

REVISTA

DIALÓGO E INTERAÇÃO

ISSN 1275-3687

19

NÚMERO 1



FACCREI

DIFICULDADES DE ACESSO ÀS FERRAMENTAS E TECNOLOGIA DA AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA PEQUENOS E MÉDIOS PRODUTORES

DIFFICULTIES IN ACCESSING TOOLS AND TECHNOLOGY OF PRECISION AGRICULTURE FOR SMALL AND MEDIUM PRODUCERS

121

DIFICULTADES DE ACCESO A LAS HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN PARA PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES

Lailson Alves de Abreu*

Maurício Pacheco da Silva Junior**

RESUMO: Este artigo apresenta uma análise dos obstáculos enfrentados por pequenos e médios produtores rurais na adoção de tecnologias de agricultura de precisão. Essas ferramentas oferecem soluções para otimizar a produção agrícola, aumentando a eficiência e sustentabilidade. O objetivo da pesquisa investiga o conceito de agricultura de precisão e os fatores limitantes para sua implementação por produtores de menor escala. A partir de uma abordagem mista, o estudo foi desenvolvido em forma de estudo de caso, por meio de questionários aplicados à pequenos e médios produtores. Os dados foram coletados entre os meses de outubro e dezembro de 2024. Os resultados apontam para o fato de que a adoção dessas inovações exige uma mudança significativa nos métodos de cultivo, o que pode ser desafiador para aqueles com recursos limitados. Dessa forma, para superar essas dificuldades, propõem-se estratégias como políticas públicas de subsídios governamentais, que reduzam o custo das tecnologias, programas de treinamento técnico para capacitar os produtores e a cooperação entre instituições agrícolas, universidades e cooperativas.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. Inovações agrícolas. Ferramentas para agricultura de precisão. Pequenos e médios produtores.

ABSTRACT: This article presents an analysis of the obstacles faced by small and medium-sized rural producers in adopting precision agriculture technologies. These

*Estudante do Curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade Cristo Rei – FACCRI. E-mail: Lailson_abreu@hotmail.com

**Pós-Graduado em Agronomia Fundação Faculdade Luiz Meneghel – FFALM. Docente na Faculdade Cristo Rei – FACCRI. E-mail: mpcana@gmail.com.br e mauricio.junior@faccrei.edu.br

tools offer solutions to optimize agricultural production by increasing efficiency and sustainability. The objective of the research is to investigate the concept of precision agriculture and the limiting factors for its implementation by smaller-scale producers. Using a mixed approach, the study was developed in the form of a case study, through questionnaires applied to small and medium-sized producers. Data was collected between October and December 2024. The results indicate that adopting these innovations requires a significant change in cultivation methods, which can be challenging for those with limited resources. Therefore, to overcome these difficulties, strategies such as public policies for government subsidies to reduce technology costs, technical training programs to empower producers, and cooperation between agricultural institutions, universities, and cooperatives are proposed.

Keywords: Precision agriculture. Agricultural innovations. Tools for precision agriculture. Small and medium-sized producers.

RESUMEN: Este artículo presenta un análisis de los obstáculos enfrentados por pequeños y medianos productores rurales en la adopción de tecnologías de agricultura de precisión. Estas herramientas ofrecen soluciones para optimizar la producción agrícola, aumentando la eficiencia y la sostenibilidad. El objetivo de la investigación es investigar el concepto de agricultura de precisión y los factores limitantes para su implementación por parte de productores de menor escala. A partir de un enfoque cualitativo, el estudio se desarrolló en forma de estudio de caso, mediante cuestionarios aplicados a pequeños y medianos productores. Los datos fueron recolectados entre los meses de octubre y diciembre de 2024. Los resultados indican que la adopción de estas innovaciones requiere un cambio significativo en los métodos de cultivo, lo que puede representar un desafío para aquellos con recursos limitados. Por lo tanto, para superar estas dificultades, se proponen estrategias como políticas públicas de subsidios gubernamentales que reduzcan el costo de las tecnologías, programas de capacitación técnica para fortalecer las competencias de los productores, y la cooperación entre instituciones agrícolas, universidades y cooperativas.

Palabras clave: Agricultura de precisión. Innovaciones agrícolas. Herramientas para la agricultura de precisión. Pequeños y medianos productores

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem promovido grandes mudanças para a agricultura, especialmente por meio da agricultura de precisão, que oferece métodos modernos e avançados de recursos para poder otimizar o uso de recursos naturais, aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, minimizar os impactos ambientais. A adoção de

tecnologias de agricultura de precisão desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade no campo, o uso dessas ferramentas pode melhorar tanto a produtividade quanto a gestão do ambiente nas propriedades rurais.

Este artigo tem como objetivo identificar e entender as dificuldades enfrentadas pelos pequenos e médios produtores ao tentarem introduzir as ferramentas da agricultura de precisão em suas propriedades, reconhecendo que essas barreiras não apenas limitam a produtividade, mas também mantêm a desigualdade no campo.

A questão central deste estudo é: Quais dificuldades pequenos e médios produtores rurais enfrentam ao acessar tecnologias e ferramentas da agricultura de precisão, e quais estratégias podem ser adotadas para melhorar esse acesso? Para poder responder a essa questão, este estudo pretende mapear as barreiras enfrentadas por esses grupos, com o objetivo de propor soluções que facilitem a adoção mais ampla dessas tecnologias.

Com esse estudo, espera-se contribuir para a criação de políticas públicas e estratégias que potencializem o uso da agricultura de precisão entre pequenos e médios produtores, reduzindo as desigualdades e promovendo um desenvolvimento rural mais equilibrado e sustentável. Este trabalho quer oferecer informações e conhecimentos valiosos que possam servir de base para futuras pesquisas e políticas voltadas à transformação da agricultura brasileira.

2 AS FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

A agricultura está passando por grandes mudanças, graças à incorporação de tecnologias avançadas nos sistemas de produção. Uma dessas é a agricultura de precisão (AP), que se baseia na variabilidade das lavouras ao longo do tempo e do espaço com o objetivo de aumentar a produtividade, evitar desperdícios e garantir um uso mais eficiente dos insumos.

De acordo com Garcia (2023), a agricultura de precisão é uma evolução do modelo tradicional, pois reconhece que as propriedades rurais não são todas iguais. Isso significa que é necessário entender cada pedacinho da lavoura. Com essa

abordagem, o agricultor se torna um verdadeiro gestor do seu sistema de produção, com o apoio de informações georreferenciadas, análise de dados e ferramentas digitais.

O primeiro passo na agricultura de precisão é coletar dados de alta resolução, utilizando sensores, imagens de satélite, amostragem de solo georreferenciada e monitoramento das máquinas agrícolas. Ferramentas como sensoriamento remoto, sistemas GNSS, unidades de gestão diferenciadas (UGDs) e tecnologias de taxa variável (VRT) são fundamentais nesse processo (Molin; Rabello, 2011).

A geoestatística também é essencial, permitindo análises da variabilidade espacial utilizando técnicas como semivariograma e krigagem para interpolar dados coletados e criar mapas temáticos que ajudam nas decisões estratégicas no campo, como a aplicação exata de fertilizantes, corretivos e defensivos agrícolas.

Para Molin (2015), a análise espacial proporcionada por essas ferramentas resulta em ganhos significativos em eficiência, produtividade e sustentabilidade. Por exemplo, mapas de produtividade gerados por sensores nas colhedoras, mostram a real performance de cada área da lavoura, sendo essenciais para definir zonas de manejo e recomendações agronômicas.

Outra vantagem da agricultura de precisão é a possibilidade de aplicar insumos na dose certa, no lugar certo e no momento certo, o que ajuda a cortar custos e minimizar impactos ambientais. Soares Filho e Cunha (2015) destacam a agricultura 4.0 como um avanço da AP, com integração de coleta de dados, conectividade de máquinas e softwares de gestão em tempo real.

Por isso, a agricultura de precisão é uma ferramenta fundamental para enfrentar os desafios atuais da produção agrícolas, promovendo eficiência técnica, econômica e ambiental. O sucesso disso tudo depende da adoção das ferramentas certas, da capacitação dos profissionais envolvidos e do uso inteligente das informações coletadas no campo.

3 DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE PRECISÃO PARA PEQUENOS E MÉDIOS PRODUTORES

A agricultura de precisão se mostra como uma alternativa promissora para aumentar a eficiência e a sustentabilidade das práticas agrícolas. No entanto, a implementação desta tecnologia enfrenta vários desafios, especialmente para pequenos e médios produtores rurais. Esses desafios estão interligados a questões financeiras, técnicas e estruturais que, se não resolvidos, podem limitar o potencial dessas tecnologias.

Um dos maiores desafios é o alto custo de aquisição e operação de tecnologias envolvidas na AP, como sensores, drones, receptores GNSS, softwares de análise e máquinas com aplicação em taxa variável. Para os pequenos produtores, que muitas vezes têm lucros reduzidos, esses gastos iniciais podem ser demais (Garcia, R. B., 2023). Conforme Molin (2002) aponta, que essas tecnologias foram desenvolvidas inicialmente para grandes propriedades, e não levando em conta a realidade de pequenos e médios produtores.

Além disso, a falta de mão de obra qualificada é uma barreira técnica. Para poder entender corretamente os dados que essas ferramentas de agricultura de precisão trazem, é preciso ter um conhecimento específico e estar sempre se atualizando com novas informações (Molin; Amaral; Colaço, 2015). A falta de assistência técnica nas regiões onde a agricultura familiar predomina também complica ainda mais, dificultando a busca por informações e boas práticas de gestão agrícola baseadas em dados.

Outro fator limitante é a infraestrutura tecnológica em regiões mais isoladas, pois é bem limitada. A conectividade pode ser baixa ou até inexistente, o que compromete o uso de plataformas de monitoramento e controle das lavouras de forma remota (Soares Filho; Cunha, 2015).

3.1 Oportunidades emergentes

Apesar das dificuldades, a agricultura de precisão vem se tornando mais acessível. Com o avanço das tecnologias e os custos reduzindo aos poucos, sensores, softwares e plataformas de gestão estão ficando mais acessíveis para pequenos e médios produtores também (Garcia, R. B., 2023).

Garcia (2023) destaca que alguns produtores já estão utilizando alguns sensores para gerar informações em tempo real sobre as condições do solo e das plantas, ajudando a tomar decisões mais elaboradas e assertivas sobre o uso de insumos e práticas culturais.

Além disso, poder aplicar insumos com tecnologia de taxa variável (VRT), que além de aumentar a produtividade, ajuda a reduzir os desperdícios e impactos negativos no meio ambiente. Isso resulta em um uso mais consciente de fertilizantes e defensivos agrícolas (Molin; Rabello, 2011).

O conceito de unidade de gestão diferenciada (UGD), que divide a propriedade em zonas de manejo específicas, também se mostrou viável em pequenas propriedades, desde que sejam utilizadas ferramentas apropriadas e um bom sistema de amostragem georreferenciada (Molin et al., 2002). Isso possibilita que até em áreas menores também possam se beneficiar de uma agricultura mais tecnológica e orientada por dados.

A agricultura de precisão, que surgiu para atender grandes propriedades, tem um grande potencial para ajudar pequenos e médios produtores, desde que existam políticas públicas que incentivem, capacitem e promovam o acesso a essas tecnologias. Reforçar cooperativas, parcerias com universidades e programas de extensão rural também são estratégias fundamentais superar os desafios.

Neste cenário, a agricultura de precisão não pode ser vista só como algo de alta tecnologia, mas sim como um instrumento estratégico para promover a inclusão, eficiência produtiva e sustentabilidade no campo, independentemente do tamanho da propriedade.

3.2 Barreiras Financeiras e Técnica

Uma das principais barreiras identificadas na literatura são às limitações financeiras enfrentadas por pequenos produtores. Nascimento (2023) destaca que muitos desses agricultores não possuem recursos suficientes para investir nas tecnologias de precisão, que costumam ter custos elevados. Esse fator acaba limitando a capacidade desses produtores de investir em soluções tecnológicas e avançadas, o que mostra a necessidade urgente de criar mecanismos de apoio financeiro, como subvenções ou linhas de crédito acessíveis, para que os pequenos produtores possam acessar essas ferramentas inovadoras.

Além disso, a falta de conhecimento técnico também se torna um obstáculo. Conforme apontado por Oliveira (2021), muitos produtores não possuem formação adequada para implementar essas tecnologias de forma eficiente. Se a capacitação adequada, fica mais difícil e impedem que aproveitem ao máximo os benefícios oferecidos pela agricultura de precisão. Oliveira (2021) sugere que parcerias mais fortes entre universidades, instituições de pesquisa e associações de agricultores podem ser fundamentais para superar esse desafio, oferecendo o treinamento necessário para garantir o uso adequado das tecnologias.

Nesse sentido, é fundamental que o governo e as empresas trabalhem em conjunto para criar um ambiente mais inclusivo, onde o acesso à agricultura de precisão seja mais fácil para todos. Reduzir as barreiras financeiras e a falta de conhecimento técnico depende de um esforço conjunto, que envolva financiamento acessível, projetos de apoio no campo e treinamento contínuo. Apenas com esse suporte será possível garantir que os pequenos agricultores também possam usufruir das tecnologias, aumentando a produtividade, sustentabilidade, competitividade no campo melhorando sua posição no mercado.

3.3 O Papel das Políticas Públicas e das Redes de Cooperação

As políticas públicas têm um papel central na promoção da agricultura de precisão. Pavelski (2023) analisou como essas políticas estão funcionando em regiões do Médio e Alto Uruguai do Rio Grande do Sul e constatou que, apesar de algumas iniciativas, muitas políticas não conseguem alcançar de maneira eficiente os pequenos produtores. O estudo mostra a necessidade de revisar e adaptar as políticas públicas para atender às necessidades específicas dessa classe produtora, promovendo uma maior inclusão das tecnologias de precisão.

Além das políticas públicas, as redes de cooperação e consórcios também são essenciais. Coelho (2023), destaca a importância de grupos de produtores que compartilham recursos e informações. Essas redes ajudam a reduzir os custos associados à adoção de novas tecnologias, além de criar um ambiente de apoio técnico e operacional, facilitando o processo de implementação.

Dessa forma, é fundamental que as estratégias governamentais para a agricultura de precisão sejam repensadas, garantindo que os agricultores de menor porte sejam realmente incluídos. Para que essa mudança funcione, é preciso que as políticas se ajustem às realidades de campo e que se estimule a criação de grupos de colaboração e associações, facilitando o compartilhamento de recursos e conhecimentos. A união de esforços entre o governo e as iniciativas coletivas é uma via promissora para que a agricultura de precisão se torne mais acessível, eficiente e sustentável. Ao juntar políticas públicas mais eficientes com o aumento da cooperação entre os produtores, é um caminho promissor para diminuir as diferenças no acesso à tecnologia e a alavancar o crescimento sustentável e competitivo da agricultura familiar no país.

3.4 Personalização das Tecnologias e Adaptação às Condições Locais

Outro desafio importante é a necessidade de personalização das tecnologias de precisão para que se encaixem nas condições específicas de diferentes tipos de

solo e culturas. Garcia (2023) destaca que muitas das tecnologias disponíveis são desenvolvidas para grandes propriedades com uso mais intensivo, o que pode dificultar sua aplicação em propriedades menores ou em condições de cultivo mais difíceis. Ajustar essas tecnologias para atender às características regionais e culturais dos pequenos produtores é essencial para garantir sua adoção em larga escala.

Além disso, a integração de novas tecnologias, como os veículos aéreos não tripulados (VANTs), tem mostrado um grande potencial para monitoramento agrícola, conforme destacado por Chiacchio (2023). Mas, a implementação dessas tecnologias no dia a dia dos produtores ainda é limitada pela falta de acesso e treinamento adequado.

Essas informações mostram que, para que a agricultura de precisão realmente chegue aos pequenos agricultores, é necessário ir além de só ofertarem a tecnologia, é adaptá-las às condições e realidades de cada local e ajustar as ferramentas às necessidades de cada um, também facilitar o acesso a novidades como os drones (VANTs) que precisa ser acompanhada de treinamentos e apoio constante. Somente assim será possível promover uma agricultura mais eficiente, que inclua todos e que se encaixe no que cada região e produtor precisa, assegurando que todos aproveitem ao máximo o que a inovação pode trazer para o campo.

3.5 O Potencial das Tecnologias e a Necessidade de Suporte Estrutural

Apesar dos desafios, a adoção de tecnologias de precisão oferece diversas oportunidades para os pequenos e médios produtores. Vieira (2023) observa que o uso eficiente dessas tecnologias pode levar a um aumento significativo na produtividade e na rentabilidade das propriedades agrícolas, além de promover práticas mais sustentáveis. No entanto, para que esses benefícios sejam plenamente realizados, é fundamental que os pequenos produtores recebam o apoio necessário, seja por meio de capacitação ou de infraestrutura adequada.

A melhoria da infraestrutura rural também é um fator determinante para a implementação das tecnologias de precisão. Almeida (2021) destaca a importância de

redes de transporte e comunicação eficazes para apoiar a implementação dessas tecnologias em áreas remotas. A construção de uma infraestrutura adequada é essencial para garantir que os produtores possam acessar as inovações tecnológicas, especialmente em regiões menos desenvolvidas.

Tendo como fundamento as ideias dos autores apresentados, é possível afirmar que a implementação bem-sucedida da agricultura de precisão por pequenos e médios produtores requer uma estratégia abrangente, que envolva tanto o investimento em capacitação e assistência técnica quanto a melhoria da infraestrutura rural. A combinação desses fatores gera um ambiente mais favorável à introdução de tecnologias no campo, facilitando o acesso às inovações e possibilitando que os produtores desfrutem dos resultados de uma produção mais eficiente, lucrativa e sustentável. Dessa forma, políticas governamentais conjuntas e iniciativas harmonizadas entre governo, setor privado e comunidade são cruciais para promover a inclusão tecnológica e o fortalecimento da agricultura familiar no Brasil.

3.6 Inovação e Sustentabilidade no Setor Agrícola

A inovação desempenha um papel central na promoção de modelos de negócio mais sustentáveis, especialmente em áreas rurais, onde as condições ambientais e a diversidade de culturas exigem abordagens mais personalizadas. Vieira (2023) aponta que a inovação tecnológica é uma componente essencial não apenas na melhoria da capacidade produtiva, mas também na promoção de práticas agrícolas sustentáveis que respeitam o meio ambiente e os recursos naturais.

Além disso, a formação de cooperativas e associações pode ser um caminho viável para facilitar o acesso dos pequenos produtores às tecnologias de precisão. Eugenio (2023) sugere que essas estruturas coletivas podem promover melhor acesso a recursos e conhecimento, contribuindo para uma adoção mais ampla e eficiente das inovações tecnológicas no campo.

Em síntese, a implementação de tecnologias de precisão para pequenos e médios produtores enfrenta desafios que envolvem barreiras financeiras, técnicas e

estruturais. No entanto, as oportunidades também são significativas, com o potencial de melhorar a produtividade e a sustentabilidade da agricultura. Para superar esses desafios, é essencial a criação de políticas públicas adaptadas, o fortalecimento das redes de cooperação entre produtores e instituições de pesquisa, além da personalização das tecnologias às condições locais. Com o suporte adequado, a agricultura de precisão pode transformar positivamente a vida dos pequenos produtores, promovendo um futuro mais sustentável e próspero para o setor agrícola.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Na pesquisa realizada sobre as dificuldades de acesso a tecnologias e ferramentas da agricultura de precisão por pequenos e médios produtores rurais, foi adotada uma abordagem mista. Essa escolha justificou-se pela necessidade de determinar tanto os aspectos quantitativos (como as dificuldades enfrentadas), quanto os qualitativos (incluindo a compreensão das experiências dos produtores). Conforme Oliveira (2023), uma abordagem mista permite uma visão mais abrangente da realidade estudada, combinando estatísticas gerais com percepções individuais.

Para a amostragem, utilizou-se a técnica de amostragem intencional não probabilística, selecionando produtores rurais que utilizavam, ou demonstravam interesse em utilizar, tecnologias de precisão. O tamanho da amostra foi determinado com base na saturação dos dados, variando entre 30 e 50 participantes, conforme indicado por Almeida (2021), para garantir a representação adequada das experiências e percepções dos participantes.

Os dados foram coletados através de entrevistas semiestruturadas e questionários. O questionário foi distribuído por diversas plataformas de comunicação, como WhatsApp, Instagram, LinkedIn, e-mail, entre outros, além de ter sido aplicado presencialmente aos entrevistados. Com a utilização desses canais, a coleta de dados não se restringiu a uma área geográfica específica, possibilitando alcançar um público mais amplo e diversificado.

As entrevistas permitiram uma exploração detalhada das opiniões dos agricultores sobre as barreiras enfrentadas, enquanto os questionários possibilitaram quantificar certos aspectos dessas dificuldades. Coelho (2023) destacou a eficácia dessa combinação na obtenção de dados ricos e abrangentes para análise.

Em relação à estratégia de análise de dados, os dados qualitativos foram analisados por meio da técnica de análise de conteúdo, para identificar e categorizar temas e padrões recorrentes nas respostas dos participantes. Para os dados quantitativos, foram aplicadas técnicas estatísticas descritivas e inferenciais, conforme praticado em estudos por Fadanelli (2021), proporcionando uma visão integrada do conjunto de dados.

A integração dos dados foi realizada com base no modelo de triangulação, no qual os resultados qualitativos e quantitativos foram comparados e contrastados, para identificar convergências e divergências nas informações coletadas. Esse método auxiliou na validação dos resultados, conforme sugerido por Oliveira (2021) em sua análise sobre a adoção de inovações agrícolas.

A abordagem ética foi rigorosamente respeitada, com aprovação pelo comitê de ética em pesquisa, garantindo o anonimato e o consentimento informado dos participantes. Oliveira (2021) argumentou que o respeito às considerações éticas é fundamental para a integridade e aceitação dos resultados da pesquisa.

O cronograma da pesquisa foi estruturado de forma a seguir todas as etapas, desde a revisão bibliográfica até a divulgação dos resultados, envolvendo um período aproximado de 12 meses. Cada fase foi planejada detalhadamente, conforme as orientações de Pavelski (2023), que ressaltou a importância do planejamento eficiente em projetos de pesquisa complexos.

A pesquisa forneceu informações valiosas sobre como superar as barreiras enfrentadas por pequenos e médios produtores rurais, e promover uma adoção mais eficaz das tecnologias de precisão. A metodologia utilizada permitiu uma análise aprofundada e detalhada do problema, gerando resultados práticos importantes, conforme argumentado por Chiacchio (2023).

De modo geral, o estudo demonstrou grande relevância, ao buscar compreender de forma detalhada as dificuldades encontradas por pequenos e médios agricultores na utilização das tecnologias da agricultura de precisão. Ao empregar um método misto, unindo dados quantitativos e qualitativos, a pesquisa permitiu a construção de um diagnóstico aprofundado, que poderá subsidiar políticas públicas, ações de assistência técnica e estratégias mais eficazes de inclusão tecnológica. Além disso, os resultados obtidos ofereceram subsídios para projetos voltados à capacitação, à formação de grupos de cooperação e ao desenvolvimento de soluções tecnológicas mais acessíveis e adequadas às condições de cada região, contribuindo diretamente para o fortalecimento da agricultura familiar e o avanço sustentável do setor agrícola no Brasil.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

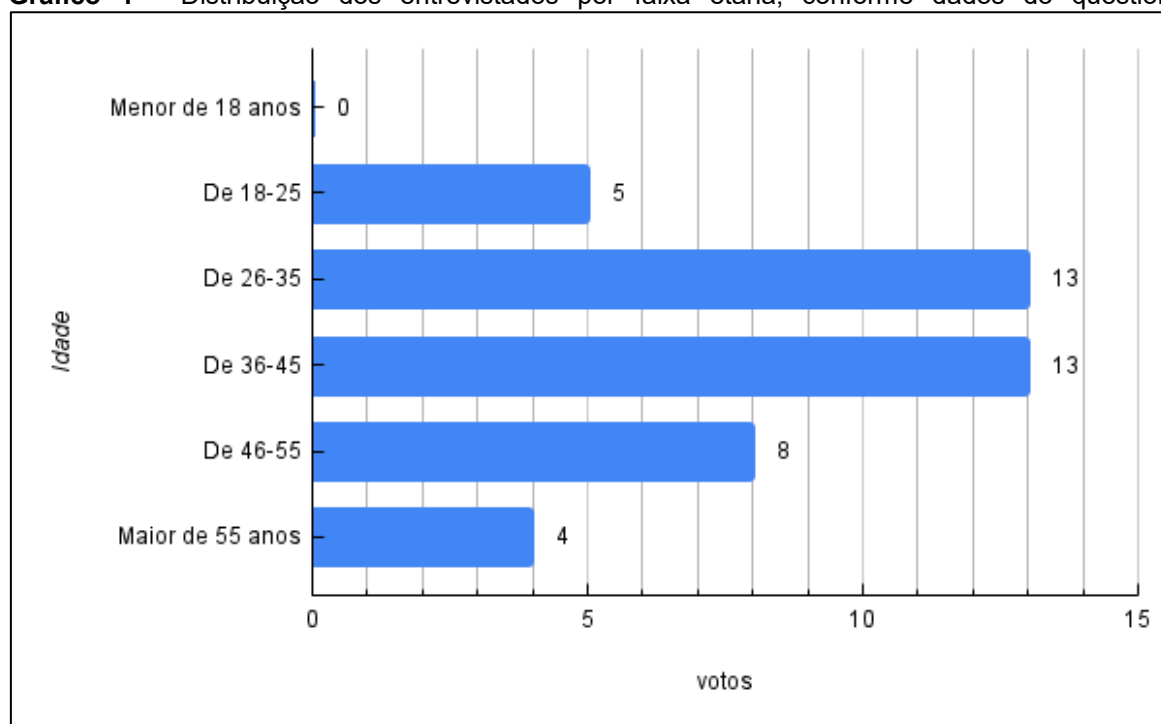
Esta pesquisa investigou as principais barreiras enfrentadas por pequenos e médios produtores rurais no acesso às tecnologias de agricultura de precisão. A análise dos dados obtidos por meio da aplicação do questionário revelou uma série de dificuldades recorrentes, muitas delas já mencionadas em literaturas e estudos, mas que se tornam mais preocupantes quando observados diretamente na realidade dos produtores.

Antes de detalhar as barreiras, é importante destacar o perfil dos entrevistados, que pode influenciar a percepção e a adoção das tecnologias investigadas. Dos 43 participantes, a maior parte está concentrada nas faixas etárias entre 26 e 45 anos, com 13 respondentes em cada faixa (26-35 e 36-45 anos), representando juntos mais de 60% do total. Grupos mais jovens, como os de 18 a 25 anos, representaram 5 entrevistados (embora esse grupo esteja mais familiarizado com tecnologia digital, enfrenta limitações relacionadas ao capital inicial e ao acesso a crédito). Faixas etárias mais elevadas, como 46 a 55 anos (8 votos) e acima de 55 anos (4 votos), tiveram menor participação, e nenhum menor de 18 anos foi registrado.

O grupo entre 36 e 55 anos (48,8%) representa o segmento estratégico das propriedades, sendo o principal responsável pelas tomadas de decisão. Esse perfil apresenta uma contradição significativa: são os que mais reconhecem a necessidade de modernização, mas também demonstram maior resistência operacional. Essa característica reforça a necessidade de políticas específicas que combinem financiamento com capacitação prática, promovendo uma adaptação constante às novas tecnologias.

Apesar de minoritários, os participantes das faixas etárias mais elevadas têm um papel fundamental nas políticas de sucessão rural. Seu menor engajamento tecnológico reforça a necessidade de programas de integração entre gerações, que valorizem seu conhecimento prático enquanto introduzem inovações. O perfil de 36 e 55 anos indica uma predominância de produtores em idade economicamente ativa, o que fortalece o potencial para a adoção de tecnologias. No entanto, o número reduzido de jovens aponta para a necessidade de políticas que incentivem a sucessão rural e o envolvimento de novas gerações na produção agrícola baseada em tecnologia.

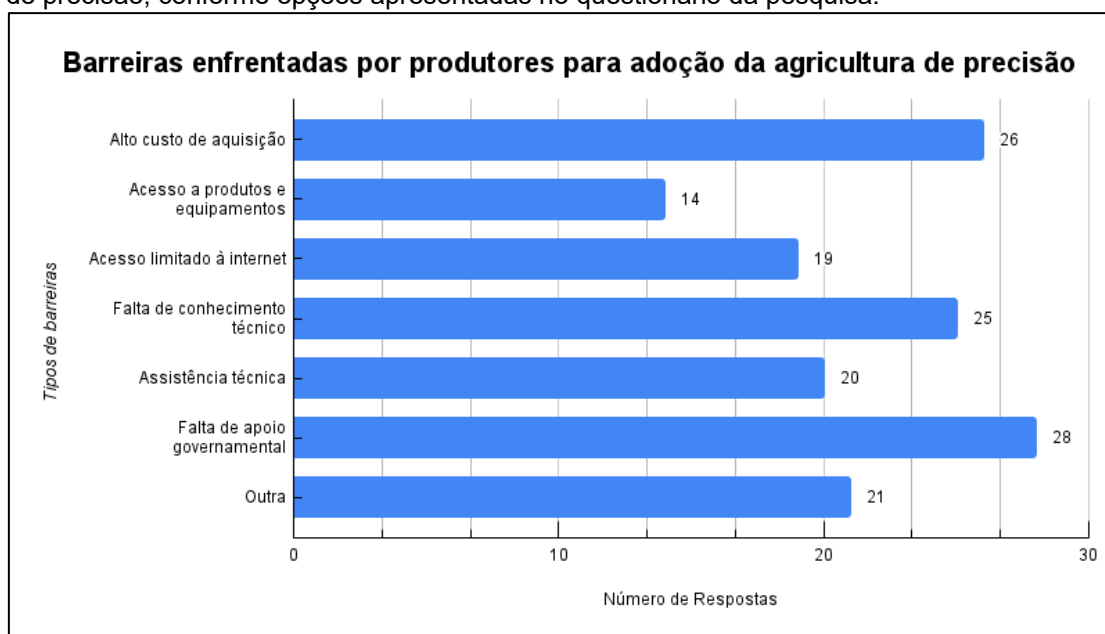
Gráfico 1 - Distribuição dos entrevistados por faixa etária, conforme dados do questionário



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa (2025).

Tendo em vista o perfil etário dos participantes, a análise das dificuldades enfrentadas na adoção das tecnologias de agricultura de precisão fica mais clara. Uma das principais restrições identificadas está relacionada a limitações financeiras. A maioria dos entrevistados declarou que o investimento em máquinas, software e assistência técnica torna-se praticamente à aquisição inviável para implementação de ferramentas de agricultura de precisão em suas propriedades. Muitos produtores reconhecem os benefícios da tecnologia, como o aumento da produtividade e a redução no uso de insumos, mas acham difícil pagar pelos custos sem algum tipo de apoio externo, como financiamentos ou subsídios. Esses resultados confirmam as análises de Nascimento (2023), que destaca a importância das limitações econômicas como barreiras à modernização no campo. O autor destaca que a falta de linhas de crédito específicas para pequenos produtores intensifica a exclusão tecnológica, especialmente em regiões com baixa assistência técnica. Conforme mostra o **Gráfico 2**, a “falta de apoio governamental ou institucional” e o “alto custo de aquisição” foram os dois fatores mais votados como limitadores.

Gráfico 2 - Principais barreiras enfrentadas pelos produtores para adoção de ferramentas da agricultura de precisão, conforme opções apresentadas no questionário da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa (2025).

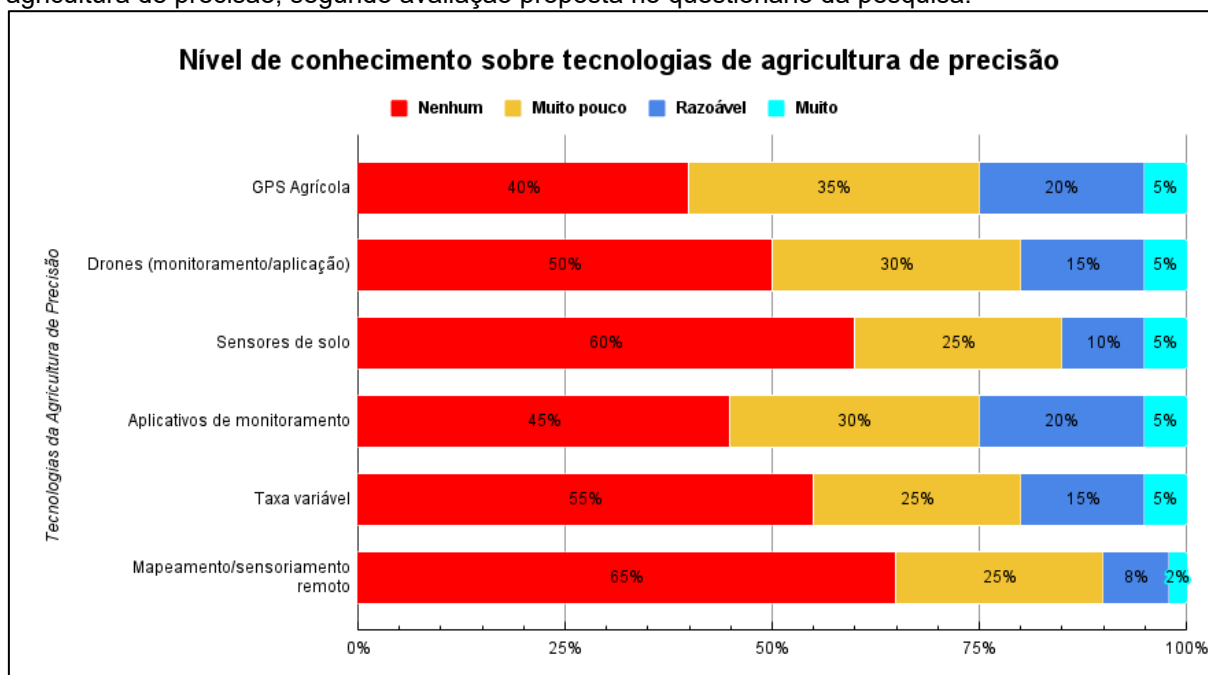
Além disso, observou-se que muitos produtores que já utilizam algum tipo de tecnologia em suas propriedades, estão ligados ou são associados às cooperativas que facilitam o acesso e estão mais familiarizados com as tecnologias disponíveis e têm melhores condições para usá-las. Isso acontece porque algumas organizações atuam como intermediárias, ajudando no acesso às informações, na organização de compras coletivas e na prestação de treinamentos e capacitações técnicas, Coelho (2023) destaca que as redes cooperativas não apenas facilitam o acesso às tecnologias, como também funcionam como canais de expansão do conhecimento técnico. Através de ações coletivas, produtores conseguem dividir custos, aprimorar o uso de recursos e aumentar sua competitividade no mercado. Isso mostra o papel importante das cooperativas no intermédio das tecnologias e informações.

Essa informação indica que, apesar do alto custo ser um obstáculo, pode ser superado por políticas públicas e estratégias coletivas, como as linhas de crédito, subsídios, programas de treinamento entre outros. Ou seja, o apoio institucional e o cooperativismo são meios eficazes para facilitar e promover o uso tecnológico no meio rural.

Outro ponto bastante destacado na pesquisa foi a “falta de conhecimento técnico” adequado para operar ou interpretar os dados gerados pelas tecnologias digitais. A maior parte dos participantes tem um conhecimento superficial sobre a agricultura de precisão, mas não tem um domínio prático de como aplicá-la no dia a dia do campo. A baixa escolaridade de muitos agricultores e a falta de capacitações constantes dificultam bastante a implementação dessas inovações.

Mesmo entre os que conhecem algumas dessas ferramentas, o nível de domínio prático é, na maioria dos casos, baixo. A maior parte dos entrevistados declarou conhecer “muito pouco”, “razoavelmente” ou “nenhuma” das tecnologias listadas como mostra o **Gráfico 3**.

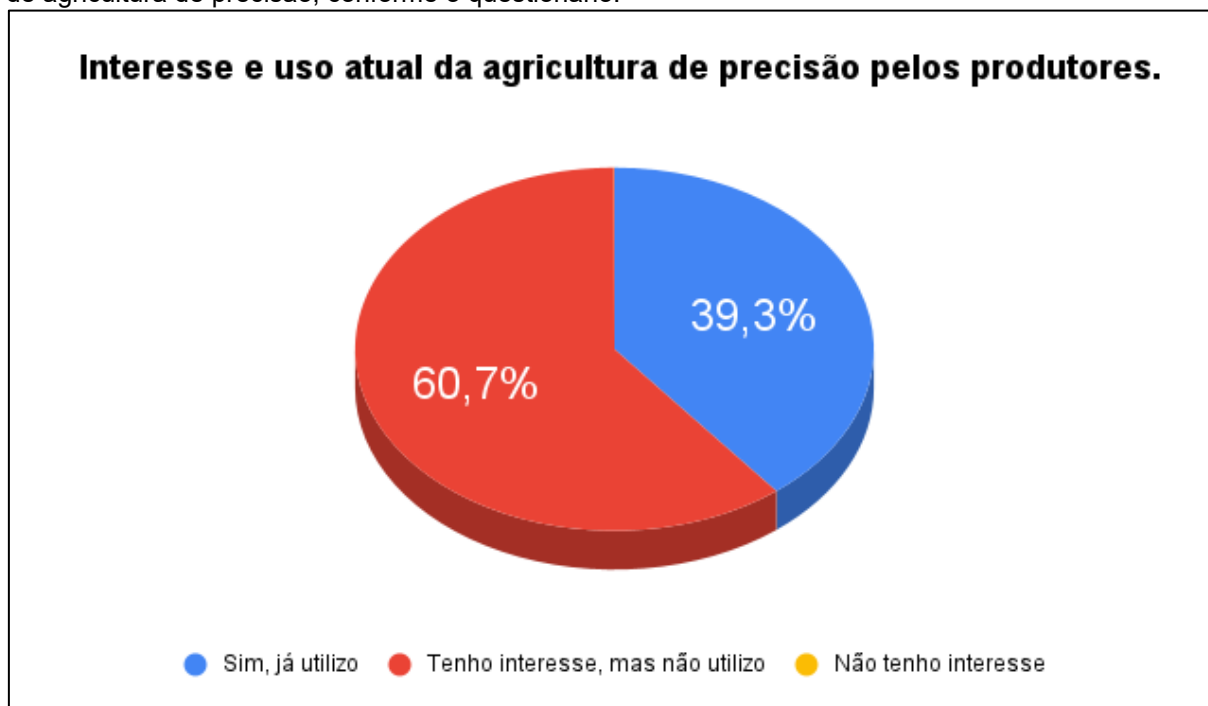
Gráfico 3 - Grau de conhecimento e familiaridade dos produtores com diferentes tecnologias de agricultura de precisão, segundo avaliação proposta no questionário da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa (2025).

Outro ponto importante revelado pela pesquisa, foi que as políticas públicas para promover a agricultura de precisão não estão sendo eficazes para os pequenos e médios produtores. Apesar das dificuldades relatadas, 60,7% dos entrevistados demonstraram interesse em utilizar ou aprender sobre agricultura de precisão, como aponta o **Gráfico 4**. Esse dado é promissor e indica que há espaço para políticas de apoio e capacitação. Pavelski (2023) reforça essa análise ao destacar que a maior parte das políticas públicas de incentivo à agricultura de precisão não leva em conta as necessidades específicas dos pequenos produtores. Falta clareza nos editais, na linguagem utilizada e na presença institucional nas regiões mais afastadas.

Gráfico 4 - Distribuição das respostas dos produtores sobre seu interesse e uso atual das tecnologias de agricultura de precisão, conforme o questionário.

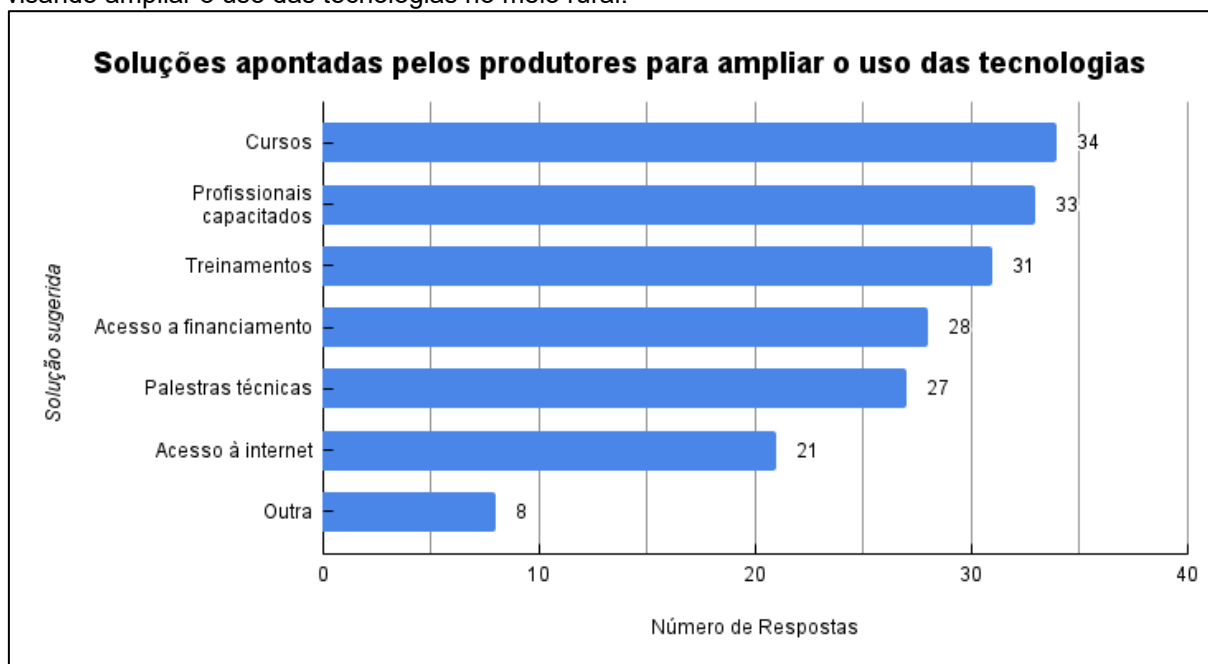


Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa (2025).

Por outro lado, podemos entender que as informações não chegam às suas regiões de forma eficiente. Essa situação é preocupante, pois mostra uma desconexão entre as intenções do governo e a realidade no campo. As políticas públicas costumam ter suas limitações quando não são ajustadas às características específicas de cada região. Para muitos agricultores, a distância, a burocracia excessiva ou o uso de uma linguagem técnica nos programas dificultam o acesso aos benefícios que eles poderiam obter. A expectativa dos produtores em relação ao apoio externo também ficou evidente. O **Gráfico 5** mostra os principais tipos de apoio considerados úteis pelos entrevistados. Cursos, treinamentos e acesso a profissionais capacitados foram os três mais apontados, o que reafirma a necessidade de políticas voltadas para extensão rural e educação tecnológica. Além da capacitação presencial, é necessário enfrentar a exclusão digital, que é outro obstáculo evidente. Muitos produtores não têm acesso à internet ou têm dificuldades com ferramentas digitais básicas. Isso compromete o uso até de soluções simples, como aplicativos de

monitoramento de plantio. A inclusão digital no campo deve ser prioridade para qualquer estratégia política de modernização rural.

Gráfico 5 - Soluções sugeridas pelos produtores a partir de alternativas estruturadas no questionário, visando ampliar o uso das tecnologias no meio rural.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa (2025).

Portanto, os resultados desta pesquisa não apenas confirmam os achados de estudos anteriores, mas também proporcionam uma compreensão mais aprofundada da realidade atual enfrentada pelos pequenos e médios produtores rurais. As dificuldades identificadas são diversas e interligadas, envolvendo altos custos de investimento, falta de capacitação técnica adequada, ausência ou ineficácia de políticas públicas direcionadas, infraestrutura precária e a exclusão digital que limita o acesso e o uso de tecnologias modernas. Esses fatores atuam juntos como barreiras que dificultam significativamente a adoção efetiva da agricultura de precisão por esses produtores.

Entretanto, mesmo com muito desafios, a situação não é inteiramente negativa. As experiências positivas observadas entre alguns produtores, bem como o interesse demonstrado em aprender e desenvolver habilidades tecnológicas, indicam

que há um campo para expandir e melhorar. Essa disposição favorável reforça a necessidade de políticas públicas fortes que possam assegurar maior acesso a recursos tecnológicos, além de programas de formação contínua e incentivo ao compartilhamento de conhecimentos e tecnologias entre os produtores.

Dessa forma, este estudo não se limita a identificar obstáculos, mas também contribui para traçar possíveis caminhos para a inclusão tecnológica e o desenvolvimento sustentável no meio rural. Com base nos resultados obtidos, recomenda-se a implementação de polos tecnológicos rurais que ofereçam, de maneira prática e acessível, serviços de capacitação, consultoria técnica e demonstrações de tecnologias adaptadas às especificidades e realidades locais. Além disso, destaca-se a necessidade premente de ampliar a conectividade nas zonas rurais, garantindo acesso à internet de qualidade, condição fundamental para a continuidade e ampliação do processo de transformação digital no campo.

Portanto, a superação desses desafios demanda a articulação e a combinação eficaz de políticas públicas direcionadas, programas de capacitação técnica contínua, fortalecimento das redes cooperativas locais e ações concretas voltadas para a inclusão digital. Essa integração pode, de forma efetiva, transformar a realidade produtiva dos pequenos e médios produtores, tornando a agricultura de precisão uma ferramenta acessível, funcional e sustentável, capaz de gerar ganhos expressivos em produtividade e eficiência, independentemente do porte da propriedade rural.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa evidencia dados cruciais sobre os obstáculos enfrentados por pequenos e médios produtores rurais na adoção de tecnologias de agricultura de precisão, revelando um cenário marcado por desigualdades que impactam diretamente a produtividade e a sustentabilidade no campo. Entre os principais desafios, destacam-se as barreiras financeiras, que limitam a aquisição de equipamentos, softwares e infraestrutura necessários para a modernização das atividades agrícolas. Muitos produtores, especialmente os de menor escala,

enfrentam dificuldades para obter crédito ou investir em soluções tecnológicas, perpetuando um ciclo de baixa eficiência e competitividade.

Além da questão econômica, a falta de conhecimento técnico surge como um obstáculo significativo. Muitos agricultores não dominam o uso de ferramentas como sensores, drones ou sistemas de análise de dados, o que os impede de usufruir o máximo do potencial dessas tecnologias. Essa deficiência técnica não apenas reduz a eficácia das tecnologias implementadas, mas também gera resistência à sua adoção. Portanto, é urgente a criação de programas educacionais e capacitações práticas, adaptadas às realidades locais, para que os produtores possam operar e manter esses sistemas com autonomia.

No âmbito das políticas públicas, os dados revelam uma desconexão entre as iniciativas existentes e as necessidades reais do campo. Apesar de haver programas destinados à inclusão tecnológica, muitos falham em atingir seus objetivos devido a problemas como burocracia excessiva, escasso de divulgação ou modelos pouco flexíveis. Para reverter esse quadro, é essencial reformular essas políticas com base em diagnósticos precisos, envolvendo os próprios produtores no desenho de soluções e garantindo acesso descentralizado a recursos.

Os resultados deste estudo não apenas identificam problemas, mas também apontam caminhos viáveis para superá-los. A formação de redes colaborativas entre universidades, cooperativas, empresas de tecnologia e governos, por exemplo, poderia expandir o acesso a conhecimentos e recursos, reduzindo custos e fomentando a inovação regional. Da mesma forma, a integração entre extensão rural tecnicizada e programas de financiamento facilitaria a transição para modelos agrícolas mais precisos e sustentáveis.

Por fim, a pesquisa reforça a importância de alinhar suas descobertas com os objetivos estratégicos do desenvolvimento rural. Ao detalhar a realidade do campo, esta análise não apenas responde à pergunta central do estudo, mas também propõe um modelo inclusivo para a modernização agrícola, onde tecnologia e capacitação andem juntas. A implementação dessas recomendações pode transformar os desafios

atuais em oportunidades, garantindo que a agricultura de precisão seja promotora de igualdade e crescimento para todos os produtores, independentemente de sua escala.

6.1 Limitações do estudo e perspectivas futuras

142

Embora esta pesquisa tenha apresentado alguns resultados importantes para entender melhor os obstáculos e as oportunidades na adoção da agricultura de precisão por pequenos e médios agricultores, é importante ficar atento a algumas limitações ao interpretar esses resultados. Primeiro, a quantidade de produtores que participaram, mesmo incluindo pessoas de diferentes idades, regiões e perfis produtivos, foi pequena, com só 43 participantes. Essa quantidade menor pode tornar difícil passar os resultados como representativos para outras regiões do Brasil, especialmente onde há realidades socioeconômicas e produtivas diferentes.

Além disso, o período de coleta e análise de dados limitou o aprofundamento de certos aspectos. Variáveis como gênero, geração, escolaridade, perfil tecnológico e fatores culturais não foram exploradas. Incluir esses pontos em estudos futuros pode ajudar a ter uma visão mais completa das dinâmicas que influenciam a adoção de novas tecnologias na agricultura, entendendo melhor quem são esses produtores e o que eles realmente precisam.

Outro aspecto promissor para investigações futuras é o papel crescente de empresas emergentes de base tecnológica voltadas ao agronegócio na oferta de soluções acessíveis e inovadoras para pequenos agricultores. Analisar o impacto dessas empresas e pensar em sistemas colaborativos de tecnologia compartilhada entre propriedades também pode mostrar alternativas mais baratas e que atendam melhor às necessidades regionais, ajudando a democratizar o acesso às ferramentas digitais.

Por fim, estudos futuros devem adotar metodologias participativas e colaborativas, envolvendo diretamente os agricultores no desenvolvimento e avaliação das tecnologias, o que favorece soluções mais adaptadas às realidades locais e maior interação dos usuários com as tecnologias. Ampliar essa abordagem

permite superar limitações, explorar novas possibilidades e avançar rumo a uma agricultura de precisão mais inclusiva, eficiente e alinhada às necessidades dos pequenos e médios produtores no Brasil.

REFERÊNCIAS

143

ALMEIDA, T. R. et al. **Logística e infraestrutura como fatores limitantes da agricultura de precisão no Brasil**. Revista NERA, Presidente Prudente, v. 24, n. 53, p. 226–244, jan./abr. 2021.

BRUNINI, R. G. **Geoestatística aplicada à agricultura de precisão**. In: MOLIN, J. P. et al. (Org.). Agricultura de Precisão. Brasília: SENAR, 2021.

COELHO, J. F. **Redes de cooperação como estratégia de acesso à inovação no campo**. Revista de Extensão Tecnológica, v. 20, n. 1, p. 101–116, 2023.

EUGENIO, D. A. **A importância das cooperativas na promoção de inovações tecnológicas na agricultura familiar**. Cadernos de Desenvolvimento Rural, v. 18, n. 2, p. 33–48, 2023.

FADANELLI, S. C. **Protocolo de agricultura de precisão como ferramenta de sustentabilidade**. 2021. 51 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

FERNANDES, J. P. et al. **Aplicação de VANTs na agricultura de precisão: um panorama atual no Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 25, n. 2, p. 98–104, 2021.

GARCIA, D. C. **Fatores determinantes da adoção de tecnologias de agricultura de precisão por produtores de grãos**. 2023. 130 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão: princípios e aplicações**. São Paulo: Edusp, 2015.

MOLIN, J. P.; RABELLO, L. M. **Sensoriamento na agricultura de precisão**. In: MOLIN, J. P. (Org.). Agricultura de Precisão. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2011.

NASCIMENTO, E. F. do; RODRIGUES, P. L. **Barreiras econômicas para a adoção da agricultura de precisão em pequenas propriedades**. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v. 61, n. 1, p. 29–47, 2023.



<https://www.faccrei.edu.br/revista>

OLIVEIRA, J. P. **Adoção de tecnologias sustentáveis por pequenos produtores: desafios e perspectivas.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 38, n. 2, p. 325–340, 2021.

PAVELSKI, S. **Agricultura de precisão e digital: análise da promoção de políticas públicas no Médio e Alto Uruguai do RS.** 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SANTOS, A. P. dos; SOUZA, T. D. **Agricultura familiar e inovação: o papel das cooperativas no acesso à tecnologia.** Revista Extensão Rural, Santa Maria, n. 30, p. 45–61, jan./jun. 2021.

SOARES FILHO, C. V.; CUNHA, F. F. **Tecnologias e sustentabilidade no campo.** Revista Agropecuária, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 56–62, 2015.

VIEIRA, R. J. **Inovação tecnológica e sustentabilidade na agricultura: estudo em pequenas propriedades.** 2023. 98 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade do Contestado, Concórdia, SC.