucrativa de trabalho continuava, sem a necessidade de aperfeiçoamentos (MOLINA, 2012).

No entanto, a preocupação com a modernização da agricultura e feitos mundiais, a exemplo a Primeira Guerra Mundial e a crise econômica de 1929, forçaram o desencadeamento de mudanças no setor primário. Novas culturas foram introduzidas e as lavouras foram diversificadas. Além disso, o governo investiu na área agrícola fundando institutos como: o Escritório de Cacau (1931); o Departamento Nacional do Café (1933); o Instituto do Açúcar e do Alcool (1931); e o Instituto Nacional de Borracha (1942) (NASCIMENTO; CASTRO, 2020).

Na Era Vargas, a partir de 1930, a educação profissional foi definida como dever do Estado e uma série de medidas foram tomadas. O ensino agrícola, por sua vez, foi impulsionado pelo governo federal, e um estruturado plano nacional foi projetado para ampliar a visibilidade dos profissionais agrícolas, essencialmente Engenheiros Agrônomos (SILVA, 2015).

Durante o governo de Getúlio Vargas, a profissão de Engenharia Agrônômica, passou por uma nova regulamentação, na data de 12 de outubro de 1933. Atualmente, nesta data comemora-se o dia nacional do profissional da agronomia, em função do decreto. O Decreto nº 23.193, regulamenta o exercício da profissão e estabelece as seguintes competências:

**Art. 6º** São atribuições dos agrônomos ou engenheiros agrônomos a organização, direção e execução dos serviços técnicos oficiais, federais, estaduais e municipais, concernentes às matérias e atividades seguintes:

- a) ensino agrícola, em seus diferentes graus;
- b) experimentações racionais e científicas referentes à agricultura, e, em geral, quaisquer demonstrações práticas de agricultura em estabelecimentos federais, estaduais e municipais;
- c) propaganda e difusão de mecânica agrícola, de processos de adubação, de métodos aperfeiçoados de colheita e de beneficiamento dos produtos agrícolas, bem como de métodos de aproveitamento industrial da produção vegetal;
- d) estudos econômicos relativos à agricultura e indústrias correlatas;
- e) genética agrícola, produção de sementes, melhoramento das plantas cultivadas e fiscalização do comércio de sementes, plantas vivas e partes vivas de plantas;
- f) fitopatologia, entomologia e microbiologia agrícolas;
- g) aplicação de medidas de defesa e de vigilância sanitária vegetal;
- h) química e tecnologia agrícolas;
- i) reflorestamento, conservação, defesa, exploração e industrialização de matas;
- j) administração de colônias agrícolas;
- l) ecologia e meteorologia agrícolas;
- m) fiscalização de estabelecimentos de ensino agrônômico, reconhecidos, equiparados ou em via de equiparação;
- n) fiscalização de empresas, agrícolas ou de indústrias correlatas, que gosarem de favores oficiais;
- o) barragens em terra que não excedam de cinco metros de altura;
- p) irrigação e drenagem para fins agrícolas;
- q) estradas de rodagem de interesse local e destinadas a fins agrícolas, desde que nelas não existam bueiros e pontilhões de mais de cinco metros de vão;
- r) construções rurais, destinadas a moradias ou fins agrícolas;
- s) avaliações e perícias relativas às aléneas anteriores;

- t) agrologia;
  - u) peritagem e identificação, para desembaraço em repartições fiscais ou para fins judiciais, de instrumentos, utensílios e máquinas agrícolas, sementes, plantas ou partes vivas de plantas, adubos, inseticidas, fungicidas, maquinismos e acessórios e, bem assim, outros artigos utilizáveis na agricultura ou na instalação de indústrias rurais e derivadas;
  - v) determinação do valor locativo e venal das propriedades rurais, para fins administrativos ou judiciais, na parte que se relacione com a sua profissão;
  - x) avaliação e peritagem das propriedades rurais, suas instalações, rebanhos e colheitas pendentes, para fins administrativos, judiciais ou de crédito;
  - z) avaliação dos melhoramentos fundiários para os mesmos fins da alínea x.
- (BRASIL, 1933).

A partir da década de 50, o processo de modernização foi ainda mais intensificado, relacionando-se a industrialização e a urbanização do país. Posteriormente, as décadas de 60 e 70, também contribuíram significativamente para o avanço brasileiro, onde destaca-se: uso das terras dos cerrados, graças os avanços científicos; desenvolvimento agrícola executado por profissionais qualificados para o setor; criação de cursos de pós-graduação; fundação da Embrapa e seus centros de pesquisa; treinamentos intensivos de pesquisadores e docentes; aquisição de laboratórios e equipamentos especializados; parceria progressiva entre Ministério da Educação e MAPA; aperfeiçoamento das universidades brasileiras, com parcerias internacionais, dentre outros fatores (SILVA; VALE; JAHNEL, 2010).

Percebe-se que mesmo com os fracassos iniciais das escolas superiores de agronomia no século XIX, já era notório as ações precursoras rumo ao caminho do ensino, pesquisa, inovação e transformação do meio rural. Como relatam Molina e Sanfelice (2014), antes do surgimento e aceitação da ciência agrônômica, as práticas agrícolas estavam intrinsicamente relacionadas ao empirismo, tradições culturais e ao misticismo. Adicionalmente, como destaca Pereira (2017), ao fim do século XIX, já estava evidente a necessidade da implementação imediata de técnicas modernas e progressivas no setor agrícola, as quais ainda hoje são necessárias, para se alcançar crescimento efetivo e desenvolvimento sustentável. E a principal forma de atingir esses objetivos, está relacionada inegavelmente aos investimentos em ciência e tecnologia.

### 2.4.2 Os primórdios acadêmicos da agricultura de precisão

No Brasil a AP foi introduzida mais tarde, por volta do final dos anos 1990. Este fato está intrinsecamente relacionado ao atraso agrícola e tecnológico enfrentado pelo país. Enquanto a maior parte dos países desenvolvidos investiu em desenvolvimento agrícola e inovações tecnológicas, o Brasil continuou estagnado, destacando-se neste ponto o descaso com a educação agrícola, vista anteriormente.

Conforme relato de Molin (2004), um dos únicos encontrados na literatura sobre o assunto, no período entre os anos de 1995 e 1997, a academia e a indústria iniciaram suas atividades relacionadas a AP, estando a indústria ligeiramente adiantada. Em ambos os segmentos, os focos iniciais estavam voltados a geração de mapas de produtividade. Ainda conforme Molin (2004), o meio acadêmico contava com a liderança do professor Luiz Antônio Balastreire, docente da ESALQ/USP, e visto como um dos “pais” da AP brasileira.

A ESALQ/USP foi pioneira no desenvolvimento de pesquisas, e em 1996 realizou o primeiro Simpósio sobre AP (BRASIL, 2013b). Esta foi a primeira reunião técnica sobre o tema no país (MOLIN, 2004). No mesmo ano, foi publicado pela ESALQ/USP, o primeiro mapa brasileiro de produtividade para a cultura do milho (EITELWEIN, 2016).

A Embrapa, por sua vez, aprovou no ano de 1999 os dois primeiros projetos na área da AP, os quais eram coordenados pela Embrapa Milho e Sorgo, e Embrapa Solos (INAMASU; BERNARDI, 2014). Neste ano houve na área científica, a publicação do periódico "Precision Agriculture", com o objetivo de divulgar os avanços na área. Em 1999, também foram iniciadas as disciplinas inaugurais de AP nos cursos de graduação em agronomia das IES brasileiras, a exemplo, a disciplina optativa criada pela ESALQ/USP (PIRES et al., 2004).

Ainda em 1999, a Embrapa Soja, publicou o documento intitulado “infraestrutura da agricultura de precisão no Brasil”. A publicação possuía como objetivo contribuir com os profissionais e empresas interessados no assunto, divulgando informações sobre os especialistas e pesquisadores da AP no país. O feito oportunizava a troca de conhecimento entre os setores envolvidos com a AP (MESQUITA, 1999).

Outro fator de destaque, conforme Inamasu e Bernardi (2014), foi o surgimento concomitante das práticas da AP, e a instauração do uso do GPS no Brasil. Isso ocasionou uma fusão entre as duas inovações tecnológicas, e levou-se a crer que a AP só poderia ser executada com tecnologias de ponta. Porém, no início dos anos 2000, eram raríssimas as instituições de pesquisa e indústrias que podiam se equipar com o sistema GPS. Neste período os produtores

rurais sequer entendiam as finalidades de ambas, restando espaço então, para as multinacionais dominarem o mercado. Além disso, foi necessária a reformulação de equipes de trabalho, para que houvesse a capacitação precisa na execução das atividades, envolvendo a nova abordagem agrícola.

No sul do país, mais precisamente no RS, nos anos 2000, surgiu o Projeto Aquarius, uma iniciativa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em parceria com empresas privadas, estando em atividade até os dias atuais (BRASIL, 2013b). Para a cultura da soja na safra 2000/01, o projeto confeccionou os seus primeiros mapas de produtividade com análise acadêmica, publicando-os posteriormente no ano de 2003 (EITELWEIN et al., 2016).

Já Minas Gerais iniciou suas atividades em torno da AP, entre os anos 2000 e 2002, a Universidade Federal de Viçosa (UFV) foi sede de duas versões do Seminário Internacional de Agricultura de Precisão (SIAP) (JUNTOLLI; MOLIN, 2014).

De acordo com Juntolli e Molin (2014), a partir do ano de 2004, iniciou-se a realização do evento de maior importância na área de AP no Brasil, o Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão (ConBAP). A primeira organização do evento foi realizada pela ESALQ/USP. Conforme Inamasu e Bernardi (2014), essas formas de evento, e dada a notoriedade que expressam, transmitem à comunidade os resultados mais inovadores das pesquisas no assunto. Para estes autores, trata-se de uma maneira de unir o estado atual do conhecimento ao da técnica.

A Embrapa, tem se mostrado forte protagonista no cenário de modernização e inovações tecnológicas no campo. Uma de suas iniciativas remonta ao final da década de 1990 e inicialização da própria AP no país, com a introdução da Rede de Agricultura de Precisão (Rede AP). Em pleno ano 2020, a Rede AP possui 20 centros de pesquisa e parceiros em variados segmentos, como: instituições de ensino; agricultores; empresas e pesquisadores. O objetivo primordial se encontra na orientação adequada de práticas envolvendo a AP e desenvolvimento de novas tecnologias. Outro integrante de destaque da Rede AP é o Laboratório de Referência Nacional em Agricultura de Precisão (Lanapre), localizado no município de São Carlos (SP), dentro da Embrapa Instrumentação. Dentre suas atividades pode-se destacar a pesquisa e criação de equipamentos e eletrônicos de interesse a AP (MUSSRUHÁ et al., 2020).

Referindo-se a carência de trabalhadores capacitados na agricultura para trabalhar com a AP, Tavares et al. (2014), abordam sobre um dos fatores que dificulta as pesquisas na área: a transferência precária no Brasil de tecnologias. De acordo com estes autores, é imperativa a necessidade de suprir as deficiências dos colaboradores e agricultores em termos de

informações sobre a AP. Segundo os autores, foi diante deste cenário de urgência por mão de obra qualificada, que as administrações regionais do Senar dos estados do RS, PR, GO e BA, iniciaram em 2012, por meio de parcerias, cursos técnicos de capacitação na área de AP.

O Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão situado no Colégio Politécnico da UFSM, em atividade desde 2011 (SEBEM, 2016). Também, o curso específico no assunto, intitulado Curso Técnico em Agricultura de Precisão do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Campus Panambi (RS) e o Curso de graduação tecnológica-Mecanização em Agricultura de Precisão, situado no Centro Paula Souza da Faculdade de Tecnologia, Fatec Pompeia (INAMASU; BERNARDI, 2014).

Inamasu e Bernardi (2014), tratando-se de cursos de extensão para serem realizados em um curto espaço de tempo, o exemplo mais expressivo no país é o treinamento intitulado “Jornada de Atualização em Agricultura de Precisão”. O evento ocorre semestralmente, organizado pelo Professor José Paulo Molin, docente da ESALQ/USP, e pelo Departamento de Engenharia de Biosistemas (LEB) da mesma instituição. O objetivo do curso concentra-se na apresentação e discussão dos conceitos em AP, focando no conjunto de técnicas que possibilitam o gerenciamento da lavoura perante a variabilidade espacial e temporal existentes, e o emprego de tecnologias agrícolas, ou seja, abordagens intrínsecas a AP.

Diante do exposto, torna-se evidente os poucos anos da AP no ensino e pesquisa, no entanto, é indiscutível seus benefícios para a agricultura, e o quanto se pode ganhar com a prática. Mesmo assim, não se sabe com clareza os níveis de sua adoção na agricultura brasileira, e tão pouco o quanto está disseminada nos cursos de ensino superior do país. Se a carência por indivíduos qualificados para trabalhar com ela é explicitamente a maior barreira, não seria a academia a principal solução para o problema?

Ressalta-se por fim, que a AP porta-se como uma abordagem de mão dupla para o segmento academia-agricultura: os produtores só verão sentido na adoção, caso a academia apresente resultados e métodos cientificamente averiguados e com dada exatidão; e por sua vez, as pesquisas só encontrarão lógica para serem realizadas, quando houver com clareza para quem difundir os resultados e benefícios.

### **2.4.3 Contexto das IES brasileiras e os cursos de agronomia**

Segundo a definição do Ministério da Educação (MEC), as IES são classificadas em três modalidades, são elas: faculdades, centros universitários e universidades. A primeira forma de

credenciamento de uma IES perante o MEC é como faculdade, posteriormente, podem ser credenciadas como centro universitário ou universidade, dependendo das particularidades e especificidades do credenciamento de cada instituição (BRASIL, 2020b).

Apesar da existência de denominação apropriada para as IES, o que se observa na literatura é o emprego de termos genéricos para designar as instituições. Frequentemente, o uso da nomenclatura “universidade” é utilizado para se referir a qualquer instituição que ofereça formação de nível superior.

O Censo da Educação Superior, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), publicado em 2019 referente aos dados das IES brasileiras de 2018, indica que há 2.537 IES no Brasil, onde a rede de educação superior em função da categoria administrativa, fica dividida da seguinte forma: 88,2% das instituições são privadas e 11,8% são públicas. Dentro das IES “universidades”, há predominância das públicas (53,8%), na respectiva ordem: estaduais, federais e municipais (BRASIL, 2019a). Na Tabela 1 a seguir, são descritas as IES quantitativamente em função da quantidade existente e número de matrículas:

Tabela 1 – Instituições de educação superior e matrículas em cursos de graduação, segundo a organização acadêmica da instituição – Brasil – 2018.

ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA	INSTITUIÇÕES		MATRÍCULAS	
	Total	%	total	%
<b>Total</b>	2.537	100	8.450.755	100
Universidades	199	7,8	4.467.694	52,9
Centros Universitários	230	9,1	1.906.327	22,6
Faculdades	2.068	81,5	1.879.228	22,2
IFs e Cefets (*)	40	1,6	197.506	2,3

Fonte: adaptado de Brasil (2019).

(\*) Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs) e Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefets).

Apesar de o número das universidades serem inferiores ao das faculdades, o número de alunos matriculados é substancialmente maior. Quanto aos cursos ofertados, em médias as IES oferecem em média 15 cursos de graduação. Nas universidades, 90% destes cursos pertencem

a modalidade presencial, onde o grau acadêmico de bacharelado corresponde a 59,9% (BRASIL, 2019a).

No Quadro 1, encontra-se a descrição dos perfis típicos característicos de predominância tanto de corpo docente, quanto discente.

Quadro 1 – Perfil típico característico e predominante dos docentes e discentes das instituições de educação superior – Brasil – 2018.

ATRIBUTOS	DOCENTES		DISCENTES	
	CATEGORIA ADMINISTRATIVA		MODALIDADE DE ENSINO	
	Pública	Privada	Presencial	A distância
Sexo	Masculino	Masculino	Feminino	Feminino
Idade (ingressante/ conluinte)	38	38	19/ 23	21/ 30
Regime de trabalho/Turno	Integral	Parcial	Noturno	-
Escolaridade/Grau acadêmico	Doutorado	Mestrado	Bacharelado	Licenciatura

Fonte: adaptado de Brasil (2019).

Em 2020, o Inep publicou o Resumo Técnico da Educação Superior referente ao ano de 2018, objetivando enfatizar novamente, aos resultados reunidos pelo Censo da Educação Superior de 2018. Em relação ao material, o percentual de cursos de graduação por grande área do conhecimento, decrescentemente, fica disposto da seguinte forma (INEP, 2020a):

- Negócios, administração e direito (25,1%),
- Educação (19,6%),
- Engenharia, produção e construção (16,1%),
- Saúde e bem-estar (14,9%),
- Computação e tecnologias da informação e comunicação (6,5%),
- Ciências sociais, jornalismo e informação (5,0%),
- Artes e humanidades (4,5%),
- Agricultura, silvicultura, pesca e veterinária (3,0%),
- Serviços (2,9%),
- Ciências naturais, matemática e estatística (2,4%).

A grande área do conhecimento- Agricultura, silvicultura, pesca e veterinária, na qual enquadra-se os cursos de agronomia, possui um total de 1.144 cursos superiores, representando

os 3% do total das grandes áreas, como listado anteriormente. Essencialmente, estes cursos estão distribuídos pelas IES públicas com 619 cursos, ou 5,9% do total de cursos do país. As instituições privadas comportam 525 cursos, ou 1,9% (INEP, 2020a). Além disso, segundo o Inep (2020b), em 2018 a agronomia era um dos maiores cursos presenciais na rede pública de ensino superior, contando com 37.784 discentes matriculados. Sendo assim, encontrava-se na quinta posição de curso presencial com maior número de matriculados das IES públicas. Porém, na rede presencial privada e cursos EaD, a agronomia não aparecia como um dos dez cursos com maior número de matriculados.

Conforme o Inep (2020a), no quesito “forma de ingresso”, há divergência entre as IES públicas e privadas. Para as públicas a principal forma de ingresso discente é via Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), enquanto nas privadas é por meio do vestibular.

O Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), por sua vez, possui a função de avaliar o rendimento dos cursos de graduação conforme os conteúdos programáticos estabelecidos pelas diretrizes curriculares dos cursos, bem como a amplificação de aptidões e competências imprescindíveis à formação profissional, e por fim, estima o grau de atualização discente perante o contexto nacional e mundial. O Enade ocorre com inscrição obrigatória para estudantes ingressantes e concluintes, conforme requisitos da edição, desde o ano de 2004 (BRASIL, 2020c). Os últimos resultados apresentados, são do ano de 2019. De acordo com estes dados, a edição correspondeu ao ANO I, isto é, participaram cursos de bacharelado em: engenharia, arquitetura e urbanismo, ciências agrárias, ciências da saúde e áreas afins. Compostos pelos seguintes cursos de graduação: agronomia; arquitetura e urbanismo; biomedicina; educação física; enfermagem; engenharia ambiental; engenharia civil; engenharia de alimentos; engenharia da computação; engenharia de controle e automação; engenharia de produção; engenharia elétrica; engenharia florestal; engenharia mecânica; engenharia química; farmácia; fisioterapia; fonoaudiologia; medicina; medicina veterinária; nutrição; odontologia, e zootecnia (INEP, 2020c).

O total de discentes concluintes inscritos do Enade, foi igual a 435.469, destes 23% pertenciam às IES públicas e 77% às IES privadas. No entanto, o número de alunos concluintes que de fato participou da prova foi de 391.863, correspondendo 24% dos presentes às instituições públicas e 76% às privadas. Quanto à modalidade, em ambos os casos- alunos concluintes inscritos e presentes- os resultados foram majoritariamente discentes de cursos presenciais (95%), e o total restante (5%) de alunos da modalidade EaD. Os cursos de agronomia obtiveram 14.838 alunos inscritos e 13.685 alunos de fato presentes na avaliação (INEP, 2020c). Ainda

conforme o Enade 2019, há outros parâmetros nacionais relevantes a serem citados, os quais indicam que o maior número de alunos avaliados pertencia ao gênero feminino (55%), com predominância da faixa etária entre 25 e 33 anos, e em 61% dos casos, eram alunos filhos de pais sem nenhuma graduação (INEP, 2020c).

Os resultados expõem também, a média geral da avaliação obtida pelos 23 cursos participantes. Esta média geral é composta por duas áreas avaliativas: Formação Geral (FG) e Componente Específico (CE). Na Tabela 2, estão dispostos os resultados nacionais dos cursos de graduação, onde CE e Nota Geral, não podem ser comparados entre os cursos por apresentarem suas especificidades, ao contrário da FG, por a mesma tratar de aspectos da formação profissional e reflexo à sociedade, intrínsecos a qualquer graduação (INEP, 2020c):

Tabela 2 – Médias de Formação Geral (FG), Componente Específico (CE) e Nota Geral dos cursos de graduação no Enade 2019.

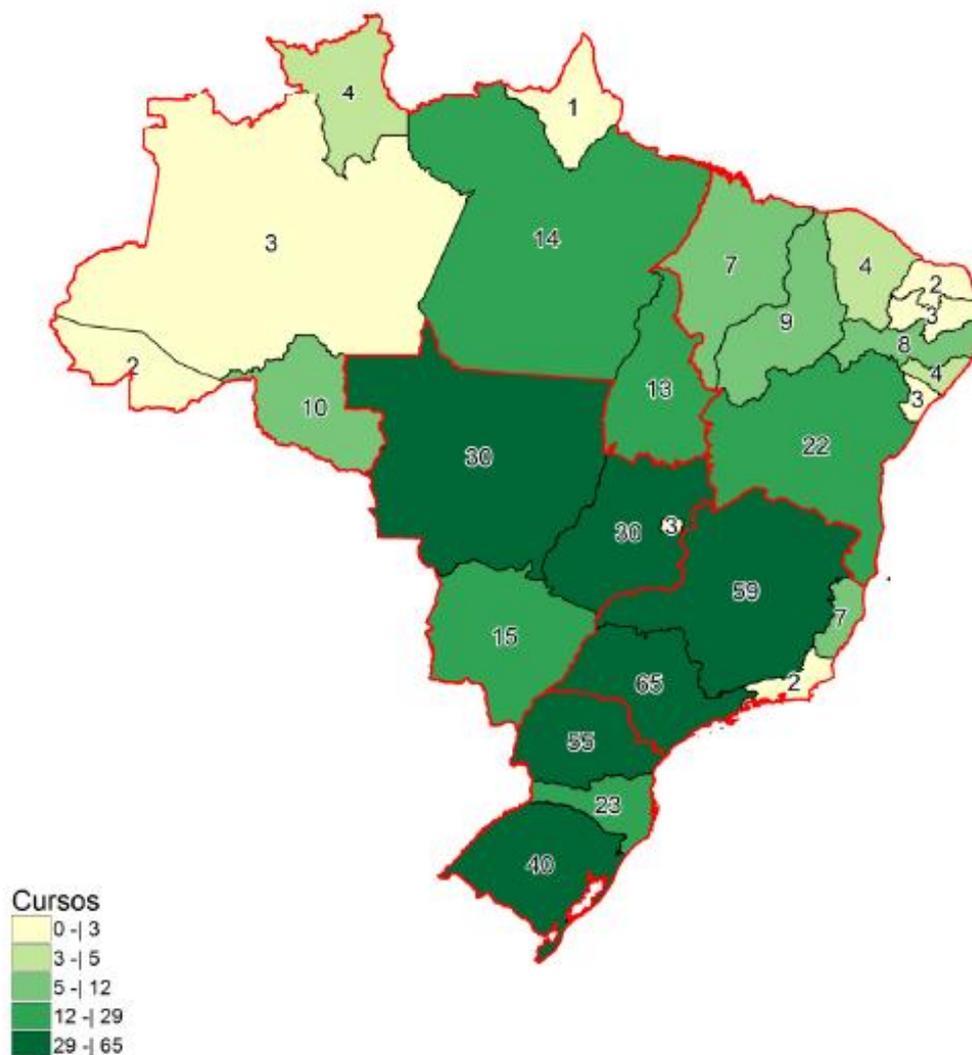
<b>Área de Avaliação</b>	<b>Média da Formação Geral</b>	<b>Média do Componente Específico</b>	<b>Média da Nota Geral</b>
AGRONOMIA	39,19	54,62	50,76
ARQUITETURA E URBANISMO	41,73	57,10	53,26
BIOMEDICINA	41,53	44,03	43,41
EDUCAÇÃO FÍSICA (bacharelado)	33,94	52,82	48,10
ENFERMAGEM	35,97	40,56	39,41
ENGENHARIA AMBIENTAL	45,07	43,55	43,93
ENGENHARIA CIVIL	39,97	40,22	40,16
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO	45,09	35,50	37,90
ENGENHARIA DE ALIMENTOS	47,60	48,52	48,29
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO	43,64	35,23	37,33
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	39,00	40,66	40,25
ENGENHARIA ELÉTRICA	40,84	29,87	32,61
ENGENHARIA FLORESTAL	46,24	42,76	43,63
ENGENHARIA MECÂNICA	41,66	33,86	35,81
ENGENHARIA QUÍMICA	47,33	36,20	38,98
FARMÁCIA	38,12	47,75	45,34
FISIOTERAPIA	37,80	38,91	38,63
FONOAUDIOLOGIA	42,77	55,29	52,16
MEDICINA	53,08	61,64	59,50
MEDICINA VETERINÁRIA	40,57	53,07	49,95
NUTRIÇÃO	39,43	50,78	47,94
ODONTOLOGIA	40,27	56,63	52,54
ZOOTECNIA	39,81	41,55	41,12

Fonte: adaptado de Inep (2020).

Considerando-se exclusivamente as graduações em agronomia, segundo a divulgação do Enade 2019, nesse ano participaram da avaliação 438 cursos de agronomia do Brasil. Na região sudeste do país, localizava-se a predominância dos cursos, contando com 133, ou 30,4% das graduações em agronomia. Logo em seguida, encontrava-se a região sul com 118 cursos, ou 26,9%. A região Centro-Oeste apresentava 78 cursos, equivalendo a 17,8% do total. Já a região nordeste contava com 62 cursos, correspondendo a 14,2%. Por fim, a região norte possuía a menor quantidade de cursos, com 47 graduações em agronomia, ou 10,7% do total de cursos participantes do país (BRASIL, 2019b).

Na Figura 2, constam os estados brasileiros e o número de cursos de agronomia participantes:

Figura 1 – Cursos participantes, por Unidade da Federação e separação por grande região – Enade/2019 – Agronomia.



Fonte: MEC/Inep/Daes – Enade (2019).

Quanto a “categoria administrativa das IES”, os dados mostram que 225 cursos de agronomia dos 438 participantes, ou seja, 51,4% do total de cursos avaliados no Brasil, pertencem a categoria privada de ensino. Por região a predominância ficou da seguinte forma: nas regiões norte e nordeste houve um predomínio da categoria pública. Na regiões sudeste e sul sobressaiu-se a categoria privada; e na região Centro-Oeste ocorreu um impressionante equilíbrio entre as duas categorias. Já quando analisada a “modalidade de ensino”, houve uma superioridade dos cursos presenciais no país, correspondendo a 428 cursos, ou 97,7% do total (BRASIL, 2019b).

Além de mensurar a qualidade dos cursos, um dos objetivos do Enade é definir o perfil dos discentes de cada IES de ensino. Assim as características dos alunos de agronomia são: gênero masculino predominante e faixa etária modal até 24 anos. Geralmente os concluintes masculinos terminam o curso com maior idade que as mulheres, sendo a faixa etária respectiva de 25,9 e 24,9 anos; e a escolaridade dos pais dos discentes mais frequente foi de ensino médio completo (BRASIL, 2019b).

Na Tabela 3, são apresentados os conceitos Enade referente a avaliação de 2019 (Brasil, 2019b). O Conceito Enade é aplicado para todos os cursos de ensino superior nacionais, possuindo valores entre 1 (pior situação) e 5 (melhor situação). Nesse ponto, há a avaliação de um número menor de cursos, apenas 299 graduações em agronomia das 438 participantes, uma vez que apenas os cursos com mais de um aluno concluinte recebem o conceito, caso contrário ficam Sem Conceito (SC).

Tabela 3 – Total de cursos de agronomia participantes, por categoria administrativa, segundo a região e o conceito Enade.

REGIÃO	Conceito Enade	Categoria Administrativa			
		Pública	Privada	Total	%
Brasil	SC	1	1	2	0,7
	1	3	7	10	3,3
	2	10	44	54	18,1
	3	55	55	110	36,8
	4	80	18	98	32,8
	5	24	1	25	8,4
	<b>TOTAL</b>	<b>173</b>	<b>126</b>	<b>299</b>	<b>100,0</b>
Norte	SC	0	0	0	0,0
	1	1	1	2	6,7

	2	2	1	3	10,0
	3	11	4	15	50,0
	4	10	0	10	33,0
	5	0	0	0	0,0
	<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>100,0</b>
<b>Nordeste</b>	SC	1	0	1	2,2
	1	1	1	2	4,4
	2	3	0	3	6,7
	3	18	2	20	44,4
	4	15	1	16	35,6
	5	3	0	3	6,7
	<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>4</b>	<b>45</b>	<b>100,0</b>
<b>Sudeste</b>	SC	0	0	0	0,0
	1	1	2	3	3,1
	2	1	24	25	25,8
	3	7	21	28	28,9
	4	22	6	28	28,9
	5	13	0	13	13,4
	<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>53</b>	<b>97</b>	<b>100,0</b>
<b>Sul</b>	SC	0	1	1	1,3
	1	0	0	0	0,0
	2	0	14	14	18,4
	3	2	20	22	28,9
	4	23	7	30	39,5
	5	8	1	9	11,8
	<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>43</b>	<b>76</b>	<b>100,0</b>
<b>Centro-Oeste</b>	SC	0	0	0	0,0
	1	0	3	3	5,9
	2	4	5	9	17,6
	3	17	8	25	49,0
	4	10	4	14	27,5
	5	0	0	0	0,0
	<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>20</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>

Fonte: adaptado de Brasil (2019).

Observa-se que o conceito Enade predominante do país foi o 3, sendo o mais frequente para as regiões norte, nordeste e Centro-Oeste. Para a região sul foi o conceito 4, e para a sudeste houve empate na frequência predominante dos conceitos 3 e 4. O conceito máximo, 5 de melhor situação, foi recebido por 25 dos cursos participantes, distribuídos nas regiões: nordeste (3 cursos); sul (9 cursos); e sudeste (13 cursos). Tratando-se do conceito 1, somente na região sul não ocorreu nem um curso com tal conceito, isto é, de pior situação. Quanto a categoria

administrativa, a maior parte do total de graduações em agronomia participantes (299), pertencem a rede de ensino pública, correspondendo a 57,9% das instituições. Nesta maioria de instituições públicas, também se encontravam 24 dos 25 cursos com conceito máximo. Assim sendo, o conceito predominante das IES públicas foi o 4, enquanto para as privadas foi o 3 (BRASIL, 2019b).

Explorando-se ainda mais sobre os cursos superiores em agronomia no Brasil, possui-se a disposição o sistema e-MEC, que vinculado ao MEC trata-se de um Sistema de Regulamento do Ensino Superior. O mesmo é regulamentado pela Portaria Normativa nº 21, de 21 de dezembro de 2017, contendo e disponibilizando a base de dados oficial dos cursos e IES brasileiras (BRASIL, 2020d). Em consulta ao sistema, a busca pelo curso “agronomia” totaliza 405 resultados, isto é, o e-MEC exibe a existência deste número de cursos cadastrados no sistema para a totalidade do território nacional. O mesmo ainda disponibiliza informações das IES, como: nome completo da instituição e curso; sigla da IES; categoria administrativa; código do curso perante o MEC; grau; modalidade; Conceito Enade; vagas autorizadas; data do início do funcionamento e ato de criação; situação de atividade ou processo de extinção; dentre outras características.

No entanto, evidencia-se que o mesmo não está de fato atualizado e com informações integralmente precisas. Tal afirmativa é plausível, pois cursos de agronomia com destaque não aparecem entre os listados, já outros tiveram sua extinção homologada e constam ainda em atividade, ou então, já foram iniciados e aparecem como “não iniciados”. Observa-se também a necessidade de procuras específicas dentro da plataforma para se obter informações de certos cursos, a vista disto, um indivíduo que não conhece com propriedade o que deseja, talvez não consiga encontrar as informações sobre o curso e IES no sistema e-MEC. Além disso, quando a busca pelo curso “agronomia” é realizada separadamente por União Federativa (UF), o total de cursos sobe para 467 graduações em agronomia, porém, sendo necessário analisar os dados e excluir do total as IES extintas ou em processo de extinção.

Este mérito é intrínseco ao indivíduo que faz a busca no sistema. Excluindo-se as IES extintas ou em extinção, totaliza-se 455 cursos no Brasil. Caso adicionalmente as IES extintas e em extinção, seja subtraído os cursos que ainda não foram iniciados, o total de graduações em agronomia totaliza 414 cursos. O que se pode concluir, é a falta de precisão dos dados disponíveis no e-MEC em relação aos cursos de agronomia no Brasil, qualquer que seja a busca realizada no sistema.

Outros órgãos que podem ser consultados acerca das IES que oferecem agronomia, são o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e seus Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREA). Os mesmos são autarquias com o objetivo de verificar, fiscalizar e aperfeiçoar o exercício e as atividades das áreas profissionais da engenharia, agronomia e geociências. Juntos formam o Sistema Confea/Crea (CONFEA, 2020). Nesse contexto, conforme descreve o Confea (2020), a importância do cadastramento das IES e seus cursos, consiste em exigência básica para posterior concessão de registro profissional, titulação e competências profissionais dos discentes formados e diplomados.

#### **2.4.4 Atuações científicas em agricultura de precisão: destaques, projetos e a Embrapa**

O conhecimento sobre a distribuição das iniciativas e atuações ligadas a academia e a comunidade científica em relação a AP é muito limitado no Brasil. Não há um mapeamento descritivo, configurando onde estão os principais grupos de pesquisa, quais universidades trabalham a AP em sua grade curricular e como é trabalhada. Nesse contexto, serão apresentados a seguir os projetos com maior notoriedade à nível nacional, e que são frequentemente mencionados pela comunidade científica.

No sul do país, a partir dos anos 2000, iniciou-se no RS o Projeto Aquarius, considerado o mais antigo projeto iniciado na área de AP no país (SILVA; SILVA-MANN, 2020). Em seu período de fundação, haviam pouquíssimos estudos científicos de longa duração e com caráter multidisciplinar, o que não favorecia a flexibilidade e incorporação da constante inovação tecnológica demandada pela AP. Além disso, havia a predominância de apenas duas atividades: a amostragem de solo georreferenciada e mapas de colheita. Consequentemente, o principal desafio do projeto era executar o ciclo completo da AP, desde o diagnóstico até a orientação de novas intervenções agrícolas (AMADO et al., 2016).

O projeto primeiramente foi desenvolvido por empresas privadas do agronegócio e produtores rurais, mais tarde, no ano de 2003, ocorreu a integração da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), contribuindo com preciosos ajustes ao trabalho desenvolvido, e também as primeiras ferramentas de AP nacionais, à exemplo o software CR Campeiro (AMADO et al., 2009; AMADO et al., 2016).

Ao longo dos anos de atuação do Projeto Aquarius, e da relação estabelecida entre universidade e empresas, um sinergismo expressivo foi construído. Os estudos realizados validaram tecnologias, comprovaram a viabilidade técnica e econômica da AP e suas atividades, geraram produtos, e também proporcionaram treinamentos, capacitação e eventos, além da

divulgação de resultados importantes à sociedade. Por fim, evidencia-se a contribuição do projeto para expansão da AP no Brasil, e modificação do cenário agrícola (AMADO, 2017).

Outra contribuição da UFSM para a ciência envolvendo a AP, concentra-se no Projeto Cooperativo: APcoop. O projeto trata-se de uma parceria entre a UFSM e a empresa CCGL TEC, iniciado no ano de 2007. Os principais objetivos do APcoop visam a estimulação da adoção de AP por pequenos e médios agricultores gaúchos, destacando-se: fornecimento de assistência e informações técnicas aos cooperados com a realização de capacitações; execução de estudos em AP; e oferecimento de troca mútua de conhecimento entre a cooperativa, universidade e agricultores (FIORIN; AMADO, 2016).

Quanto a UFSM, torna-se ainda mais evidente sua contribuição na área científica da AP, quando em 2011 esta abriu o processo seletivo para a turma inaugural do primeiro curso de Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão do Brasil, aprovado pela CAPES em 2010. O objetivo do curso se traduz na qualificação dos egressos, para que os mesmos possam suprir a carência do agronegócio por profissionais com alto conhecimento tecnológico no campo da AP, além da estimulação de aperfeiçoamento e criação de inovações tecnológicas (SEBEM, 2016).

Ainda de acordo com Sebem (2016), dentre outras estruturas que auxiliam o Mestrado Profissional, destaca-se o Laboratório de Agricultura de Precisão do Sul (LAPsul). Como descreve Piaia (2018), o LAPsul surgiu com o intuito de estimular o ensino, a pesquisa e o desenvolvimento da região noroeste e Alto-Médio Uruguai do Rio Grande Do Sul. Logo, o LAPsul contribui com a sociedade gerando conhecimento técnico-científico nas áreas de AP, produção vegetal e solos. Piaia (2018) destaca ainda outras duas universidades da região sul com atuação potencial em AP. A primeira, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), desenvolve estudos principalmente focados no uso de sensores para a tomada de decisões. A Universidade Federal do Paraná (UFPR), contribui expressivamente com a AP, no entanto, houve uma certa estagnação nos estudos com a aposentadoria do principal docente da instituição envolvido com a área, o professor Glaucio Roloff.

Após a região sul, a região sudeste do país é que mais possui contribuições para a comunidade técnico-científica. No estado de São Paulo, localiza-se o Laboratório de Agricultura de Precisão (LAP) da ESALQ /USP, sob coordenação do professor José Paulo Molin. O LAP surgiu em 2008, objetivando o oferecimento de infraestrutura e ambiente propício para desempenho de estudos voltados a variabilidade espacial das lavouras e uso de tecnologias (LAP, 2020). Consoante ao próprio LAP, sua representação está intrinsecamente

relacionada ao desenvolvimento de pesquisa, ensino e extensão nas mais amplas áreas que envolvem a AP. O LAP também é composto pelo Grupo de Mecanização e Agricultura de Precisão (gMAP), possuindo como propósito o desenvolvimento, aperfeiçoamento e análise de técnicas e equipamentos nesta área.

O estado de São Paulo conta ainda com a FATEC Shunji Nishimura Pompeia. Conforme Mendes (2012), no dia 21 de abril de 2012, foi fundada oficialmente a instituição. A mesma trata-se de parceria entre o governo do estado, responsável pela biblioteca, contratação do corpo administrativo, docentes e técnicos, e a Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia, a qual se responsabilizou pela infraestrutura da unidade. Antes mesmo do estabelecimento da parceria, em 2009 a Fundação já havia criado o primeiro curso tecnólogo de Mecanização em Agricultura de Precisão da América Latina, formação similar, até então, só estava disponível em universidades dos EUA. O objetivo do curso consistia na formação e capacitação de profissionais dispostos a trabalhar em prol do desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira, por meio de ensino público de qualidade (FUNDAÇÃO SHUNJI NISHIMURA DE TECNOLOGIA, 2012).

Atualmente, a FATEC Shunji Nishimura Pompeia possui dois cursos destinados a AP: Mecanização em Agricultura de Precisão e Big Data no Agronegócio, ambos gratuitos com ingresso via vestibular. Além disso, a instituição conta com o Grupo de Agricultura de Precisão (GAP), grupo de pesquisa fundado em 2013, com o objetivo principal de integrar os alunos da Fatec Shunji Nishimura Pompeia nas atividades extraclasse de ensino, pesquisa e extensão.

A Embrapa, por sua vez, destaca-se na área técnico-científica em AP no país. Constantemente existem publicações de suas atividades, para manter a sociedade a par de seus estudos e avanços tecnológicos. Como já descrito ao decorrer desta revisão, no ano de 1999, nos primórdios da AP brasileira, a Embrapa já havia lançado o documento “Infraestrutura da agricultura de precisão no Brasil”, trazendo informações acerca das atividades em AP no território nacional. Aqui, cabe salientar a menção da Embrapa a algumas instituições relacionadas a AP, ainda não citadas, como: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"(UNESP), campus Botucatu e Presidente Prudente; Instituto Agrônomo de Campinas (IAC); Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR); Universidade Estadual de Londrina (UEL); Universidade Federal de Lavras (UFLA); Universidade Federal de Viçosa (UFV); Universidade de Campinas (UNICAMP); Universidade do Estado de São Paulo, unidade Politécnica; e por fim, obviamente as unidades pertencentes a própria Embrapa (MESQUITA, 1999). No entanto,

atualmente, há a limitação na obtenção de informações detalhadas sobre estas instituições e seus grupos de pesquisa, e quais estudos continuam desempenhando em relação a AP.

Dentro da Embrapa, destaca-se ainda a atuação da Embrapa Informática Agropecuária, a qual está focada no desenvolvimento de TIC para a agropecuária, investindo em parcerias com instituições de pesquisa e ensino, cooperativas, governo e entidades de assistência (EMBRAPA, 2018a). Conforme Massruhá et al. (2020), o propósito essencial da Embrapa, concentra-se na viabilização de estudos e inovações para assegurar a sustentabilidade e competitividade do setor agrícola nacional. Nesse sentido, os autores atribuem a Embrapa o status de protagonista na modernização tecnológica da agricultura, principalmente com relação a AP.

Adicionalmente, e preocupada com as tendências mundiais e seu impacto para a agricultura brasileira, o Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa (Agropensa), publicou o documento “Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira”, que serviu como base para nortear as pesquisas geradas pela instituição. Assim, no ano de 2020 a Embrapa possui um portfólio de 33 projetos e um total de 330 desafios de inovação, direcionados a potencialização do setor agrícola, pecuário e alimentício. O portfólio Automação, Agricultura de Precisão e Digital, que integra especificamente a AP, possui como missão o planejamento, promoção e acompanhamento dos processos de criação, adaptação e disseminação dos conhecimentos e inovações nesta área, para que assim seja alcançada a sustentabilidade e maximização de produtividade do agroecossistema brasileiro (MUSSRUHÁ et al., 2020).

De acordo com Ferraz e Pinto (2017), existe um grande número de aplicativos para download gratuito desenvolvidos pela Embrapa, com o objetivo de auxiliar os agricultores na tomada de decisão de suas atividades. Na lista encontram-se: Suplementa Certo (Embrapa Gado de Corte e Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS, 2013); S.A.C. Gado de Corte (Embrapa em parceria com outras instituições, 2013); Roda da Reprodução (Embrapa Pecuária Sudeste e Informática Agropecuária e Programa Balde Cheio, 2016); Custo Fácil (Embrapa Suínos e Aves e Embrapa Informática Agropecuária, 2016).

Além dos aplicativos relacionados a gestão de propriedades; medição de emissão de gases de efeito estufa; custo de produção; informações sobre bioinsumos; épocas de plantio; informações agrometeorológicas; entre outros, a Embrapa prevê lançar em breve, novos aplicativos gratuitos, com o objetivo de aproximar a produção agropecuária da agricultura digital, ofertando além dos softwares, serviços de infraestrutura e plataforma competente. Desse modo, a Embrapa contemplará a demanda nacional de produtores, cooperativas e empresas

tecnológicas, por um sistema inovador, capaz de gerar benefícios e infraestrutura para os mesmos, por meio do conhecimento agregado, analisado e disponibilizado para auxílio na tomada de decisões (MASSUHÁ et al., 2020).

Por fim, como destacam Vieira Filho e Vieira (2013), os retornos proporcionados pela revolução tecnológica no agronegócio brasileiro, expõem resultados promissores e satisfatórios na competitividade, dinamismo e produtividade. No entanto, tal feito só foi possível a partir dos estudos e iniciativas realizados, isto é, o conhecimento se transformou em valiosa estratégia para o desenvolvimento e crescimento da nação. Nesse sentido, é preciso reconhecer os projetos destacados e incentivar novos projetos e atuações técnico-científicas no país, essencialmente na área de AP, uma vez que a sociedade em sua amplitude só tende a se beneficiar da integração: conhecimento-tecnologia-agricultura-sustentabilidade.

#### **2.4.5 Produção científica em agricultura de precisão**

Machado et al. (2018), destacam que a criação da Embrapa e os investimentos nos programas de pós-graduação das IES nacionais, possibilitaram estudos que influenciaram no incremento da produtividade dos cultivos brasileiros, e na certeza que o sistema tradicional de agricultura já se encontrava ultrapassado.

Massruhá, Moura e Leite (2015), analisaram a produção científica da Embrapa e Embrapa Informática Agropecuária, no período entre os anos de 2003 e 2014, nas áreas de tecnologias avançadas, e entre estas a própria AP. Nesse estudo, destacaram que os temas mais frequentes nos trabalhos publicados foram “sensoriamento remoto”, “agricultura de precisão”, “modelagem”, “software”, “geoprocessamento” e “bioinformática”. Enquanto isso, a Embrapa Informática Agropecuária apresentou adicionalmente os temas “geotecnologias”, “reconhecimento de padrões” e “big data”.

Em publicação mais recente sobre a produção científica da Embrapa Informática Agropecuária, no relatório de gestão do período de 2015 e 2018 da instituição, foi apontado um aumento de 94% no montante de artigos publicados em periódicos internacionais (EMBRAPA, 2018a). Tal feito, porta-se imponentemente, pois como ressalva Alba e Zanela (2016), a coordenação direta da AP na Embrapa, está sob liderança da Embrapa Informática Agropecuária.

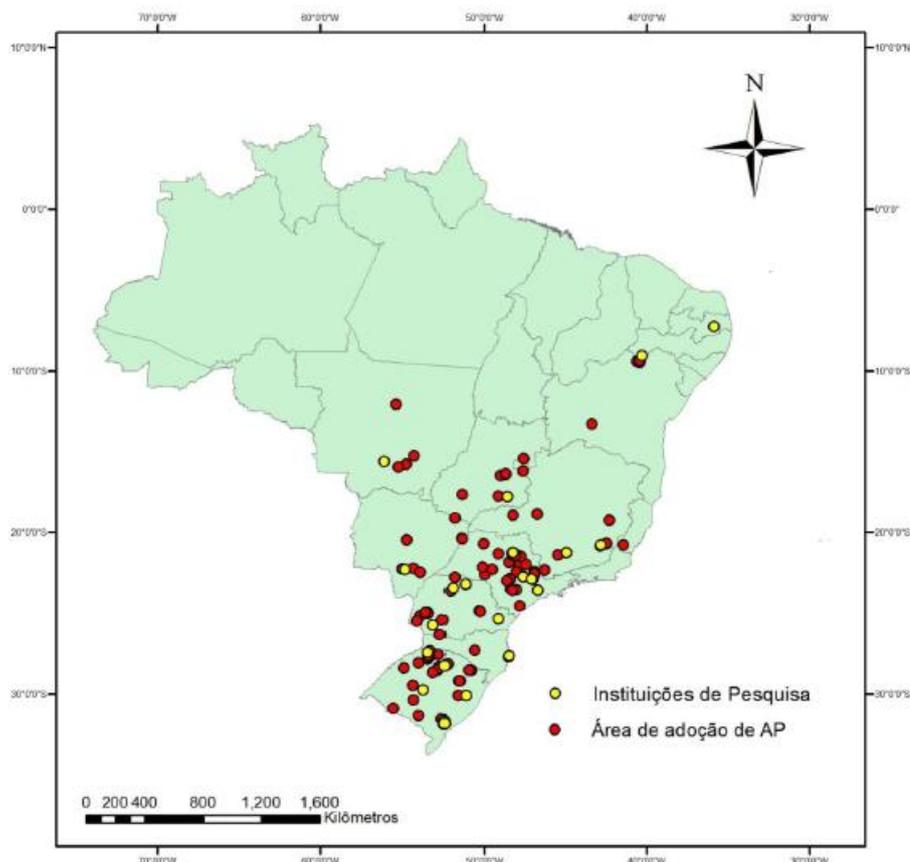
Pamplona e Silva (2018), estudaram a produção científica acerca da AP em três países da América do Sul: Brasil, Argentina e Colômbia, utilizando-se para isso a análise das

publicações de duas importantes plataformas de artigos, no período entre 2001 e 2017. O estudo evidenciou que o Brasil destaca-se significativamente em número de artigos publicados, quando comparado a Argentina e Colômbia. Conforme Pamplona e Silva (2018), este fato mostra o esforço brasileiro em experimentar e pesquisar a utilização de uma nova abordagem de agricultura. Quanto a autoria dos artigos e número de publicações, os resultados mostraram que os autores brasileiros publicam 4,5 vezes mais do que os argentinos e quase 14 vezes mais que os colombianos. O Brasil ainda se destaca no montante de autores relevantes para o meio científico da AP, e maior número de instituições públicas e privadas envolvidas nas pesquisas.

Miranda, Veríssimo e Ceolin (2017), analisaram o banco de dados, essencialmente brasileiro, da plataforma SciELO, quantificando as publicações sobre agricultura de precisão no período compreendido entre os anos de 2007 a 2017. Os autores apresentam em seus resultados, que durante o período analisado, no ano de 2011 ocorreu o pico de publicação de artigos em AP, decaindo desde então. Além disso, os autores destacam a área das Ciências Agrárias como a principal para publicações, e ainda verificaram que a maior parte dos artigos foi escrito em conjunto, o que segundo os pesquisadores favorece a discussão e desenvolvimento do trabalho. Miranda, Veríssimo e Ceolin (2017), concluíram com um apelo à comunidade científica em dedicar mais estudos à AP, e assim contribuir com maior número de pesquisas e com a ciência e sociedade, uma vez que a AP faz parte de um cenário dinâmico e de inovações constantes, traduzindo a própria agricultura atual.

Quanto aos centros de pesquisa de AP no país, Alba e Zanela (2016), realizaram um estudo diagnóstico que identificou a distribuição dos mesmos no território nacional. A pesquisa concentrou-se na obtenção de informações em eventos da área de AP e artigos publicados. Segundo os autores, a disposição dos locais de pesquisa assemelha-se as regiões de adoção, instigando que os trabalhos sobre AP estão relacionados as instituições promotoras de ciência, evidenciando a localização da experimentação agrícola no Brasil. Como ilustra a Figura 3, os centros de pesquisa são predominantes nas regiões sul e sudeste do Brasil.

Figura 2 – Distribuição dos centros de pesquisas e áreas de adoção de agricultura de precisão no Brasil.



Fonte: Alba e Zanela (2016).

Nota-se a existência das tentativas da comunidade científica em desenvolver a AP no Brasil. No entanto, o estímulo à novos estudos devem ser constantes, posto que apesar de incipientes, há poucos centros de pesquisas nesta área distribuídos pelo vasto território nacional.

A agricultura recente está focada na aliança do conhecimento e inovações, para romper com velhos paradigmas de atividades agrícolas obsoletas. Além do mais, a ciência torna-se imprescindível para o desenvolvimento de uma nação, quando passa a disseminar à sociedade resultados proveitosos. O Brasil conta com preciosa competência agregada, seguida de um privilegiado território e diversidade ambiental, os quais influenciam diretamente nas oportunidades de ascensão e competitividade da agricultura brasileira (VIEIRA FILHO; VIEIRA, 2013; RODRIGUES, 2014; MACHADO et al., 2018).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

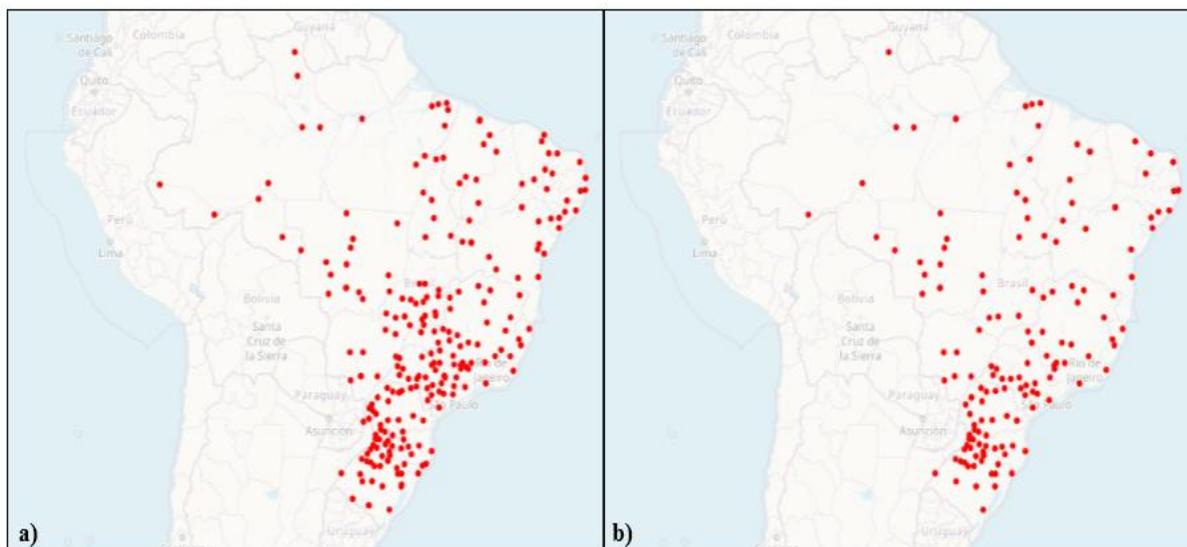
O estudo foi realizado por meio de pesquisa exploratória, com abordagem da técnica qualitativa. Conforme definições de Gil (2019), as pesquisas exploratórias são utilizadas quando o objeto de estudo possui pouca exploração, e torna-se difícil formular hipóteses precisas a respeito. Além disso, os estudos exploratórios portam-se como etapa preliminar de uma investigação que poderá aprofundar-se posteriormente. O método de amostragem foi o não-probabilístico, em virtude de a população amostral não estar disponível para realização de formas aleatórias de sorteio, e levando-se em consideração a subjetividade do pesquisador (GIL, 2019).

Os dados referentes aos cursos de agronomia do Brasil, foram extraídos da plataforma pública e- MEC, com ajustes, uma vez que a plataforma possuía alguns dados desatualizados. Para tal, após a consulta na plataforma, foram conferidos os cursos um a um, perante cada IES. Após a obtenção dos dados dos cursos, realizou-se uma filtragem nos mesmos, onde manteve-se na amostra apenas os cursos que possuíam como característica: situação - em atividade; data de início de funcionamento igual ou anterior ao ano de 2015; possuir ao menos uma turma já formada, isto é, grade curricular estruturada; e pertencer a modalidade de ensino presencial. O período do estudo ocorreu entre março e dezembro de 2020, mediante o envio do questionário virtual (Apêndice A), elaborado através do aplicativo Google Docs (Google Inc.), com perguntas fechadas, isto é, de múltipla escolha, mas com a opção de os participantes expressarem sua opinião caso não houvesse alternativa satisfatória para a realidade do curso.

O uso de questionários é uma ferramenta utilizada frequentemente para buscar subsídios sobre a AP, essencialmente no cenário internacional, sendo que a literatura fornece exemplos, como: Paxton et al. (2011), pesquisaram a intensidade da adoção das tecnologias de AP por agricultores algodoeiros dos EUA; Far e Rezaei-Moghaddam (2015), estudaram os fatores sobre a aceitação da AP no Irã; Vecchio et al. (2020), investigaram por meio de questionário o processo de adoção de tecnologias da AP em cerca de 200 fazendas italianas; dentre outros.

O levantamento foi realizado em 279 cursos superiores de Agronomia, os quais se encaixavam nos critérios estabelecidos. Os endereços eletrônicos dos coordenadores dos cursos, ou então docentes, para envio dos questionários, foram obtidos na própria plataforma e-MEC, e/ou em buscas nos sites das IES. Ao todo 162 cursos participaram do estudo, representando 58,1% da população inicialmente delimitada. Na Figura 4, observa-se os cursos que participaram respondendo o questionário enviado, em comparação com os cursos selecionados para a pesquisa:

Figura 3 – Mapa do Brasil com os cursos superiores de Agronomia: a) selecionados para o estudo; e, b) participantes do estudo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a obtenção dos questionários respondidos, os dados foram tabulados e submetidos a estatística descritiva, com auxílio do software Microsoft Excel (Microsoft Office). Foram elaborados gráficos percentuais para cada questão, por região e a nível nacional. Considerando a natureza dos dados, nenhuma estatística inferencial foi aplicada. Contudo, assume-se que este trabalho é representativo do universo de cursos de agronomia, dado a alta taxa de respondentes em relação ao total de cursos. Além disso, todos os cursos tiveram a mesma oportunidade de responder, logo não é provável que exista algum viés ou favorecimento a casos específicos que não fossem representativos do universo de cursos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo contou com a participação de 162 cursos superiores de agronomia do Brasil, correspondendo a 58,1% do total de cursos de agronomia do país. Houve a participação de cursos de agronomia de todas as regiões do país e de todos os estados, exceto do estado do Amapá, uma vez que o mesmo não possuía cursos superiores de acordo com os critérios estabelecidos no estudo.

### 4.1 ABORDAGEM DE AGRICULTURA DE PRECISÃO NAS IES BRASILEIRAS

Na Tabela 4 são apresentados os resultados sobre a forma como a AP é abordada nos cursos superiores de agronomia do Brasil. Conforme os dados, evidencia-se que a abordagem da AP como “Parte de outra disciplina” atinge percentuais superiores a 50% para todas as regiões, demonstrando que essa é a principal forma de ministração do tema nos cursos superiores do país, independentemente da localização no território nacional. As regiões Nordeste e Norte, sobressaem-se com os maiores percentuais de 78,3% e 61,9%, respectivamente para a forma de “parte de outra disciplina”.

Tabela 4 – Números absolutos e valores percentuais sobre a forma de abordagem de agricultura de precisão nos cursos superiores de agronomia, conforme as regiões do Brasil.

REGIÃO	Abordagem de Agricultura de Precisão	Total de cursos	%
Nordeste	Não abordada	0	0,0
	Parte de outra disciplina	18	78,3
	Disciplina Optativa	4	17,4
	Disciplina Obrigatória	0	0,0
	Outra abordagem	1	4,3
	<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>
Norte	Não abordada	0	0,0
	Parte de outra disciplina	13	61,9
	Disciplina Optativa	6	28,6
	Disciplina Obrigatória	2	9,5
	Outra abordagem	0	0,0
	<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100,0</b>
Centro-Oeste	Não abordada	0	0,0
	Parte de outra disciplina	12	52,2
	Disciplina Optativa	8	34,8

	Disciplina Obrigatória	3	13,0
	Outra abordagem	0	0,0
	<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>
<b>Sudeste</b>	Não abordada	0	0,0
	Parte de outra disciplina	23	54,8
	Disciplina Optativa	6	14,3
	Disciplina Obrigatória	13	31,0
	Outra abordagem	0	0,0
	<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>100,0</b>
<b>Sul</b>	Não abordada	0	0,0
	Parte de outra disciplina	28	52,8
	Disciplina Optativa	8	15,1
	Disciplina Obrigatória	17	32,1
	Outra abordagem	0	0,0
	<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,0</b>
<b>Brasil</b>	Não abordada	0	0,0
	Parte de outra disciplina	94	58,0
	Disciplina Optativa	32	19,8
	Disciplina Obrigatória	35	21,6
	Outra abordagem	1	0,6
	<b>TOTAL</b>	<b>162</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

A região Centro-Oeste, por sua vez, destaca-se pelo maior percentual da abordagem da AP como “Disciplina Optativa” em seus cursos, com 34,8%, seguida pela região Norte (28,6%), Nordeste (17,4%), Sul (15,1%) e Sudeste (14,3%).

As regiões Sul e Sudeste, possuem percentuais inferiores para a forma “Disciplina Optativa”, justificado pelo fato de elevarem os percentuais da ministração de AP como “Disciplina Obrigatória”. Isto é, após a principal forma de abordagem (“Parte de outra disciplina”), o emprego da AP como “Disciplina Obrigatória”, destaca-se nos cursos participantes dessas duas regiões, correspondendo a 32,1% na região Sul, o maior percentual do estudo para essa abordagem, e 31,0% na região Sudeste, segundo maior.

A região Nordeste, distingue-se das demais, por ser a única a não apresentar nenhum curso participante com a forma de “Disciplina Obrigatória”. Além disso, essa foi a única região que evidenciou um curso com “Outra abordagem” de ministração de AP, o qual afirmou trabalhar o tema como tendência do agronegócio e assunto adicional nas disciplinas curriculares, onde os docentes possuem autonomia para integrar o mesmo a suas aulas, sempre

que julgam necessário, porém sem ocupar uma definição específica na matriz curricular do curso.

Em relação as percentagens nacionais, é possível averiguar que todos os cursos participantes, afirmaram abordar a AP de alguma maneira em suas grades curriculares, ou seja, não houve registro quanto a “Não abordagem” de AP. Sendo assim, as principais formas de ministração apresentadas foram: “Parte de outra disciplina” (58,0%), seguida por “Disciplina Obrigatória” (21,1%), e finalmente, a ministração da forma “Disciplina Optativa” (19,8%).

Os autores Reichardt et al. (2009), ao estudarem a disseminação e transferência de conhecimentos em AP na Alemanha, também apontaram a presença do tema representado em todas as universidades do país, onde 70,0% das universidades ofereciam módulos especiais para AP. No presente estudo, a soma dos percentuais dos cursos nacionais que ministram a AP como “Disciplina Optativa” ou “Obrigatória” equivale a 41,4%.

Para Tavares et al. (2014), no Brasil, a principal barreira para a adoção e disseminação das técnicas de AP, encontra-se justamente na transferência da tecnologia, quando a mão de obra especializada não é abastecida essencialmente pelos cursos superiores ou técnicos do país, o que configura as acentuadas deficiências no setor de AP. Tal fato demonstra, que mesmo a AP sendo trabalhada na maioria absoluta dos currículos dos cursos de agronomia do país, a necessidade de formas eficazes de transferência de conhecimento são indispensáveis .

Os autores Kitchen et al. (2002), ao estudarem a adoção e as barreiras da implementação da AP em seu início nos EUA, também apontaram a ineficiência e insuficiência da educação acerca da AP, como uma das principais barreiras enfrentadas no país. Segundo estes pesquisadores, os americanos, necessitavam na época, assim como o Brasil necessita na atualidade, reformular seus métodos de ensino e currículos educacionais, para atender as novas necessidades impostas pelo sistema agrícola.

Conforme Reichardt et al. (2009), dos 300 a 380 alunos dos cursos superiores que estudavam AP na Alemanha todos os anos, em geral, a grande maioria não possuía conhecimentos sobre a temática. A única exceção ocorria para aqueles que já obtinham experiência prática, provinda de suas propriedades.

Dessa forma, a importância da abordagem de AP como “Disciplina Obrigatória”, mostra-se plausível, essencialmente no cenário do presente estudo, pois um maior número de profissionais apresentaria acesso ao tema que integraria a matriz curricular dos cursos. Isso porque, quando o tema é ofertado como “Parte de outra disciplina”, a importância da discussão e transferência de conhecimento, acaba obtendo uma importância parcial, ou então, menor do

que necessariamente precisaria expressar. Além disso, o empecilho da oferta de AP como “Disciplina Optativa”, encontra-se em que apenas uma parte dos futuros profissionais irão cursá-la.

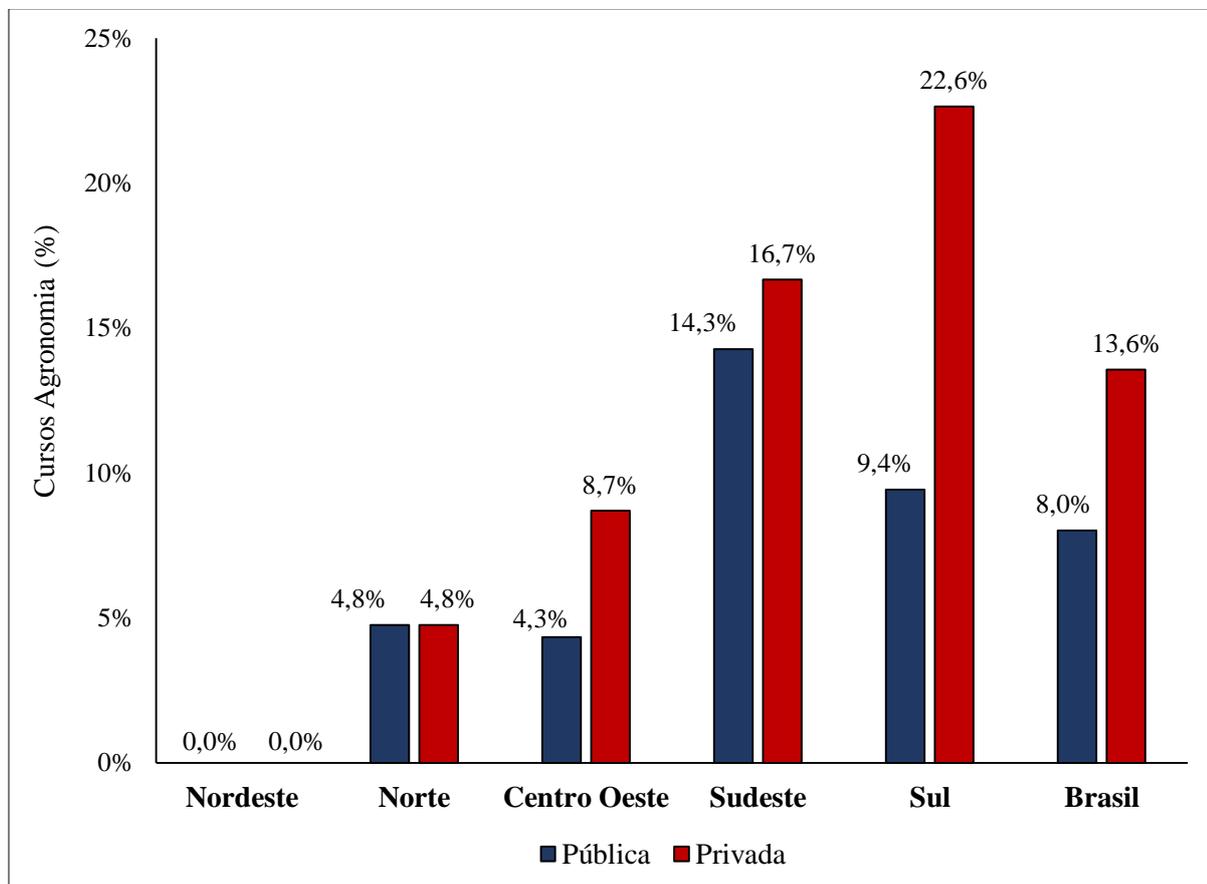
Assim, a abordagem de AP nos cursos superiores mostra-se vantajosa e fundamental, obedecendo diretamente uma das competências e habilidades exigidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), instituídas pelo MEC para as graduações em agronomia, onde torna-se imperativo a capacidade profissional para “enfrentar os desafios das rápidas transformações da sociedade, do mundo, do trabalho, adaptando-se às situações novas e emergentes” (BRASIL, 2006). Seguindo esta linha de pensamento, autores como Inamasu e Bernardi (2014) e Werlang (2018), defendem a incorporação de disciplinas específicas em AP, no sistema de ensino brasileiro, as quais proporcionariam a qualificação e capacitação dos futuros profissionais, além do atendimento da demanda existente no mercado nacional.

Outrossim, mesmo a AP não sendo abordada como disciplina obrigatória na matriz curricular de 77,8% dos cursos participantes do estudo, o último Enade, realizado para a área de agronomia em 2019, apresentou na parte da prova destinada a componentes específicos, uma questão objetiva destinada exclusivamente a avaliar o conhecimento sobre o tema AP. Segundo a elaboração da prova, essa questão avaliaria o conhecimento acerca do comprometimento com a sustentabilidade da produção agropecuária, essencialmente no que se refere a conservação e recuperação da qualidade dos recursos naturais: solo, ar e água. Ainda conforme a equipe técnica da prova, a questão avaliaria o quão aptos estariam os alunos das IES e cursos de graduação em agronomia, para realizar atividades de extensão, focadas na difusão de tecnologia e compartilhamento dos conhecimentos obtidos na universidade (BRASIL, 2019b).

Salienta-se nesse ponto, a importância das IES na preparação dos futuros profissionais agrícolas, por meio do fornecimento de conhecimento interdisciplinar e contextualizado, resultando em satisfatória capacitação profissional, e suprimento das demandas do setor agropecuário por capital humano de alta qualidade técnica. Fator esse, amplamente exposto na literatura como obstáculo para a adoção e disseminação da AP no país, por autores como: Soares Filho e Cunha (2015), Lima e Guedes (2020), Molin (2014), Bossoi et al., (2019), Anselmi (2012), Bernardi et al. (2014a), Artuzo (2015), Vellar, Gadotti e Luz (2016), Miranda, Veríssimo e Ceolin (2017), Oliveira e Volante (2019), dentre outros.

A categoria administrativa das IES dos cursos participantes que ofertam AP como “Disciplina Obrigatória”, segunda principal abordagem após a forma “Parte de outra disciplina”, é mostrada na Figura 4.

Figura 4 – Percentuais da abordagem de agricultura de precisão como “Disciplina Obrigatória” nos cursos superiores de agronomia do Brasil, conforme a categoria administrativa da instituição.



Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme disposto na Figura 4, no Brasil, 13,6% dos cursos participantes que afirmam abordar a AP como “Disciplina Obrigatória”, destacaram que suas IES pertencem a categoria administrativa de ensino privado, enquanto 8,0% dos cursos alegaram pertencer a categoria de ensino pública. Como pode ser visto, a região Nordeste é a única nacional a não possuir nenhum curso ministrando AP em seu currículo como “Disciplina Obrigatória”, independente da categoria administrativa da instituição. A Região Sul destaca-se por possuir 22,6% da oferta obrigatória de AP na rede privada, enquanto 9,4% encontra-se no sistema de ensino pública. A segunda região que mais oferece a AP obrigatoriamente na categoria privada é a Sudeste, com 16,7%, sobressaindo-se como principal região a oferecer AP de forma obrigatória na rede pública, com 14,3%.

A Região Centro-Oeste, assim como a Sul e Sudeste, também oferta a AP como componente curricular obrigatório em maior escala no sistema privado de ensino, com percentual de 8,7% na categoria, enquanto apenas 4,3% dos cursos dessa região pertencem ao sistema público, tratando-se do menor percentual de oferta de AP como obrigatória das regiões do país. A Região Norte, por sua vez, não apresentou diferenças nos percentuais das categorias administrativas, quando 4,8% dos cursos participantes da região, ofertam AP como obrigatória para ambas as categorias administrativas.

O fato da abordagem de AP como “Disciplina Obrigatória” possuir maior percentual de oferta nas instituições privadas, pode ser relacionado com o que Silva e Scalzer (2019), descrevem como união do papel empresarial das IES privadas e a principal finalidade destas: o ensino-aprendizagem. Para os autores, essa característica torna as instituições privadas competitivas entre si, buscando desenvolver instrumentos diferenciados, aprimoramento e inovação frequentes, oferta de alto conteúdo tecnológico e adaptação à realidade contemporânea, proporcionando assim a qualidade educacional e atendimento das necessidades e exigências de seus clientes, os alunos.

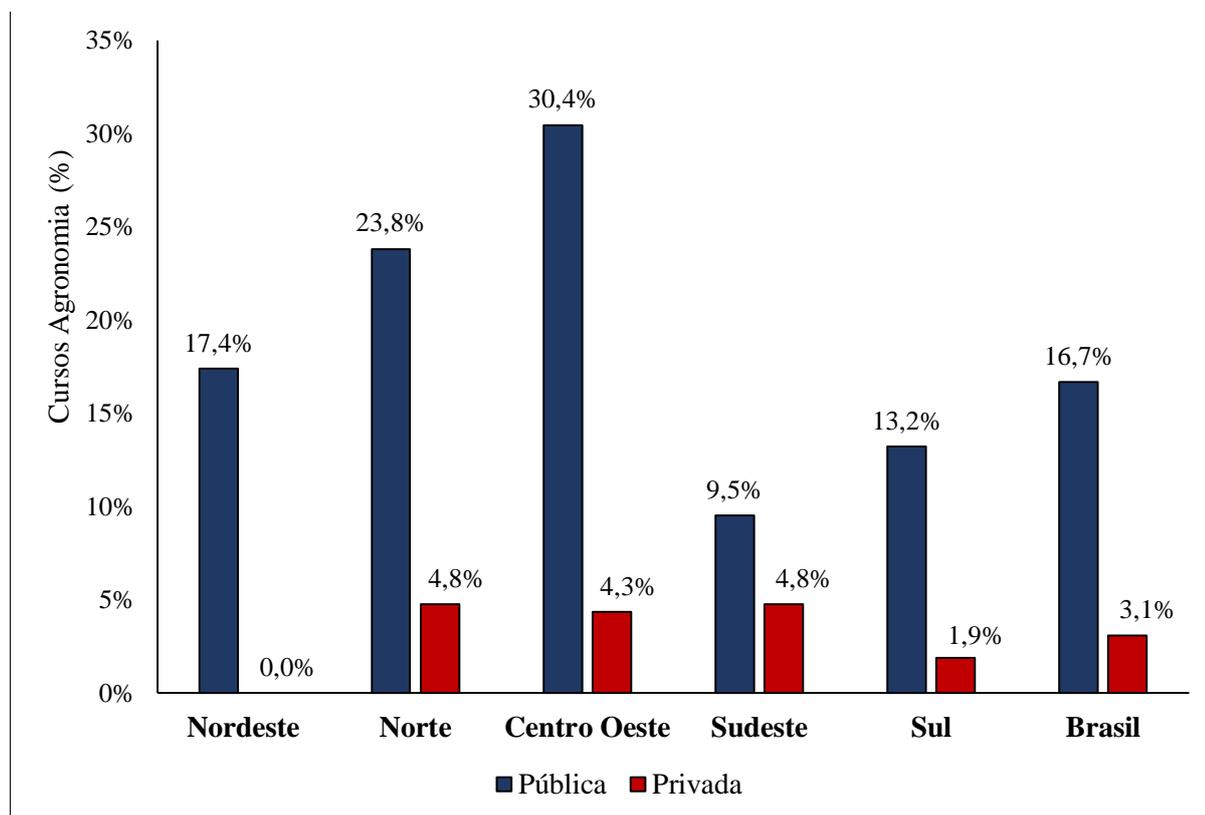
A categoria administrativa das IES dos cursos participantes que ofertam AP como “Disciplina Optativa”, é mostrada na Figura 5.

Os percentuais expressos na Figura 5, demonstram que a abordagem da AP como “Disciplina Optativa” é superior em oferta nas IES públicas, para todas as regiões brasileiras. Como pode ser observado, no Brasil, cerca de 16,7% dos cursos que ministram AP como optativa, pertencem a instituições públicas, enquanto 3,1% dos cursos alegaram fazer parte de instituições privadas. A Região Nordeste, destacou-se por não possuir nenhum curso de agronomia que oferte AP como optativa na rede privada, onde todos os cursos participantes da região, ou 17,4%, pertencem a categoria administrativa pública.

A Região Centro-Oeste se sobressaiu com o maior percentual da ministração de AP optativa em IES públicas, com 30,4%, enquanto a rede privada de ensino ficou representada por 4,8% dos cursos de agronomia. A Região Norte, também apresentou alto percentual de abordagem da forma optativa em cursos públicos, com 23,8%, enquanto 4,8% dos cursos da região, integram o sistema privado. A Região Sul, demonstrou baixíssimo percentual de abordagem da AP como “Disciplina Optativa” nos cursos de instituições privadas, com 1,9%, a maioria (13,2%), assim como as demais regiões, pertencem a IES públicas. Por fim, a Região Sudeste apresentou o menor percentual do estudo de abordagem de AP como optativa para a

rede pública, com 9,5%, possuindo 4,8% dos cursos que ministram AP como “Disciplina Optativa” em instituições privadas.

Figura 5 – Percentuais da abordagem de agricultura de precisão como “Disciplina Optativa” nos cursos superiores de agronomia do Brasil, conforme a categoria administrativa da instituição.



Fonte: Elaborado pela autora.

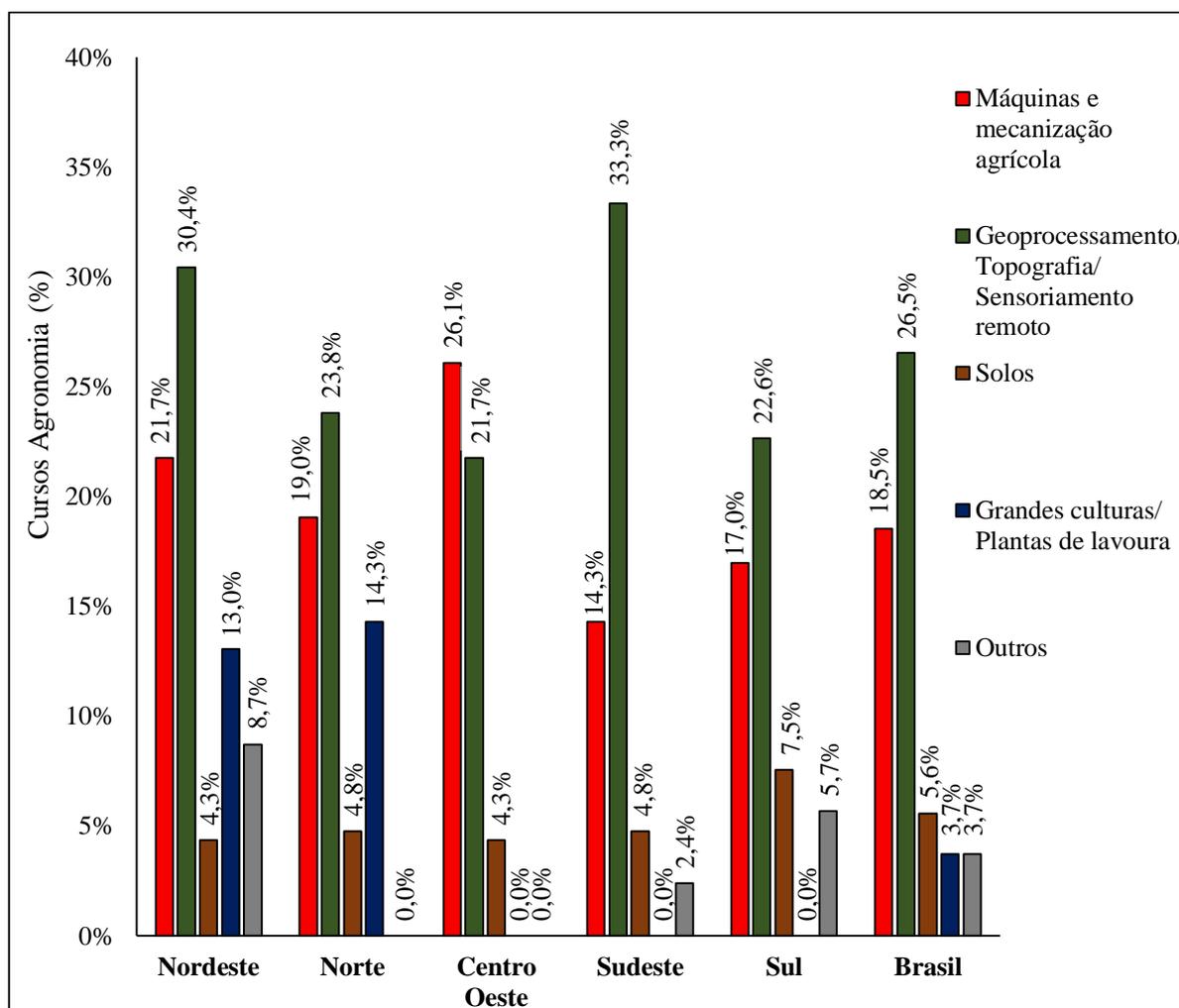
Ao serem comparadas as figura 4 e 5, observa-se que a abordagem de AP como “Disciplina Obrigatória” nos cursos de agronomia participantes, é superior em oferta nas IES particulares, enquanto isso, a abordagem de AP como “Disciplina Optativa”, possui oferta superior nas IES públicas.

O presente estudo, trata-se do trabalho mais completo e atualizado para o país, até então, não haviam informações concisas sobre a forma como AP era ministrada nos cursos superiores do Brasil. Para ser exato, apenas um único estudo constava na literatura. O mesmo abordava sobre o contexto histórico da AP internacional e nacionalmente, e sobre o universo de pesquisa da Embrapa e universidades brasileiras. Intitulado “Agricultura de Precisão”, o estudo dos autores Inamasu e Bernardi (2014), afirmava que a AP era raramente trabalhada como uma

disciplina nas grades curriculares de cursos superiores do país, e quando ocorria era na forma de disciplina optativa. Como foi possível averiguar neste estudo, a afirmativa não pode ser padronizada para todas as regiões brasileiras, visto que o Brasil e cada região apresentam suas particularidades intrínsecas.

Considerando que a abordagem de AP como “Parte de outra disciplina”, foi evidenciada como principal forma de ministração de AP no país e em suas regiões, os cursos de agronomia participantes do estudo foram questionados sobre quais seriam estas disciplinas que integram a AP em suas ementas. Na Figura 6, é possível detalhar as repostas dos cursos.

Figura 6 – Percentuais da abordagem de agricultura de precisão como “Parte de outra disciplina”, nos cursos superiores de agronomia do Brasil, conforme a área das disciplinas e regiões brasileiras.



Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme a Figura 6, no Brasil, as principais disciplinas a integrar a AP em suas ementas, são disciplinas relacionadas ao geoprocessamento, topografia e sensoriamento remoto, com percentual nacional de 26,5%. Em segundo lugar, encontram-se disciplinas vinculadas a área de máquinas e mecanização agrícola, onde 18,5% dos cursos de agronomia participantes, afirmaram ministrar o tema AP como parte destas disciplinas. Em terceiro lugar, os cursos destacaram ofertar a AP como integrante de disciplinas da área de solos, com percentual de 5,6% de oferta nacional. Já as disciplinas da área de grandes culturas e plantas de lavoura, foram citadas por 3,7% dos cursos nacionais. Esse mesmo percentual (3,7%), foi apontado por cursos que alegaram ministrar a AP dentro de disciplinas de outras áreas em suas grades curriculares, como: estatística experimental; irrigação e drenagem; fisiologia vegetal; tecnologia de produtos de origem vegetal e animal; práticas culturais adicionais, e produção de grãos.

Ao serem consideradas as respostas dos cursos de cada região, para a Nordeste, observa-se que a AP é trabalhada essencialmente dentro de disciplinas pertencentes a área do geoprocessamento, topografia e sensoriamento remoto (30,4%); seguida por disciplinas da área de máquinas e mecanização agrícola (21,7%); grandes culturas e plantas de lavoura (13,0%); disciplinas de outras áreas (8,7%), como: fisiologia vegetal, tecnologia de produtos de origem vegetal e animal e práticas culturais adicionais; e em menor percentual em disciplinas relacionadas a área de solos (4,3%).

Na Região Norte, destaca-se que a distribuição das áreas das disciplinas que abordam AP seguem perfil semelhante aos da Região Nordeste, onde o tema é abordado essencialmente em disciplinas da área de geoprocessamento, topografia e sensoriamento remoto (23,8); seguido por máquinas e mecanização (19,0%); grandes culturas e plantas de lavoura (14,3%), e solos (4,8%).

A Região Centro-Oeste, por sua vez, foi a única região do país em que as disciplinas da área de máquinas e mecanização agrícola se sobressaíram como principal, perante a área de geoprocessamento, topografia e sensoriamento remoto, obtendo respectivamente, os percentuais de 26,1% e 21,7%. As disciplinas pertencentes a área de solos ocuparam a terceira posição, representadas com 4,3% das respostas.

Na Região Sudeste, a abordagem de AP dentro de disciplinas de geoprocessamento, topografia e sensoriamento remoto foi superior, com o percentual de 33,3%. Em seguida aparecem as disciplinas da área de máquinas e mecanização agrícola, com 14,3%; solos, com

4,8%; e disciplinas de outras áreas, como: produção de grãos, com 2,4%. A área de solos, não obteve nenhum curso a acusar abordagem de AP dentro de suas disciplinas para esta região.

Por fim, a Região Sul do Brasil, destacou a oferta do tema principalmente nas disciplinas pertencentes as áreas de geoprocessamento, topografia e sensoriamento remoto (22,6%), seguida pelas áreas de máquinas e mecanização agrícola (17,0%), solos (7,5%), e disciplinas de outras áreas (5,7%), como: estatística experimental e irrigação e drenagem.

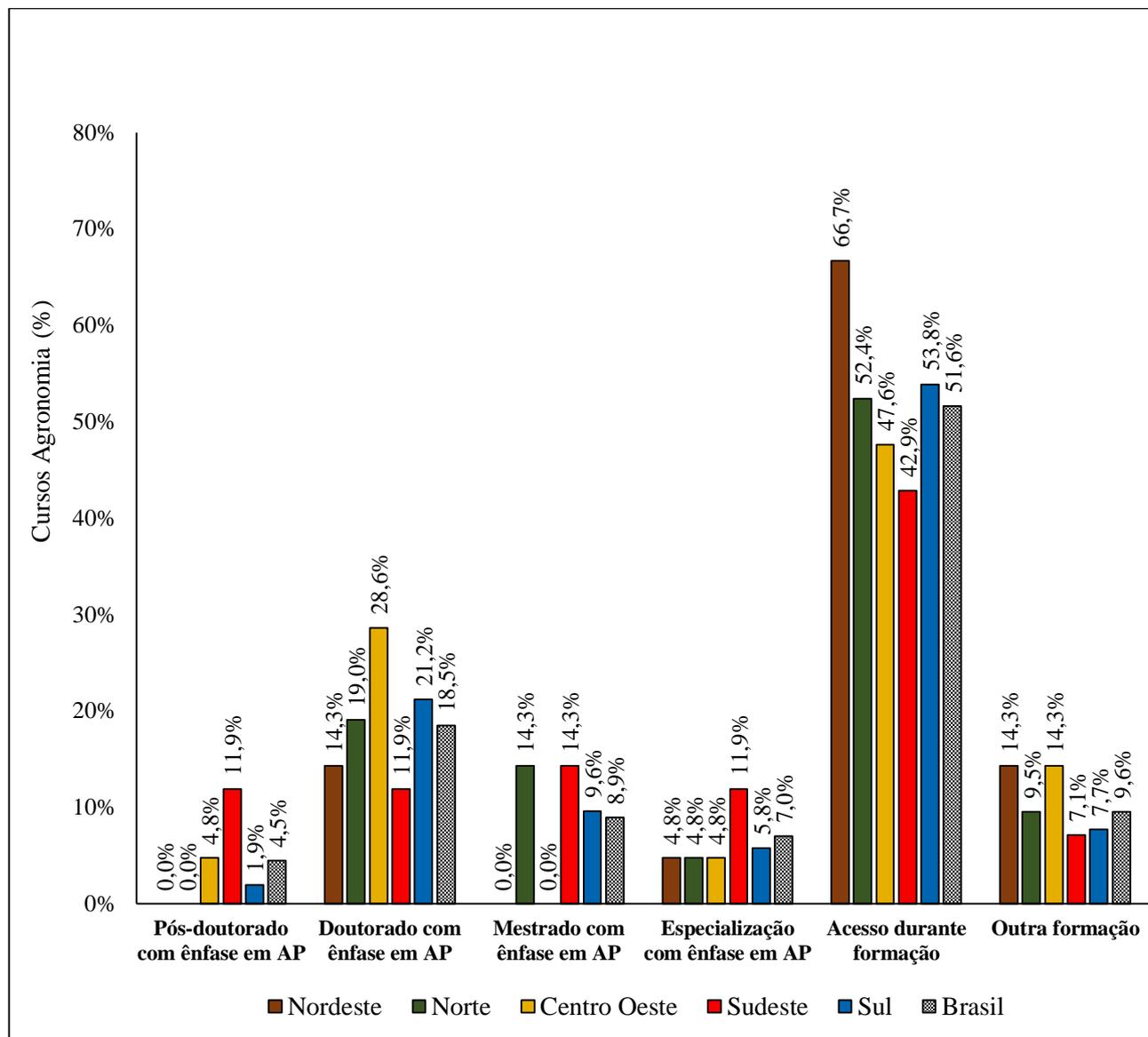
#### 4.2 DOCENTES DAS IES BRASILEIRAS E O ENSINO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

Na Figura 7 são apresentados os resultados sobre a formação acadêmica com ênfase ou sem ênfase em AP, dos docentes responsáveis pela discussão do tema ou condução da disciplina de AP, dos cursos de agronomia participantes do estudo.

Conforme a figura, no Brasil, o acesso durante a formação, isto é, formação sem ênfase na área de AP, foi a principal maneira como os docentes que trabalham a AP no currículo dos cursos de agronomia, afirmaram terem obtido contato com o assunto durante sua formação e atividade docente, expressando ser a realidade percentual de 51,6% dos cursos participantes. Esse fato também foi observado para todas as regiões do país, onde o acesso durante a formação foi definido pelas cinco regiões brasileiras, como a forma fundamental de obtenção de conhecimentos sobre AP durante a preparação docente (mesmo que não possuam nenhuma formação específica com ênfase em AP).

A segunda principal formação acadêmica dos docentes responsáveis pela ministração de AP nos cursos de agronomia do Brasil, foi o grau de doutorado com ênfase em AP, com percentual de 18,5%. Em seguida aparecem outras formações, sem ser necessariamente com ênfase na área, destacando-se: mestrado e doutorado em engenharia agrícola; doutorado em ciências geodésicas; doutorado e pós-doutorado na área de solos; doutorado em informações espaciais, e bacharelado em agronomia. O mestrado com ênfase na área de AP, ocupa a quarta colocação de formação acadêmica docente, com percentual de 8,9%. Após, observa-se a especialização com ênfase em AP, citada por 7,0% dos docentes dos cursos de agronomia do Brasil. Por fim, o grau de pós-doutorado com ênfase na área de AP, aparece com percentual de 4,5%, sendo a menor formação acadêmica destacada pelos docentes que ministram a AP ou discutem a temática.

Figura 7 – Percentuais sobre a formação acadêmica, com ênfase ou sem ênfase em agricultura de precisão, dos docentes responsáveis pela discussão do tema ou condução da disciplina, nos cursos de agronomia, conforme a região do Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando-se as particularidades de cada região, a Região Nordeste, destaca-se por apresentar o maior percentual em comparação as demais, para o acesso durante a formação docente (mesmo que sem possuir formação específica em AP), apresentando 66,7% dos cursos da região com esta realidade. Em seguida, para a Região Nordeste, observa-se outras formações dos docentes (sem ligação a área de AP), e formação a nível de doutorado com ênfase no tema, ambas com percentuais de 14,3%. O grau de especialização com ênfase em AP dos professores que ministram o assunto nas IES, foi evidenciado em 4,8% dos cursos participantes. Por fim,

os cursos de agronomia da Região Nordeste, não destacaram possuir docentes para a área, com formação em nível de pós-doutorado e mestrado com ênfase em AP.

Na Região Norte, 52,4% dos cursos participantes, alegaram que o acesso durante a formação, é a principal forma como seus professores obtiveram conhecimentos para ministrar a disciplina de AP. Posteriormente, aparecem as formações em doutorado (19,0%) e mestrado (14,3%), ambas com ênfase na área de AP. Em quarto lugar, encontra-se outras formações (9,5%). A especialização com ênfase na área de AP, foi observada em 4,8% dos cursos participantes. Finalmente a formação em grau de pós-doutorado na área de AP, não foi declarada por nenhum curso da Região Norte, como formação de docentes que ministram a AP.

Na Região Centro-Oeste, após o acesso durante a formação (47,6%), os cursos de agronomia afirmaram que a formação à nível de doutorado com ênfase em AP, destaca-se para seus professores, apresentando o maior percentual das regiões para esta formação, 28,6%. Em seguida aparecem outras formações, com 14,3%, e especialização e pós-doutorado na área de AP, ambas com 4,8%. A formação dos docentes que ministram a AP com mestrado nesta área, não foi mencionado por nenhum dos cursos de agronomia na Região Centro-Oeste.

A Região Sudeste apresentou o menor percentual do estudo para o acesso durante a formação de seus docentes, visto que os cursos da região expressaram o percentual de 42,9% para esta formação. No entanto, a região obteve percentuais elevados para outras formações, como mestrado (14,3%), especialização (11,9%) e pós-doutorado (11,9%), todas formações com ênfase em AP. Posteriormente, observa-se a formação a nível de doutorado com ênfase em AP, com 11,9%, e outras formações dos professores, sem haver necessariamente ênfase na área, com percentual de 7,1% dos cursos.

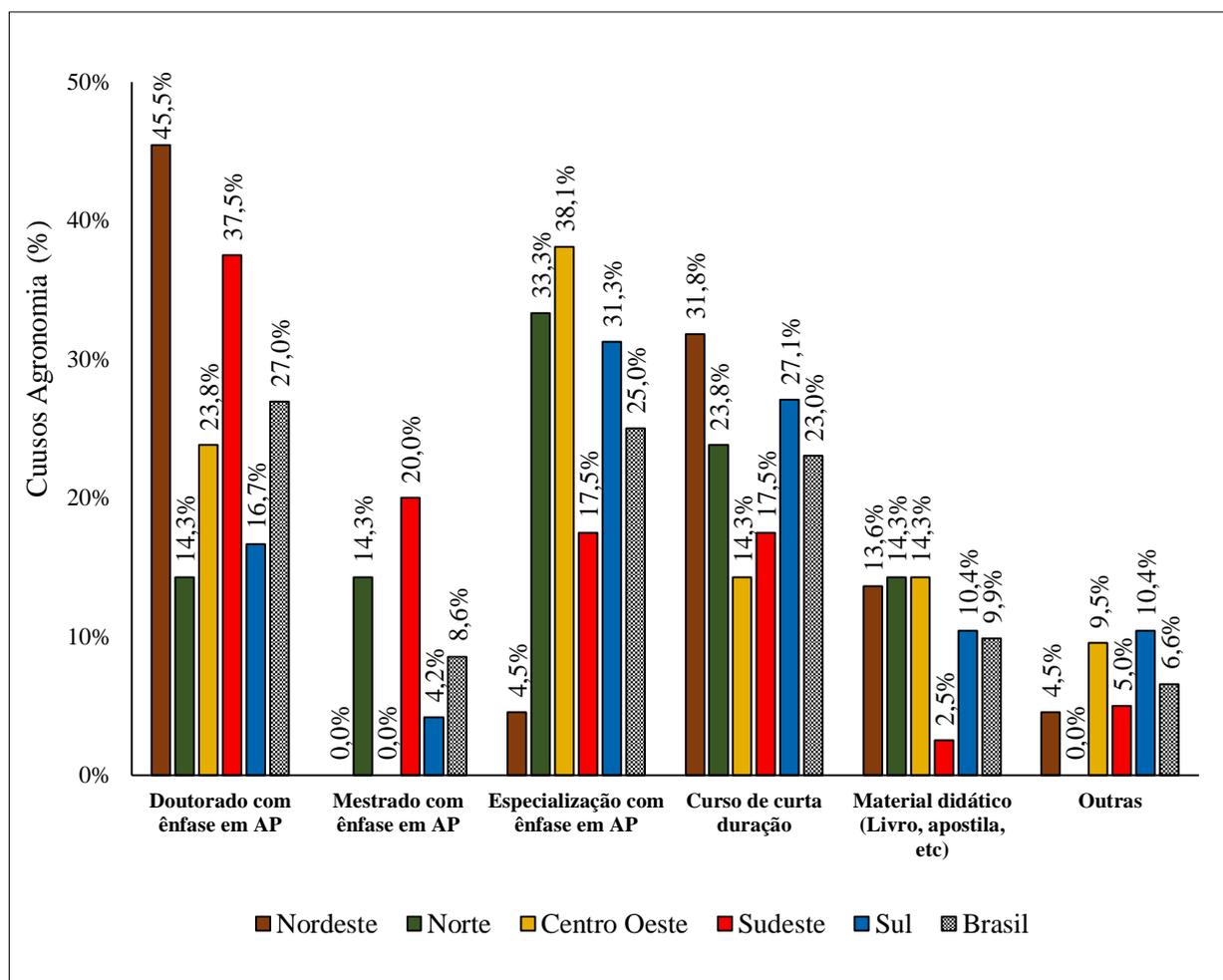
A Região Sul, por sua vez, apresentou as respostas dos cursos sobre a formação dos professores que ministram AP, na seguinte ordem decrescente: acesso durante a formação (53,8%); doutorado com ênfase em AP (21,2%); mestrado com ênfase em AP (9,6%); outras formações, mesmo que em outras áreas (7,7%); especialização com ênfase em AP (5,8%), e finalmente a formação à nível de pós-doutorado com ênfase em AP (1,9%).

Segundo o MEC, a formação necessária dos docentes da educação superior, é obtida nos cursos de pós-graduação, prioritariamente em programa de mestrado e doutorado, orientados pelas definições da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Ainda conforme o Ministério, são as próprias IES as responsáveis por definir a qualificação de seus docentes, porém, o MEC salienta que fazem parte dos procedimentos avaliativos estabelecidos pelo

Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), a qualificação docente e a adequação entre a formação e a disciplina ministrada pelo mesmo (BRASIL, 2018).

Na Figura 8, são detalhadas as percepções segundo os cursos de agronomia do país, sobre quais seriam as necessidades de formação, dos docentes que ministram e discutem AP em seus cursos.

Figura 8 – Percentuais da percepção dos cursos de agronomia, sobre as necessidades de formação dos docentes responsáveis pela discussão do tema ou condução da disciplina de agricultura de precisão, conforme as regiões do Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo a Figura 8, identifica-se que para o Brasil, os cursos julgam como principal formação necessária para o docente que ministra AP, o título de doutorado com ênfase na área (27,0%), seguido pela especialização com ênfase em AP (25,0%). Salienta-se que os cursos de

agronomia participantes, discriminaram o curso de curta duração (23,0%) e utilização de material didático (9,9%) para apoio, como livros e apostilas, como formas superiores de preparação dos professores que ministram AP, perante a formação em nível de mestrado com ênfase na área (8,6%). Por fim, a nível nacional, 6,6% dos cursos, evidenciaram outras formações e requisitos como necessários para seus docentes, tais como: experiência prática; atualização frequente de conhecimentos; formação à nível de pós-doutorado com ênfase em AP, citado por quatro cursos, em três regiões do Brasil, e até mesmo dois cursos de duas regiões diferentes, que não julgaram haver preparação necessária ao docente que ministra a disciplina de AP.

Analisando-se as regiões brasileiras, na Região Nordeste, os cursos consideraram a formação à nível de doutorado com ênfase em AP (45,5%), como sendo a principal para preparar seus docentes. Posteriormente, os cursos da região citaram em suas respostas, a necessidade de curso de curta duração (31,8%). Em seguida destacaram a necessidade de material didático (13,6%); especialização com ênfase em AP (4,5%); outras formações (4,5%), como por exemplo o pós-doutorado na área de AP, e nenhum dos cursos de agronomia desta região, citou o grau de mestrado com ênfase na área, como requisito necessário ao docente que trabalha com AP.

Na Região Norte, a maioria dos cursos julgaram ser a especialização com ênfase em AP (33,3%), a principal formação para o professor que aborda a temática. Seguido por curso de curta duração (23,8%), e material didático, mestrado e doutorado com ênfase em AP (todos representados com 14,3% das respostas). Para esta região, nenhum curso evidenciou outras formações como necessárias.

A Região Centro-Oeste, destacou a necessidade de formação do docente que ministra AP, na seguinte ordem decrescente de importância: especialização com ênfase em AP (38,1%); doutorado na área (23,8%); curso de curta duração e material didático (ambos com 14,5%), e por fim outras formações, como o pós-doutorado com ênfase em AP, e até mesmo a não necessidade de qualquer tipo de preparação ou formação. Assim como a Região Nordeste, a Região Centro-Oeste não apresentou nenhum curso a evidenciar a necessidade de formação em nível de mestrado com ênfase em AP.

A Região Sudeste, apontou a formação a nível de doutorado com ênfase em AP (35,5%), como a principal necessidade de formação para preparar seus docentes para ministrar AP nos cursos de agronomia. A formação em grau de mestrado com ênfase em AP (20,0%), foi a segunda mais citada pelos cursos participantes. Em seguida aparecem a especialização com

ênfase em AP, e o curso de curta duração, ambos com o percentual de 17,5%. Na Região Sudeste, também foram evidenciadas outras formações ou requisitos (5,0%), como necessários aos docentes que trabalham a AP, como por exemplo: possuir experiência prática na área. De acordo com os resultados, a necessidade de material didático, como livros e apostilas, foi apontada por 2,5% dos cursos participantes.

Por fim, a Região Sul, apontou a necessidade de formação em grau de especialização com ênfase na área de AP (31,3%), como a principal na preparação de seus docentes; seguida por curso de curta duração (27,1%); doutorado com ênfase em AP (16,7%); material didático (10,4%); Outras formações ou requisitos (10,4%), como: experiência prática, atualização frequente de conhecimentos, pós-doutorado com ênfase em AP, e até mesmo a não necessidade de qualquer formação para se ministrar a AP. Na última colocação aparece a formação a nível de mestrado com ênfase em AP, mencionada por apenas 4,2% dos cursos participantes da região.

De acordo com Kitchen et al. (2002), nos EUA, os primeiros usuários da AP eram praticamente autodidatas, porém, com o aumento da demanda e necessidade de respostas científicas para encorajar os produtores na adoção, ocorreu uma profunda transformação da tecnologia no país. Dessa forma, a dinâmica acelerada da troca de informações e conhecimentos, estimulou os educadores americanos da área de AP, ainda nas décadas de 1990 e 2000, a buscar adaptações e a acompanhar o rápido ritmo imposto pela inovação. Além disso, os educadores foram desafiados a proporcionar educação de qualidade para seus discentes, ao mesmo tempo que deviam atualizar seus próprios conhecimentos e currículos. Enquanto isso, as instituições de educação dos EUA, eram levadas a reformular os seus programas.

Na Alemanha, em meados dos anos de 2005, os docentes alegaram não terem a disposição materiais de ensino didático adequados, para que trabalhassem a AP em seus cursos. Nesse período, esta era uma das metas traçadas pelo país, para melhorar o ensino em AP, nos mais variados níveis educacionais. Além disso, muitos docentes dessa época, afirmavam não terem recebido o treinamento necessário, para se adaptarem as novas exigências dos seus discentes (REICHARDT et al., 2009).

Segundo Inamasu e Bernardi (2014), o desejável seria que em meados dos anos 2024, os conhecimentos sobre a AP, estivessem disseminados nas instituições de ensino, desde as técnicas até as de nível superior, havendo a oferta de disciplinas específicas nessa temática. Além disso, subentende-se, que a disponibilização de disciplinas em cursos superiores e de pós-

graduação, seriam capazes de qualificar os futuros profissionais agrícolas, e também aqueles que seguiriam na carreira docente.

Os autores Vieira Filho e Fishlow (2017), descrevem que nos últimos anos, o país conseguiu afastar o risco de desabastecimento e status de importador, para se tornar suficiente e exportador líquido de bens agropecuários. Para os autores, isso foi resultado da criação e consolidação da Embrapa, principalmente do programa de capacitação interno de seus pesquisadores, amplamente priorizado pela instituição. O investimento no fortalecimento do capital humano, conseguiu preparar os pesquisadores para enfrentar as adversidades da agropecuária brasileira, unindo a pesquisa, a indústria e a extensão, o que resultou no aceleração da competitividade produtiva do Brasil. No entanto, Vieira Filho e Fishlow (2017), salientam a importância da sustentabilidade produtiva, que ainda é compromisso e missão da ciência nacional, dentre as alternativas para isso, os autores citam a própria AP. O que torna-se evidente, é que os investimentos na capacitação e inovação tecnológica, em todos os níveis da sociedade, são responsáveis por proporcionar o desenvolvimento da mesma, seja econômica, social ou intelectualmente.

#### 4.3 ESTRUTURA E RECURSOS DIDÁTICOS DAS IES BRASILEIRAS PARA O ENSINO E A PESQUISA EM AGRICULTURA DE PRECISÃO

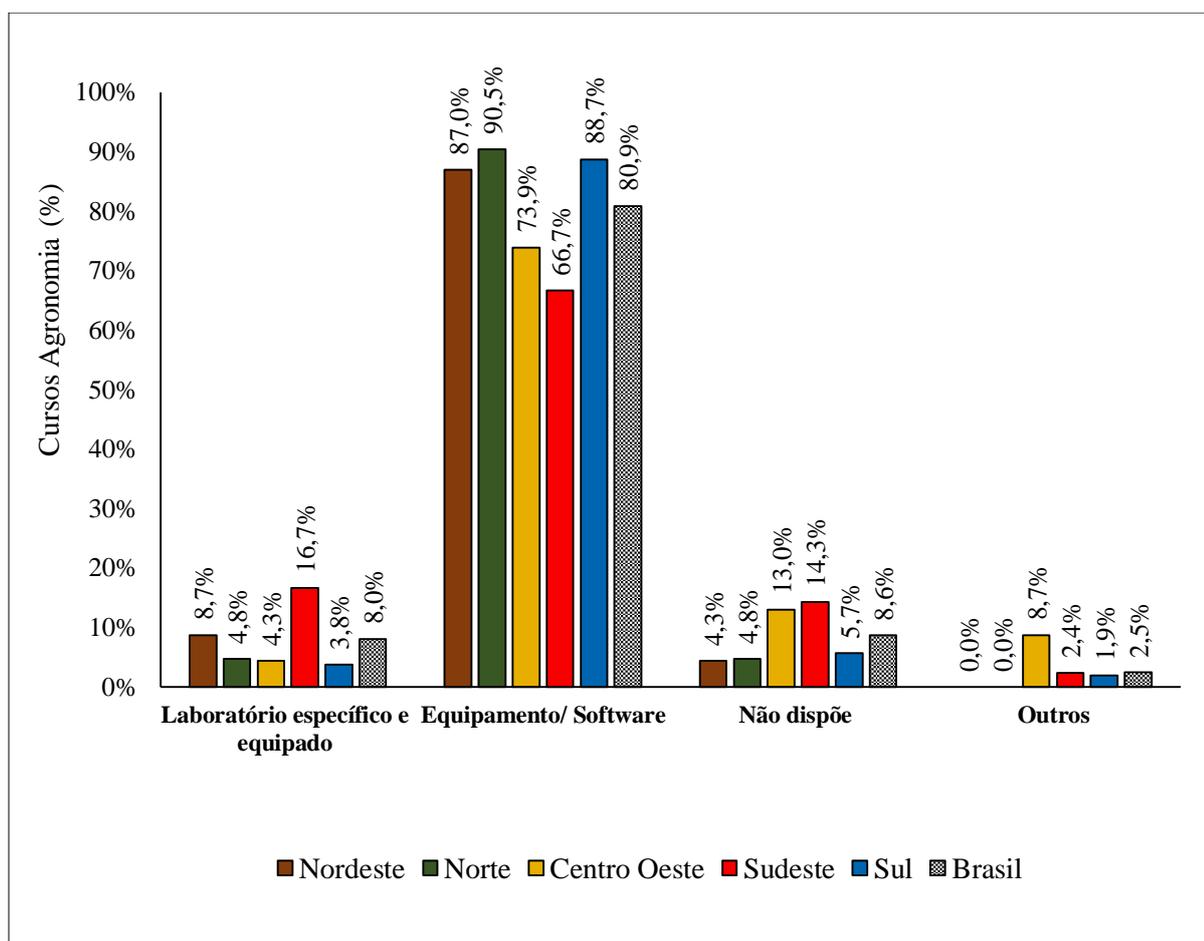
Na Figura 9, é possível observar os percentuais da estrutura e recursos didáticos disponíveis nos cursos superiores de agronomia do Brasil, para utilização no ensino e pesquisa em AP.

Conforme os resultados, pode-se verificar que a grande maioria dos cursos de agronomia do país, dispõem de algum tipo de estrutura ou recursos didático para trabalhar na área de AP. Dos cursos participantes, 80,9% afirmam possuir algum tipo de equipamento ou software para desempenhar atividades relacionadas com o ensino e pesquisa em AP. No entanto, 8,6% dos cursos do país, alegaram não dispor de nenhum recurso didático ou estrutura. Apenas 8,0% dos cursos de agronomia participantes, declararam possuir laboratório específico para AP e devidamente equipado. Nacionalmente, 2,5% dos cursos evidenciaram possuir outros tipos de recursos ou estrutura, como por exemplo, a parceria com empresas privadas, que disponibilizam os recursos e estrutura na área.

A Região Nordeste, assim como todas as regiões brasileiras, demonstrou que a grande maioria dos seus cursos possui algum tipo de equipamento ou software (87,0%), para

desempenhar o ensino e a pesquisa em AP. Em seguida, os cursos afirmaram possuir laboratório específico e equipado na área (8,7%). Entretanto, 4,3% dos cursos alegaram não possuir nenhum tipo de recurso didático ou estrutura para auxiliar nas pesquisas e no ensino da AP.

Figura 9 – Percentuais sobre a estrutura e recursos didáticos dos cursos superiores de agronomia, para o ensino e a pesquisa em agricultura de precisão, conforme as regiões do Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a Região Norte, 90,5% dos cursos de agronomia destacaram possuir algum tipo de equipamento ou software para trabalhar com a AP. A presença de laboratório específico e equipado, foi mencionada por 4,8% dos cursos, o mesmo percentual dos cursos que afirmaram não possuir nenhum tipo de recurso ou estrutura.

Na Região Centro-Oeste, a grande maioria dos cursos alegou haver algum tipo de equipamento ou software (73,9%), para serem utilizados no ensino ou pesquisa com AP. A não disponibilidade de recursos ou estrutura foi mencionada por 13,0% dos cursos participantes.

Em seguida, 8,7% dos cursos evidenciaram outros recursos ou estrutura disponíveis para o trabalho da AP. O menor percentual da região, foi de cursos que possuíam laboratório específico e equipado na área, representado por 4,3% dos cursos.

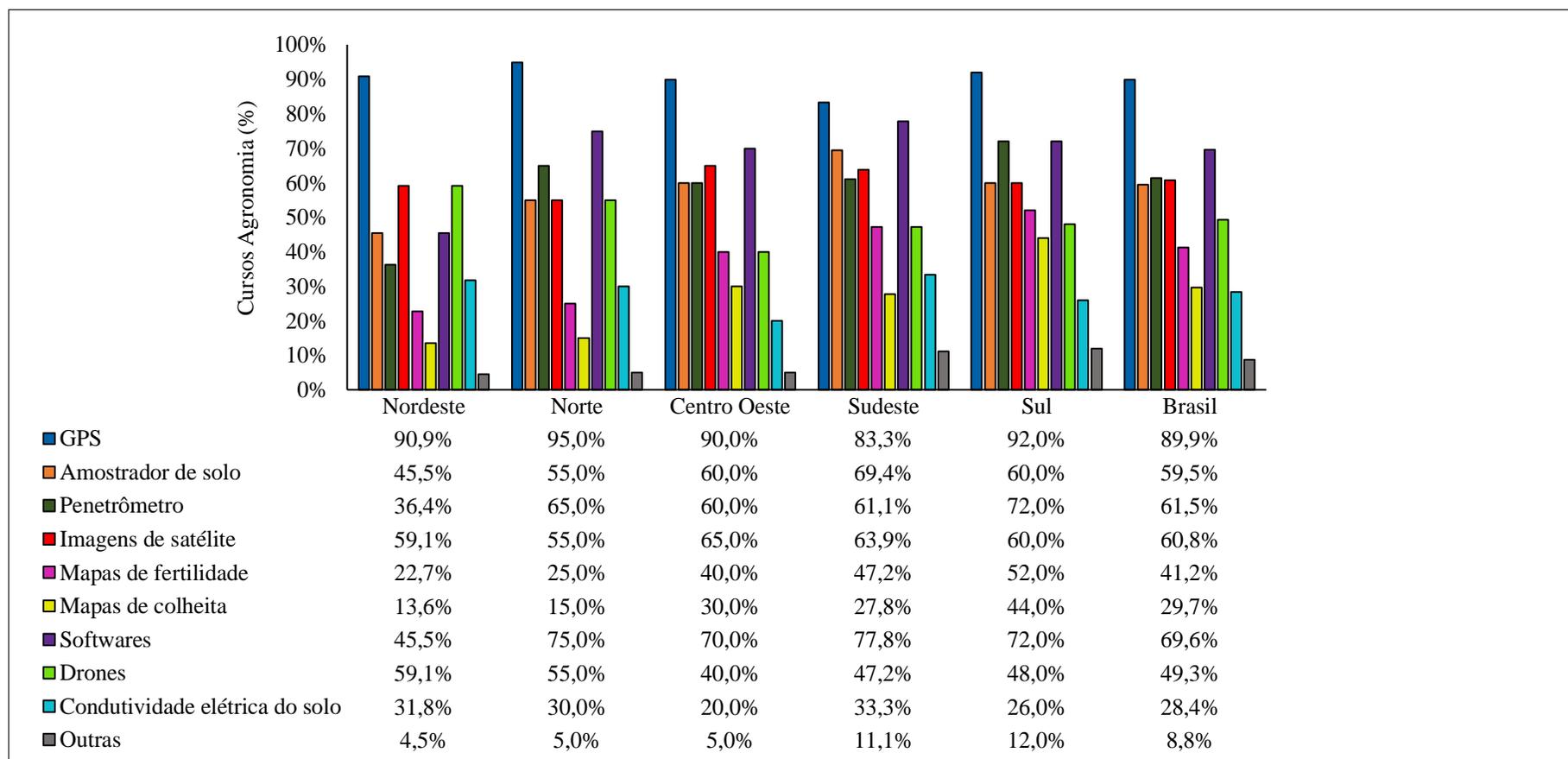
Para a Região Sudeste, 66,7% dos cursos de agronomia participantes, afirmaram disponibilizar de algum tipo de equipamento ou software. A existência de laboratório específico e equipado para a AP, foi mencionado por 16,7% dos cursos da região, apresentando-se como o maior percentual para esta categoria do estudo. Porém, apresentou-se também, como a região que menos dispõem de recursos, onde 14,3% dos cursos alegaram não dispor de nenhum tipo de recurso ou estrutura para trabalhar o ensino e a pesquisa na área de AP. Por fim, 2,4% dos cursos evidenciaram outros tipos de recursos ou estrutura como disponíveis para as práticas em AP.

Os cursos de agronomia da Região Sul, evidenciaram a disponibilidade de recursos didáticos ou estrutura para desempenhar o ensino e a pesquisa em AP, da seguinte ordem: equipamento ou software (88,7%); não disponibilidade de nenhum tipo de recurso ou estrutura (5,7%); laboratório específico e equipado (3,8%), e por fim, a existência de outros recursos ou estrutura (1,9%).

Na Figura 10 são apresentadas as ferramentas que os cursos de agronomia do Brasil, afirmaram utilizar para auxiliar nas pesquisas e no ensino em AP.

Observa-se que para o Brasil, 89,9% dos cursos de agronomia participantes, afirmaram possuir a ferramenta GPS disponível para utilização em atividades de ensino e pesquisa na área da AP. O uso de softwares foi citado por 69,6% dos cursos, apresentando-se como segunda principal ferramenta em AP. Posteriormente aparecem as ferramentas: penetrômetro (61,5%); imagens de satélite (60,8%); amostrador de solo (59,5%); drones (49,3%); mapas de fertilidade (41,2%); mapas de colheita (29,7%); condutividade elétrica do solo (28,4%), e outras ferramentas (8,8%), como por exemplo: sistemas eletrônicos em pulverizadores; georradar; sensores multi/hiperespectrais; clorofilômetro, e refratômetro. Além disso, vários cursos alegaram estabelecer parceria com empresas, as quais disponibilizam ferramentas para os cursos de agronomia realizarem suas atividades na área da AP.

Figura 10 – Percentuais das ferramentas utilizadas pelos cursos superiores de agronomia, para auxiliar no ensino e na pesquisa em agricultura de precisão, conforme as regiões do Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora.

A Região Nordeste, evidenciou o uso do GPS em 90,9% dos cursos participantes, seguido pelas ferramentas: imagens de satélite e drones, ambas com 59,1%. A utilização de amostrador de solo e de softwares, foi mencionada por 45,5% dos cursos de agronomia da região. O penetrômetro foi mencionado por 36,4% dos cursos, enquanto a condutividade elétrica do solo, esteve presente em 31,8% das respostas. Os mapas de fertilidade e colheita, foram ferramentas declaradas como disponíveis para 22,7% e 13,6% dos cursos, respectivamente. Quanto a estas duas ferramentas, salienta-se que este comportamento se repetiu para as demais regiões do Brasil, visto que a utilização do mapa de fertilidade, esteve sempre à frente do uso do mapa de colheita. Por fim, 4,5% dos cursos mencionaram a utilização de outras ferramentas para apoio das atividades relacionadas a AP.

Para a Região Norte, assim como as demais, o GPS foi a ferramenta mais mencionada pelos cursos de agronomia, onde 95,0% dos cursos participantes afirmaram empregar esta ferramenta em suas atividades de ensino e pesquisa em AP. Logo em seguida aparecem os softwares (75,0%); o penetrômetro (65,0%); o amostrador de solo, as imagens de satélite e os drones (todos com 55,0%); a condutividade elétrica do solo (30,0%); os mapas de fertilidade (25,0%); os mapas de colheita (15,0%), e outras ferramentas (5,0%).

Na Região Centro-Oeste do país, os cursos afirmaram a utilização de ferramentas em AP, na seguinte ordem decrescente: GPS (90,0%); softwares (70,0%); imagens de satélite (65,0%); amostrador de solo (60,0%); penetrômetro (60,0%); mapa de fertilidade (40,0%); drones (40,0%); mapa de colheita (30,0%); condutividade elétrica do solo (20,0%), e outras ferramentas (5,0%).

A Região Sudeste, por sua vez, afirmou possuir ferramentas de apoio para as atividades ligadas a AP, dispostas em seus cursos de agronomia, da seguinte forma: GPS (83,3%); softwares (77,8%); amostrador de solo (69,4%); imagens de satélite (63,9%); penetrômetro (61,1%); mapa de fertilidade (47,2%); drones (47,2%); condutividade elétrica do solo (33,3%); mapa de colheita (27,8%), e outras ferramentas (11,1%).

Finalmente para a Região Sul, 92,0% dos cursos participantes declararam utilizar a ferramenta GPS no apoio de suas atividades em AP. O emprego de softwares e penetrômetros, foram mencionados igualmente por 72,0% dos cursos de agronomia da região. Já o amostrador de solo e as imagens de satélite, foram ambas citadas, por 60,0% dos cursos. Posteriormente aparecem as ferramentas: mapa de fertilidade (52,0%); drones (48,0%); mapa de colheita (44,0%); condutividade elétrica do solo (26,0%), e outras ferramentas (12,0%).

Conforme a Figura 10, quando se compara a predominância de cada ferramenta por região, é possível identificar que o uso do GPS se sobressai nos cursos da Região Norte (95,0%). Enquanto isso, a Região Sudeste se destaca por possuir os maiores percentuais de utilização das ferramentas: amostrador de solo (69,4%), softwares (77,8%) e condutividade elétrica do solo (33,3%). Já a Região Nordeste, possui o maior percentual de uso de drones (59,1%). A Região Centro-Oeste, apresenta o maior uso de imagens de satélite (65,0%). Por fim, os cursos de agronomia da Região Sul, destacam-se por possuírem os maiores percentuais de uso das ferramentas: penetrômetro (72,0%), mapa de fertilidade (52,0%), mapa de colheita (44,0%), além de ser a região que mais menciona a utilização de outras ferramentas (12,0%).

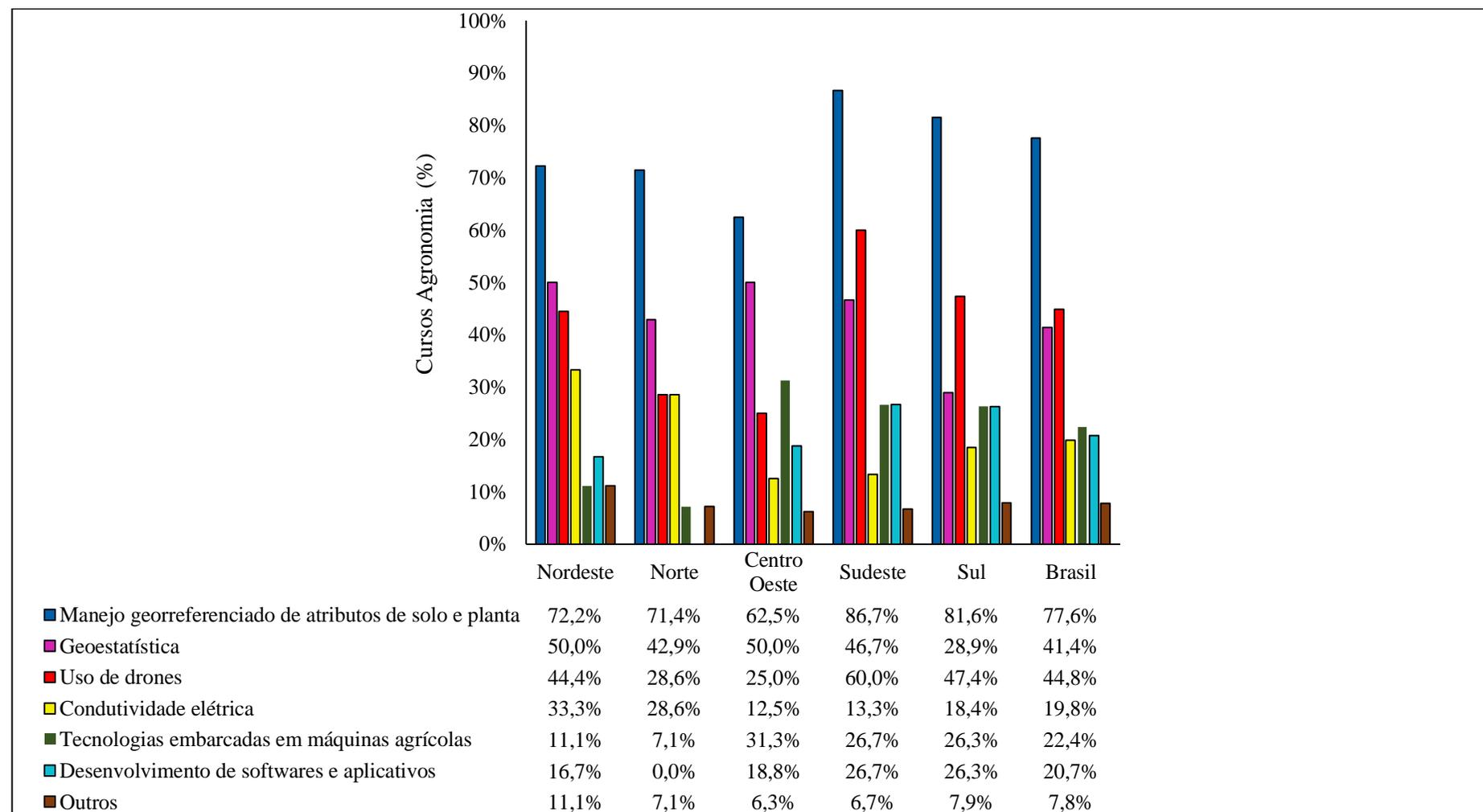
Como pode ser visto nos resultados, os cursos de agronomia do Brasil, possuem uma heterogeneidade significativa em termos de ferramentas utilizadas em atividades desenvolvidas em AP. Ao mesmo modo, cada uma das regiões do país, possui suas próprias particularidades e características intrínsecas, havendo poucos estudos que descrevem o processo de adoção e disseminação de AP na totalidade de cada uma delas. Conseqüentemente, inexistia até então, informações sobre quais seriam as ferramentas e proporções de uso nas IES brasileiras, para apoio de atividades voltadas ao ensino e a pesquisa em AP.

#### 4.4 PESQUISAS EM AGRICULTURA DE PRECISÃO NAS IES BRASILEIRAS

Na Figura 11, são apresentadas as pesquisas envolvendo a AP, que os cursos nacionais de agronomia, afirmaram desenvolver em suas IES.

Conforme os dados, os cursos de agronomia do Brasil, afirmaram desenvolver principalmente pesquisas direcionadas ao manejo georreferenciado de atributos de solo e planta (77,6%), onde todas as regiões apresentaram percentuais superiores a 50% para este assunto. Em seguida aparecem: uso de drones (44,8%); geoestatística (41,4%); tecnologias embarcadas em máquinas agrícolas (22,4%); desenvolvimento de softwares e aplicativos (20,7%); condutividade elétrica (19,8%), e por fim, os cursos participantes citaram a realização de pesquisas abrangendo outras temática (7,8%), como por exemplo: uso de sensores multi/hiperespectrais; adaptação de cultivares ao bioma; pesquisas multidisciplinares, e estimativa de área plantada e produtividade com o uso de imagens de satélite.

Figura 11 – Pesquisas desenvolvidas pelos cursos superiores de agronomia, na área de agricultura de precisão, conforme as regiões do Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora.

Observando cada uma das regiões do país, nota-se que para as Regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste, após o principal assunto estudado na área de AP, o desenvolvimento de pesquisas que se destacam, estão relacionados a área da geoestatística. Enquanto isso, nas Regiões Sudeste e Sul, posterior ao manejo georreferenciado de atributos de solo e planta, a temática que se destaca, está relacionada ao uso de drones.

Analisando a Região Nordeste, observar-se que o desenvolvimento de pesquisas expressa os seguintes percentuais decrescentes: manejo georreferenciado de atributos de solo e planta (72,2%); geoestatística (50,0%); uso de drones (44,4%); condutividade elétrica (33,3%); desenvolvimento de softwares e aplicativos (16,7%); tecnologias embarcadas em máquinas agrícolas (11,1%), e o desenvolvimento de outros trabalhos na área de AP (11,1%).

A Região Norte, apresentou suas principais temáticas estudadas, manejo georreferenciado de atributos de solo e planta e geoestatística, expressos nos respectivos percentuais: 71,4% e 42,9%. O uso de drones e condutividade elétrica, aparecem logo em seguida, ambos com o percentual de 28,6% cada. Finalmente, os cursos de agronomia da região, citaram o desenvolvimento de pesquisas em AP, nas áreas de tecnologia embarcada em máquinas agrícolas e outras temáticas, ambos com 7,1% das respostas. A Região Norte, foi a única do estudo que não mencionou em nenhum de seus cursos a realização de pesquisas voltadas ao desenvolvimento de softwares e aplicativos em AP.

Na Região Centro-Oeste, os assuntos mais pesquisados, mantiveram-se os mesmos das duas regiões anteriores, ou seja, manejo georreferenciado de atributos do solo e planta (62,5%) e geoestatística (50,0%). Após, os cursos afirmaram desenvolver pesquisas em AP nas áreas de tecnologias embarcadas em máquinas agrícolas (31,3%); uso de drones (25,0%); desenvolvimento de softwares e aplicativos (18,8%); condutividade elétrica (12,5%), e outras temáticas (6,3%).

Pra a Região Sudeste, os cursos de agronomia participantes, afirmaram desenvolver estudos em AP, na seguinte ordem percentual e decrescente: manejo georreferenciado de atributos de solo e planta (86,7%); uso de drones (60,0%); geoestatística (46,7%); desenvolvimento de softwares e aplicativos (26,7%); tecnologias embarcadas em máquinas agrícolas (26,7%); condutividade elétrica (13,3%), e outros estudos (6,7%).

Por fim, os cursos de agronomia pertencentes a Região Sul, afirmaram pesquisar principalmente a temática envolvendo o manejo de atributos de solo e planta (77,6%); seguido por uso de drones (48,8%); geoestatística (41,4%); tecnologias embarcadas em máquinas agrícolas (22,4%); desenvolvimento de softwares e aplicativos (20,7%); condutividade elétrica

(19,8%), e também mencionaram o desenvolvimento de outras pesquisas (7,8%) envolvendo a AP.

De acordo com a Figura 11, quando se analisa as pesquisas em AP para cada região do país, é possível observar ao compará-las, que os estudos referentes ao manejo de atributos de solo e planta, uso de drones e desenvolvimento de softwares e aplicativos, destacam-se essencialmente nos cursos da Região Sudeste. Enquanto isso, as pesquisas relacionadas a geoestatística, sobressaem-se nas Regiões Nordeste e Centro-Oeste. Já os estudos sobre a condutividade elétrica do solo, são mais frequentes em cursos de agronomia da Região Nordeste. A Região Nordeste, também foi a que mais mencionou outras temáticas relacionadas a AP, como fonte de estudo em seus cursos. Finalmente, as tecnologias embarcadas em máquinas agrícolas, são pesquisadas principalmente na Região Centro-Oeste.

Na Europa, como salienta Ferguson (2002), cerca de uma década após a inicialização da AP, as pesquisas relacionadas a esta área, começaram a evoluir e apresentar um número mais significativo de publicações disponíveis. Apesar disso, o volume total de publicações em veículos cientificamente confiáveis, era pequena demais, perante os meios não referenciados. Para este autor, em meados dos anos 2000, a literatura científica que servia como base para a AP, era relativamente pequena, caso comparada ao nível de interesse manifestado pela comunidade agrícola na temática. O mesmo fato, pode ser observado atualmente para o Brasil.

Após quase duas décadas do início da adoção de AP no país, os estudos científicos não se encontram prontamente disponíveis para aqueles que necessitam. De acordo com Inamasu e Bernardi (2014), a literatura internacional tem se tornado cada vez mais didática, no entanto, cientificamente, poucos estudos se tornam disponíveis e bem-sucedidos em termos práticos. Para eles, no Brasil o atraso é ainda maior, necessitando que metodologias abrangentes e aplicáveis em AP sejam rapidamente estabelecidas, e assim forneçam alternativas científicas dotadas de maior consistência a seus usuários.

Na Austrália, embora grande parte da literatura presuma que haja uma boa disponibilidade de conhecimentos sobre a AP, os autores Bramley e Trengove (2013), afirmam que este fato não é uma verdade absoluta. Além disso, esses pesquisadores salientam, que para uma implementação eficaz da AP, há uma importante dependência da experimentação e trabalhos científicos.

A mesa redonda realizada em 2016 pela USDA- Agricultural Research Service (ARS) e a ISPA, com cerca de 32 cientistas proeminentes da AP, sendo a maioria oriunda dos EUA e o restante de países como: Brasil, Canadá, Alemanha, Israel, Nova Zelândia, Coréia do Sul e

Reino Unido, possuiu como um de seus objetivos, identificar as lacunas de conhecimento e tecnologia que necessitavam do aporte de P&D para acelerar os benefícios, eficácia e adoção da AP globalmente. Ao fim do evento, o grupo definiu que toda a atmosfera que norteia e fomenta a AP deve ser categoricamente rastreada, bem como, a execução de certos esforços primordiais: aumento de pesquisas de sucesso na área de AP; aumento de financiamentos para pesquisas em AP, tanto a curto como a longo prazo; favorecimento de parcerias público-privadas, e uma constante discussão sobre a temática (YOST, et al., 2019). Conforme o presente estudo, observa-se que mesmo havendo pesquisas relacionadas a AP nos cursos de Agronomia do Brasil, as mesmas não são suficientes para atender as demandas do cenário agrícola. Além disso, novas iniciativas e o aprimoramento das existentes, são de suma importância para auxiliar na capacitação e transferência de conhecimento para os futuros profissionais, isto é, os próprios discentes das IES.

Para Pamplona e Silva (2018), ao realizarem levantamento bibliográfico sobre pesquisas acadêmicas envolvendo a AP e publicadas na forma de artigos científicos, averiguaram que no Brasil, entre 2001 e 2017, o volume total de artigos sobre a AP, era equivalente a apenas 10% do total de publicações sobre o assunto nos EUA.

Da mesma forma, Miranda, Veríssimo e Ceolin (2017), também encontraram um baixo número de artigos acadêmicos, publicadas em uma base de dados brasileira. Os autores, destacaram a ocorrência de publicações envolvendo principalmente os termos: solo e variabilidade-espacial. Esses termos, vão de encontro ao principal assunto pesquisado pelos cursos de agronomia do presente estudo, isto é, o manejo georreferenciado de atributos de solo e planta. Os pesquisadores Nyaga et al. (2021), também encontraram para a África Subsaariana, composta por países em desenvolvimento assim como o Brasil, que os principais temas pesquisados em AP, correspondiam a mapeamentos de solo e cultivos.

Em suma, ressalta-se a importância de estudos sobre a AP, por se tratar de uma área extremamente dinâmica, complexa e interdisciplinar, necessitando de atualizações constantes. Além disso, inúmeras lacunas ainda encontram-se abertas e precisam ser preenchidas pela metodologia e conhecimento científico, para encorajar a adoção da AP no campo brasileiro. Como destacam os autores Inamasu e Bernardi (2014), a ciência só considera plausível o estudo, caso haja indivíduos interessados nos resultados. E os mesmos só irão reconhecer os benefícios da AP, quando esta for uma alternativa cientificamente confiável e compreensível.

## 5 CONCLUSÃO

O levantamento realizado conclui que 58,0% dos cursos superiores de agronomia do país, abordam a agricultura de precisão como “parte de outra disciplina”, principalmente em disciplinas pertencentes as áreas de geoprocessamento, topografia e sensoriamento remoto.

As Regiões Sul e Sudeste destacaram-se na oferta de agricultura de precisão como “disciplina obrigatória”. Enquanto isso, as Regiões Centro-Oeste e Norte, destacaram-se na abordagem da agricultura de precisão como “disciplina optativa”.

Tratando-se da categoria administrativa das Instituições de Ensino Superior que ofertam agricultura de precisão como “disciplina obrigatória”, as instituições de ensino privado se sobressaíram. Ao se tratar da abordagem da agricultura de precisão como “disciplina optativa”, as Instituições de Ensino Superior públicas se destacaram. A Região Nordeste, foi a única do país a não apresentar nem um curso ofertando agricultura de precisão como “disciplina obrigatória”, independente da categoria administrativa.

A principal forma de preparação dos docentes que ministram a agricultura de precisão nos cursos de agronomia do Brasil, foi através do acesso a este assunto durante a formação docente, sem possuírem necessariamente especialização na área.

Apenas 8,0% dos cursos superiores de agronomia do país, possuem laboratórios específicos e equipados para desempenho de atividades relacionadas ao ensino e pesquisa em agricultura de precisão.

O GPS é a principal ferramenta disponível para auxílio das atividades em agricultura de precisão nas Instituições de Ensino Superior brasileiras.

As pesquisas desenvolvidas pelas instituições, encontram-se principalmente na área de manejo georreferenciado de atributos de solo e plantas.

Por fim, destaca-se a necessidade da inclusão de disciplinas de agricultura de precisão nas grades curriculares dos cursos de agronomia do Brasil, para promoção da capacitação profissional necessária e atendimento das demandas sociais e econômicas por mão de obra especializada nessa área.

## REFERÊNCIAS

- AHLERT, L. Estratégias que auxiliam o processo de sucessão nos empreendimentos agropecuários. In: DINIZ, F. H. **Desafios e perspectivas de jovens latino-americanos na sucessão familiar da atividade leiteira**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 1, p. 11- 67.
- ALBA, J. M. F.; ZANELLA, M. A. **Revisão e processamento de informações sobre a Agricultura de Precisão no Brasil**. 1ª ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 20 p.
- AMADO, T. J. C.; BELLÉ, G. L.; DELLAMEA, R. B. C.; PES, L. Z.; FULBER, R.; PIZZUTI, L.; SCHENATO, R. B.; LEMAINSKI, C. L. Projeto Aquarius- Cotrijal: polo de Agricultura de Precisão. **Revista Plantio Direto**, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/267994438\\_Projeto\\_AquariusCotrijal\\_polo\\_de\\_agricultura\\_de\\_precisao](https://www.researchgate.net/publication/267994438_Projeto_AquariusCotrijal_polo_de_agricultura_de_precisao)>. Acesso em 26 ago. 2020.
- AMADO, T. J. C.; **Projeto Aquarius: 15 anos de pioneirismo em agricultura de precisão no sul do Brasil**. 1ª ed. Santa Maria: Zero 3 Comunicação e Design, 2017. 79 p.
- AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L. Agricultura de Precisão aplicada ao aprimoramento do manejo do solo. In: FIORI, J. E. **Manejo e fertilidade do solo no Sistema Plantio Direto**. 1ª ed. Passo Fundo, RS: Berthier, 2007. cap. 6, p. 99- 144.
- AMADO, T. J. C.; TEIXEIRA, T. G.; HÖRBE, T. A. N.; SCHWALBERT, R. A.; CPRAZZA, G. M.; BUSS, C. P.; KERBER, L.; TISOT, B. S.; WAGNER, W. A. Projeto Aquarius-principais contribuições e resultados. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1ª ed. Santa Maria, RS: CESPOL, 2016. cap. 1, p. 9- 25.
- ANSELMINI, A. A. **Adoção da Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 2012. 105 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- ARTUZO, F. D. **Análise da eficiência técnica e econômica na Agricultura de Precisão a taxa variável de fertilizantes na cultura da soja no RS**. 2015. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SILVA, L. X. da. Agricultura de precisão: inovação para produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 13, n. 29, p. 146- 161, set./dez., 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO. **Definições de agricultura de precisão**. 2020. Disponível em: <<https://asbraap.org/index.php?page=ap>>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESTADORES DE SERVIÇO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO. **Quem somos**. 2020. Disponível em: <<https://www.abpsap.org.br/#>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

ASSUNÇÃO, Y. B.; GOULART, I. B. Qualificação profissional ou competência para o mercado futuro?. **Future Studies Research Journal**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 175- 209, jan./abr., 2016.

BALASTREIRE, L. A. **O estado da arte de Agricultura de Precisão no Brasil**. [S.l: s. n.], 2000. 224 p.

BATISTA, J. A. **Adoção da Agricultura de Precisão na Amazônia: estudo de caso na região Cone Sul do estado de Rondônia**. 2016. 85 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V. de.; BOSSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. Introdução. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014a. p. 21- 22.

BERNARDI, A. C. C.; BETTIOL, G. M.; GREGO, C. R.; ANDRADE, R. G.; RABELLO, L. M.; INAMASU, R. Y. Ferramentas de Agricultura de Precisão como auxílio ao manejo da fertilidade do solo. **Revista Cadernos de Ciência e Tecnologias**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 205-221, jan./ago., 2015.

BERNARDI, A. C. C.; FRAGALLE, C. V. P.; FRAGALLE, E. P.; SILVA, J. C. da.; INAMASU, R. Y. Estratégias de comunicação em agricultura de precisão. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014b. cap. 62, p. 587- 594.

BERNARDI, A. C. C.; INAMASU, R. Y. Adoção da Agricultura de Precisão no Brasil. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 60, p. 561-579.

BERNINI, D. S. D.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, S.; GARCIA, R. G. Cenário da formação profissional em agronegócio no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 891-902, jul., 2014.

BORGHI, E.; AVANZI, J. C.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BORTOLON, L.; BORTOLON, E. S. O.; INAMASU, R. Y. Avaliação do padrão tecnológico e tendências da Agricultura de Precisão- safra 2011/12. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 61, p. 580- 586.

BOSOMPEN, M. Potential challenges to precision agriculture technologies development in Ghana: scientists' and cocoa extension agents' perspectives. **Precision Agriculture**. 2021. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-021-09801-2>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

BOSSOI, L. H.; INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; VAZ, C. M. P.; SPERANZA, E. A.; CRUVINEL, P. E. Agricultura de precisão e agricultura digital. **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, [S. l], n. 20, p. 17- 36, jul./dez., 2019. Disponível em: <<https://ken.pucsp.br/teccog/article/view/48542>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

BRAMLEY, R.; TRENGOVE, S. Precision Agriculture in Australia: present status and recent developments. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 575- 588, maio/jun. 2013.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: Promulgada em 5 de outubro de 1988: com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 85/2015 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. 2015. Disponível em: <[https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/508200/CF88\\_EC85.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/508200/CF88_EC85.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2020.

BRASIL. Decreto n. 23.196, de 12 de outubro de 1933. Regula o exercício da profissão agrônômica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Rio de Janeiro, RJ, 12 out. 1933. Seção 1. p. 19628. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/D23196.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23196.htm)>. Acesso em: 25 nov. 2020.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da Educação Superior 2018**: notas estatísticas. Brasília: Inep/MEC, 2019. 44 p.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório de curso**: Agronomia. Brasília: Inep/MEC, 2019b. 444 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Acesso à internet é desafio para ampliar a agricultura de precisão**. 2019b. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/acesso-a-internet-e-desafio-para-ampliar-a-agricultura-de-precisao>>. Acesso em: 30 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de Precisão**. 3ª ed. Brasília: MAPA, 2013a. 36 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de Precisão**. 2ª ed. Brasília: MAPA, 2011. 36 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de Precisão**. Brasília: MAPA, 2013b. 2 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/arquivos-de-agricultura-de-precisao/FolderAgriculturadePreciso2013.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Desconhecimento dificulta análise de informações que a agricultura de precisão possibilita**. 2019a. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/desconhecimento-dificulta-analise-de-informacoes-que-a-agricultura-de-precisao-possibilita>>. Acesso em: 30 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio (1906- 1930)**. 2020a. Disponível em: <<http://mapa.an.gov.br/index.php/dicionario-primeira-republica/527-ministerio-da-agricultura-industria-e-comercio-1906-1930>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior**: cadastro e-MEC. 2020d. Disponível em: <<https://emec.mec.gov.br/emec/nova>>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade)**. 2020c. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enade>>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Formação necessária aos docentes**. 2018. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/sesu-secretaria-de-educacao-superior/perguntas-frequentes#formacao\\_necessaria\\_aos\\_docentes](http://portal.mec.gov.br/sesu-secretaria-de-educacao-superior/perguntas-frequentes#formacao_necessaria_aos_docentes)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Instituições de Ensino Superior- IES**. 2020b. Disponível em: <<https://emec.mec.gov.br/emec/educacao-superior/ies>>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BRASIL. Resolução n. 1, de 2 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia Agrônoma ou Agronomia e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces01\\_06.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces01_06.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2021.

CAMILOTTO, A. H. G. Fatores condicionantes da sucessão familiar na atividade leiteira. In: DINIZ, F. H. **Desafios e perspectivas de jovens latino-americanos na sucessão familiar da atividade leiteira**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 2, p. 69- 93.

CAPDEVILLE, G. O ensino superior agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília, v. 72, n. 172, p. 229- 261, set./dez., 1991.

CARDOSO, T. F. **Cenários tecnológicos e demanda na capacitação da mão de obra do setor agrícola sucroalcooleiro paulista**. 2010. 137 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

CHIRIBOGA, H. Apresentação. In: In: DINIZ, F. H. **Desafios e perspectivas de jovens latino-americanos na sucessão familiar da atividade leiteira**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 07- 08.

COELHO, A. M. **Agricultura de Precisão**: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas. 1ª ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 60 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Falta de mão de obra qualificada dificulta aumento da competitividade da indústria. **Sondagem Especial**, Brasília, v. 5, n. 3, p. 1- 8, set., 2007. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-25-emprego/>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Falta de trabalhador qualificado continua afetando a indústria, apesar do desemprego elevado. **Sondagem Especial**, Brasília, v. 20, n. 76, p. 8- 10, jan., 2020. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-76-falta-de-trabalhador-qualificado/>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. **O sistema**. 2020a. Disponível em: <<https://www.confed.org.br/sistema-profissional/o-sistema>>. Acesso em: 03 dez. 2020.

DUARTE, A. J.; COELHO, L. M. F. R. Sistema de Posicionamento Global (GPS): uma aplicação de geometria analítica. **Revista Eletrônica do Curso de Licenciatura em Matemática**, [S.l], v. 1; n. 1, 2019. Disponível em: <<http://periodicos.unifacfe.com.br/index.php/RELIMAT/article/view/1890>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

EITELWEIN, M.T.; SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; DAMIAN, J. M.; CHERUBIN, M. R.; CORASSA, G. M.; BASSO, C. J.; DELLA FLORA, L. P. Mapeamento da produtividade de grãos e utilização dos mapas. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1ª ed. Santa Maria, RS: CESPOL, 2016. cap. 5, p. 99- 119.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Automação e Agricultura de Precisão**. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/tema-mecanizacao-e-agricultura-de-precisao/nota-tecnica>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório de Gestão 2015-2018**: pesquisa e inovação em tecnologia da informação e comunicação para a agricultura. 1ª ed. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2018a. 67 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2018b. 212 p.

ESPERIDIÃO, T. L.; SANTOS, T. C. dos; AMARANTE, M. S. Agricultura 4.0: software de gerenciamento de produção. **Pesquisa e Ação**. v. 5, n. 4, p. 122- 131, dez., 2019.

FAR, S. T.; REZAEI-MOGHADDAM, K. Determinants of Iranian agricultural consultants intentions toward precision agriculture: Integrating innovativeness to the technology acceptance model. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, p. 280- 286, 2015.

FERGUSON, R. B. Educational resources for Precision Agriculture. **Precision Agriculture**, v. 3, p. 359- 371, 2002.

FERRAZ, C. O.; PINTO, W. F. Tecnologia da Informação para a agropecuária: utilização de ferramentas da Tecnologia da Informação no apoio a tomada de decisões em pequenas propriedades. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 3, n. 1, p. 38- 49, jan./jun., 2017.

FIORIN, J. E.; AMADO, T. J. C. Projeto APcoop: Agricultura de Precisão no sistema cooperativo do Rio Grande do Sul. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1ª ed. Santa Maria, RS: CESPOL, 2016. cap. 2, p. 27- 57.

FORNAZIER, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidade Estrutural no setor agropecuário brasileiro: evidências a partir do Censo Agropecuário de 2006. In: CIRCUITO DE DEBATES ACADÊMICOS, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IPEA CODE, 2011. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15115:td-1708-heterogeneidade-estrutural-no-setor-agropecuario-brasileiro-evidencias-a-partir-do-censo-agropecuario-de-2006&catid=170:2012&directory=1](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15115:td-1708-heterogeneidade-estrutural-no-setor-agropecuario-brasileiro-evidencias-a-partir-do-censo-agropecuario-de-2006&catid=170:2012&directory=1)>. Acesso em: 9 ago. 2020.

FREITAS, R. E.; MACIENTE, A. N. Requerimentos típicos de mão de obra agrícola. **Radar**, v. 45, jun., 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6877>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

FUNDAÇÃO SHUNJI NISHIMURA DE TECNOLOGIA. **FATEC Shunji Nishimura é criada em Pompeia- SP**. 2012. Disponível em: <<http://www.fsnt.com.br/>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7ª ed. Atlas, 2019. 228 p.

INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C. Agricultura de Precisão. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 1, p. 23- 35.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017: Resultados Definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 105 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEXEIRA. **Resumo técnico do Censo da Educação Superior 2018**. Brasília: Inep, 2020a. 104 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEXEIRA. **Censo da Educação Superior 2019: divulgação dos resultados**. Brasília: Inep, 2020b. 82 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEXEIRA. **Resultados Enade 2019: Conceito Enade e IDD 2019**. Brasília: Inep, 2020c. 70 p.

INTERNATIONAL SOCIETY OF PRECISION AGRICULTURE. **Definição agricultura de precisão**. 2020. Disponível em: <<https://www.ispag.org/about/definition>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

JACTO. **O que é agricultura de precisão?**. 2017. Disponível em: <<https://blog.jacto.com.br/o-que-e-agricultura-de-precisao/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

JUNTOLLI, F. V.; MOLIN, J. P. Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão para o fomento e a difusão da Agricultura de Precisão no Brasil. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 59, p. 555- 560.

KITCHEN, N. R.; SNYDER, C. J.; FRANZEN, D. W.; WIEBOLD, W. J. Education needs of Precision Agriculture. **Precision Agriculture**, v. 3, p. 341- 351, 2002.

KLEFFMANN GROUP. **Quem somos**. 2020. Disponível em: <<https://www.kleffmann.com/pt/kleffmann-group/quem-somos/>>. Acesso em: 10 out. 2020.

KOUNTIOS, G.; RAGKOS, A.; BOURNARIS, T.; PAPADAVID, G.; MICHAILEDIS, A. Educational needs and perceptions of the sustainability of precision agriculture: survey evidence from Greece. **Precision Agriculture**, v. 19, p. 537- 554. 2018.

LABORATÓRIO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO. **Laboratório de Agricultura de Precisão (LAP)**. 2020. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/lab/laborat%C3%B3rio-de-agricultura-de-precis%C3%A3o-lap>>. Acesso em: 05 dez. 2020.

LAMPARELLI, R. A. C. **Agricultura de Precisão**. 2016. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_72\\_711200516719.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_72_711200516719.html)>. Acesso em: 20 ago. 2020.

LIMA, M. L. A.; GUEDES, L. G. R. Análise qualitativa da capacitação no meio rural na modalidade de ensino a distância de 2018 a 2019: caso Senar/AR- GO. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n. 7, p. 48852- 48862, jul., 2020.

LOBÃO, M. S. P.; STADUTO, A. R. Modernização agrícola na Amazônia brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 58, n. 2, jun., 2020.

MACHADO, J.; SHINOHARA, N. K. S.; PADILHA, M. R. F.; SILVA, K. E.; BARRETO, T. S. C. P.; SILVA, A. G. S. S. da. Agricultura de Precisão: programas tecnológicos no Brasil. **Revista Geama**, Recife, v. 4, n. 2, p. 23- 30, abr./jun., 2018a.

MARTINS, E. A. **Diagnóstico da adoção de tecnologias de Agricultura de Precisão em propriedades rurais do Rio Grande do Sul**. 2018. 125 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

MARTINS, E. A.; CARDOSO, C. D. V. Diagnóstico da adoção de tecnologias de Agricultura de Precisão em propriedades rurais do Rio Grande do Sul. **Revista Interação**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 120- 129, jan./jun., 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0 - rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L. da; VALE, J. M. F. do; PURINI, S. R. de M.; MAGNONI, M. da G. M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E. F.; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I. (Org.). **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 28- 35.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; MOURA, M. F.; LEITE, M. A. A. Análise de tendência da produção técnico- científica em tecnologias avançadas no agronegócio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 2015, Ponta Grossa/PR. **Anais...** Ponta Grossa/PR: SBC, 2015.

MENDES, C. **Criada FATEC Shunji Nishimura na cidade de Pompeia (SP)**. 2012. Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/105968-criada-fatec-shunji-nishimura--na-cidade-de-pompeia.html#.YAHdZ3ZKjIV>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

MENDES, C. I. C.; VENDRUSCULO, L. G.; MACEDO, D. H.; MORAES, M. A. S. de. Empresas desenvolvedoras de software para o agronegócio: um retrato preliminar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 2009, Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa/MG: UFV, 2009.

MESQUITA, C. M. **Infraestrutura na agricultura de precisão no Brasil**. 1ª ed. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 107 p.

MIRANDA, A. C. C. de; VERÍSSIMO, A. M.; CEOLIN, A. C. Agricultura de Precisão: um mapeamento da base da SciELO. **Revista de Gestão Organizacional**, Recife, v. 15, p. 129- 137, edição especial, 2017.

MOLIN, J. P. Agricultura de Precisão e seus poucos anos de história. **Revista Campo Aberto**, 2004. Disponível em: <[http://afurlan.com.br/lap/cp/assets/layout/files/articles/art-17\\_i.pdf](http://afurlan.com.br/lap/cp/assets/layout/files/articles/art-17_i.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2020.

MOLIN, J. P. **Agricultura de Precisão**: números do mercado brasileiro. 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/arquivos-de-agricultura-de-precisao/20171104BoletimTcnico03NdoMercadoBR.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

MOLIN, J. P. Contextualização. In: BRASIL; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agenda Estratégica**: agricultura de precisão 2014- 2030. 1ª ed. Brasília, DF: Mapa, 2014. p. 6- 7.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de Precisão**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238 p.

MOLINA, R. S. Primeiras escolas agrícolas no Brasil: limites e falências (1877 a 1936). **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 46, p. 309- 324, jun., 2012.

MOLINA, R. S.; SANFELICE, J. L. A gênese da institucionalização do ensino agrícola no Brasil. **Revista Educare et Educare**, Cascavel, v. 9, n. 17, p. 213- 229, jan./jun., 2014.

MOURÃO, L. Oportunidades de qualificação profissional no Brasil: reflexões a partir de um panorama quantitativo. **RAC**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 136- 153, jan./mar., 2009.

MUSSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; LICHARI JUNIOR, A.; EVANGELISTA, S. R. M. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; OLIVEIRA, S. R. M.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. **Agricultura Digital**: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap 1, p. 20- 45.

NASCIMENTO, P. P.; CASTRO, A. C. Embrapa e a cooperação científica internacional: do emparelhamento (*catching-up*) com a revolução verde à liderança tecnológica na agricultura tropical. **Revista Desenvolvimento em Debate**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 85- 107, 2020.

NERY, M. A. A. M. Os agrônomos e a construções das políticas para o ensino agrícola no início do século XX. **Revista Brasileira de História da Educação**, Maringá, v. 17, n. 1, p. 167- 199, jan./mar., 2017.

NYAGA, J. M.; ONYANGO, C. M.; WETTERLIND, J.; SÖDERSTRÖM, M. Precision agriculture research in sub-Saharan Africa countries: a systematic map. **Precision Agriculture**. 2021. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-021-09796-w>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

OFORI, M.; EL-GAYAR, O. Drivers and challenges of precision agriculture: a social media perspective. **Precision Agriculture**. 2020. Disponível em: <<https://scholar.dsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1165&context=bispapers>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

OLIVEIRA, A. J. de; SILVA, G. F. da; SILVA, G. R. da; SANTOS, A. A. C. dos; CALDEIRA, D. S. A.; VILARINHO, M. K. C.; BARELLI, M. A. A. Potencialidades da utilização de drones na Agricultura de Precisão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, set., 2020.

OLIVEIRA, D. R. M. S.; MENDES, C. I. C.; DUARTE, V. C.; CRUZ, A. C.; ACOSTA, A. V. T. C. Estudo do mercado brasileiro de software para o agronegócio: metodologia e ações preparatórias. In: MENDES, C. I. C.; OLIVEIRA, D. R. M. S.; SANTOS, A. R. dos. **Estudo do mercado brasileiro de software para o agronegócio**. 1ª ed. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2011. cap. 1, p. 19- 37.

OLIVEIRA, J. W. de; VOLANTE, C. R. Os benefícios da tecnologia embarcada em implementos agrícolas para a Agricultura de Precisão: estudo de caso de produção de uma indústria de implementos agrícolas. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 264-273, 2019. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/633>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

OLIVEIRA, R. P. Agricultura de Precisão: a Tecnologia da Informação em suporte do conhecimento agrônômico clássico. **Revista Tecnologia e Cultura**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 15, p. 63- 71, jul./dez., 2009.

OLIVEIRA, R. P. de. Apoio à decisão na adoção da agricultura de precisão. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 89- 109, jan./jun., 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153090/1/2016-131.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Doença por coronavírus (COVID- 19)**. 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>>. Acesso em: 12 nov. 2020.

PAMPLONA, J. B.; SILVA, M. A. R. Adoção da Agricultura de Precisão na América do Sul: o estado da arte em Argentina, Brasil e Colômbia. **Revista Gestão e Regionalidade**, [S.l.], v. 35, n. 105, p. 218- 255, edição especial, 2019.

PATHAK, H. S.; BROWN, P.; BEST, T. A systematic literature review of the factors affecting the precision agriculture adoption process. **Precision Agriculture**, v. 20, p. 1292- 1316. 2019.

PAUSTIAN, M.; THEUVSEN, L. Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. **Precision Agriculture**, v. 18, p. 701- 716. 2017.

PAXTON, K. W.; MISHRA, A. K.; CHINTAWAR, S.; ROBERTS, R. K.; LARSON, J. A.; ENGLISH, B. C.; LAMBERT, D. M.; MARRA, M. C.; LARKIN, S. L.; REEVES, J. M.; MARTIN, S. W. Intensity of Precision Agriculture technology adoption by cotton producers. **Agricultural and Resource Economics Review**, v. 40, n. 1, p. 133- 144, april, 2011.

PEREIRA, J. E. A. Reconfiguração regional e disputa oligárquica no Sudeste brasileiro no final do Império: imigração, ensino agrícola e o projeto de criação da Província do Rio Sapucaí. **Revista Interdisciplinar de Direito**, v. 14, n. 1, p. 113- 123, jan./jun., 2017.

PIAIA, M. **O ensino e a pesquisa em agricultura de precisão nos cursos de agronomia nas universidades da Região Sul do Brasil**. 2018. 42 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2018.

PIRES, J. L. F.; CUNHA, G. R. da; PASINATO, A.; FRANÇA, S.; RAMBO, L. **Discutindo Agricultura de Precisão**: aspectos gerais. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 18 p. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do42\\_r.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do42_r.htm)>. Acesso em: 20. Ago. 2020.

POSSER, A. J. A Agronomia no contexto do Ensino Superior. **Revista Agronomia Brasileira**, Jaboticabal, v. 3, jan. 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/330614447\\_A\\_Agronomia\\_no\\_contexto\\_do\\_Ensino\\_Superior](https://www.researchgate.net/publication/330614447_A_Agronomia_no_contexto_do_Ensino_Superior)>. Acesso em: 19 nov. 2020.

RANGEL, M. F. **Origens do ensino agrônômico no Brasil e os museus**. 2016. Disponível em: <[http://repositorios.questoesemrede.uff.br/repositorios/bitstream/handle/123456789/3171/2014\\_GT9-CO\\_15.pdf?sequence=1](http://repositorios.questoesemrede.uff.br/repositorios/bitstream/handle/123456789/3171/2014_GT9-CO_15.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 17 nov. 2020.

REICHARDT, M.; JÜRGENS, C.; KLÖBLE, U.; HÜTER, J.; MOSER, K. Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities. **Precision Agriculture**, v. 10, p. 525- 545, mar., 2009.

RESENDE, A. V. de; SHIRATSUCHI, L. S.; COELHO, A. M.; CORAZZA, E. J.; VILELA, M. F.; INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; BOSSOI, L. H.; NAIME, J. M. Agricultura de Precisão: avanços e impactos no manejo e na conservação do solo, na sustentabilidade e na segurança alimentar. In: LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; ARAÚJO, A. S. F. de. **Agricultura conservacionista no Brasil**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014a. cap. 5, p. 467-488.

REZENDE, J. O. **As origens do ensino da agronomia no Império e suas repercussões no Brasil: ênfase na história da UFRB**. Disponível em: <[https://www.ufrb.edu.br/ccaaab/images/AEPE/HISTRIA\\_DO\\_ENSINO\\_AGR%C3%8DCOLA\\_NO\\_BRASIL.pdf](https://www.ufrb.edu.br/ccaaab/images/AEPE/HISTRIA_DO_ENSINO_AGR%C3%8DCOLA_NO_BRASIL.pdf)>. Acesso em: 19 nov. 2020.

RODRIGUES, J. M. **Publicação dos pesquisadores da agronomia no Brasil: um estudo dos periódicos**. 2014. 61 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biblioteconomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2014.

RODRIGUES, M. J. **Entre a universidade e a indústria: SENAI faz elos importantes para viabilizar inovação no país.** 2020. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/entre-a-universidade-e-a-industria-senai-faz-elos-importantes-para-viabilizar-inovacao-no-pais/>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

SANTIAGO, M. H. F.; SANTIAGO, A. M. F.; SILVA, T. E. da. Sucessão em unidades produtoras de leite de base familiar em Minas Gerais. In: DINIZ, F. H. **Desafios e perspectivas de jovens latino-americanos na sucessão familiar da atividade leiteira.** 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 9, p. 205- 222.

SEBEM, E. Programa de Pós- Graduação em Agricultura de Precisão. In: SANTI, A. L.; GIOTTO, E.; SEBEM, E.; AMADO, T. J. C. **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul.** 1ª ed. Santa Maria, RS: CESPOL, 2016. cap. 3, p. 59- 77.

SEIDLER, E. P.; FRITZ FILHO, L. F. A evolução da agricultura e o impacto gerado pelos processos de inovação: um estudo de caso do município de Coxilha- RS. **Revista Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 388- 409, jan./jun., 2016.

SILVA, J. K. G. da; SCALZER, O. Gestão de qualidade: os desafios das IES privadas na modernidade. **Revista Saberes**, Rolim de Moura, v. 12, n. 1, jun. 2019.

SILVA, M. L. da. A trajetória histórico- normativa do ensino agrícola: do Brasil- Império ao Brasil- República (1960). **Revista Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 17, n. 2, p. 77- 101, maio/ago., 2015.

SILVA, P. R. da; VELE, F. X. R. do; JAHNEL, M. C. Retrospecto e atualidade da Engenharia Agrônômica. In: VALE, F. X. R. do; MATTEI, L. F.; VENDRAMINI, C. M. M.; BARACUHY, J. G. V.; JAHNEL, M. C.; DIAS, M. R. F. B.; SILVA, P. R. da; QUEIRÓS, P. L. de; PRIMI, R.; OLIVEIRA, V. F. de. **Trajetoária e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia.** 1ª ed. Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas. 2010. Cap. 1, p. 20- 45.

SILVA, W. V. R. da; SILVA- MANN, R. Agricultura de Precisão no Brasil: conjuntura atual, desafios e perspectivas. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 9, n. 11, nov., 2020.

SOARES FILHO, R.; CUNHA, J. P. A. R. da. Agricultura de Precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Goiás- Brasil. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 689- 698, jul./ago., 2015.

SOUSA, R. F. de. **Memórias de uma Instituição de Ensino Superior em Belém do Pará: uma história da Escola de Agronomia da Amazônia (1945-1972).** 2019. 253 p. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, 2019.

TAVARES, M. M.; BORGES, I. O. M.; COSTA, R. D. N. da; ANTUNES, P. S. Transferência de tecnologia em Agricultura de Precisão. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar.** 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 58, p. 550- 554.

TEIXEIRA, E. C.; CLEMENTE, F.; BRAGA, M. J. A contribuição das universidades para o desenvolvimento da agricultura no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 11, n. 1, p. 137- 157, 2013.

TEY, Y. S.; BRINDAL, M. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. **Precision Agriculture**, v. 12, p. 713- 730, jul. 2012.

VECCHIO, Y.; ROSA, M. de; ADINOLFI, F.; BARTOLI, L.; MAIS, M. Adoption of precision farming tools: A context-related analysis. **Land Use Policy**, v. 94, p. 1- 8, jan., 2020.

VELLAR, R.; GADOTTI, G. I.; LUZ, M. L. G. S. Diagnóstico sobre a Agricultura de Precisão na região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, Pelotas, v. 2, n. 2, p. 67- 73, dez. 2016.

VIDIGAL, C. B. R.; VIDIGAL, V. G. Investimento na qualificação profissional: uma abordagem econômica sobre a importância. **Revista Acta Scientiarum**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 41- 48, jan./jun., 2012.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW. **Agricultura e Indústria no Brasil**: inovação e competitividade. 1ª ed. Brasília: Ipea, 2017. 305 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; VIEIRA, A. C. P. **A inovação na agricultura brasileira**: uma reflexão a partir da análise dos certificados de proteção de cultivares. Rio de Janeiro: Ipea, 2013. 42 p.

WERLANG, C. K. **Agricultura de Precisão no Brasil**: fatores condicionantes, perfil sócio econômico e perspectivas. 2018. 150 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

WERLANG, C. K.; AMADO, T. J. C. PES, L. Z. Perfil dos adotantes da agricultura de precisão no Rio Grande do Sul. **Revista Plantio Direto**, 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/331160992\\_Edicao\\_165\\_Perfil\\_dos\\_adotantes\\_da\\_agricultura\\_de\\_precisao\\_no\\_Rio\\_Grande\\_do\\_Sul](https://www.researchgate.net/publication/331160992_Edicao_165_Perfil_dos_adotantes_da_agricultura_de_precisao_no_Rio_Grande_do_Sul)>. Acesso em: 03 nov. 2020.

YOST, M. A.; SUDDUTH, K. A.; WALTHALL, C. L.; KITCHEN, N. R. Public private collaboration toward research, education and innovation opportunities in precision agriculture. **Precision Agriculture**, v. 20, p. 4- 18. 2019.

ZAMBALDE, A. L.; SCHNEIDER, H.; LOPES, M. A.; PAGLIS, C. M.; BAMBINI, M. D. Tecnologia da Informação no agronegócio. In: MENDES, C. I. C.; OLIVEIRA, D. R. M. S.; SANTOS, A. R. dos. **Estudo do mercado brasileiro de software para o agronegócio**. 1ª ed. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2011. cap. 2, p. 39- 72.

## **APÊNDICE A**

### **QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA**

Projeto 3.01.0070, convênio SICONV nº 882160/2018

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA e a Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Título: “O ENSINO E A PESQUISA EM AGRICULTURA DE PRECISÃO NOS CURSOS SUPERIORES DE AGRONOMIA DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES) BRASILEIRAS”

Objeto de Estudo: Dissertação da mestranda Eng<sup>a</sup> Agr<sup>o</sup> Mariana Poll Moraes

Orientador: Prof. Dr. Antônio Luis Santi

Essa proposta busca compreender o estado da arte e as interfaces técnico-científicas, particularidades regionais e o próprio desenvolvimento científico e educacional envolvendo as novas estratégias de manejo baseadas na Agricultura de Precisão (AP) nas universidades brasileiras que apresentam cursos de graduação na área de Agronomia.

ETAPA 1: Quantificar os cursos de Agronomia e as pessoas que estão trabalhando com a temática Agricultura de Precisão nas universidades brasileiras;

ETAPA 2: Elaborar um mapeamento da distribuição dos agentes (professores, pesquisadores) que trabalham o tema Agricultura de Precisão nos cursos de ciências agrárias das universidades brasileiras além de levantar quais assuntos são discutidos/pesquisados e em quais disciplinas são abordados.

ETAPA 3: Fomentar novos grupos de pesquisa e extensão em Agricultura de Precisão e consolidar os existentes; Troca de experiências entre grupos consolidados e grupos emergentes tanto em nível de graduação como de pós-graduação; Motivar para a prática e implementação de disciplinas e atividades de ensino na área de Agricultura de Precisão.

**QUESTÃO 1.** Como o assunto Agricultura de Precisão é abordado no curso?

Não é abordado;

É abordado como parte de outra disciplina;

É abordado como disciplina complementar/optativa na formação de graduação;

- É abordado como disciplina obrigatória estando no Plano Curricular do Curso;
- Outros \_\_\_\_\_.

**QUESTÃO 2.** Caso abordado como parte de outra disciplina, em qual área a disciplina pertence e o assunto é discutido?

- Máquinas e mecanização agrícola;
- Geoprocessamento/ Topografia/ Sensoriamento remoto;
- Solos;
- Grandes culturas/ Plantas de lavoura;
- Outras \_\_\_\_\_.

**QUESTÃO 3.** Quanto a formação do docente responsável pela discussão do tema e/ou condução da disciplina de Agricultura de Precisão:

- Possui pós-doutorado com ênfase na área de Agricultura de Precisão;
- Possui doutorado com ênfase na área de Agricultura de Precisão;
- Possui mestrado com ênfase na área de Agricultura de Precisão;
- Possui especialização com ênfase na área de Agricultura de Precisão;
- Possui acesso ao assunto Agricultura de Precisão durante sua atividade docente, mas não possui formação ligada à área;
- Outras \_\_\_\_\_.

**QUESTÃO 4.** Quais as necessidades de formação complementar docente para Agricultura de Precisão:

- Doutorado com ênfase em Agricultura de Precisão;
- Mestrado com ênfase em Agricultura de Precisão;
- Especialização com ênfase em Agricultura de Precisão;
- Curso de curta duração;
- Material didático (Livro, apostila, etc);
- Outras \_\_\_\_\_.

**QUESTÃO 5.** Quanto a estrutura didática de apoio ao ensino e a pesquisa:

- Há laboratório específico e equipado na área de Agricultura de Precisão;
- Há equipamentos/ softwares/ ferramentas de Agricultura de Precisão;

- dispõe de nenhum recurso didático em Agricultura de precisão
- Outras \_\_\_\_\_.

**QUESTÃO 6.** Em havendo estrutura, quais ferramentas de apoio ao ensino e pesquisa dispõe:

(Pode-se marcar mais de uma opção)

- GPS;
- Amostrador de solo;
- Penetrômetro;
- Imagens de satélite;
- Mapas de fertilidade;
- Mapas de colheita;
- Softwares;
- Drones;
- Condutividade elétrica do solo;
- Outras \_\_\_\_\_.

**QUESTÃO 7.** Em havendo pesquisa na área de Agricultura de Precisão na instituição, qual a área (s) pesquisada (s): (Pode-se marcar mais de uma opção)

- Manejo georreferenciado de atributos de solo e planta;
- Geoestatística;
- Uso de drones;
- Condutividade elétrica;
- Tecnologias embarcadas em máquinas agrícolas;
- Desenvolvimento de softwares e aplicativos;
- Outras \_\_\_\_\_.

**QUESTÃO 8.** Qual a categoria administrativa da sua instituição?

- Universidade Federal
- Universidade Estadual
- Universidade Particular
- Universidade Comunitária
- Outras \_\_\_\_\_.