



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – CAMPUS IX
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**VIABILIDADE DA AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA PEQUENOS
PRODUTORES RURAIS.**

JADER JOSÉ SANTOS DAS NEVES

Barreiras, BA, Brasil

Dezembro de 2023

Jader José Santos das Neves

**VIABILIDADE DA AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA PEQUENOS
PRODUTORES RURAIS.**

Trabalho de conclusão do curso de Graduação em Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Barreiras, BA, Brasil

Dezembro de 2023

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Departamento de Ciências Humanas - Campus IX

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**VIABILIDADE DA AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA PEQUENOS
PRODUTORES RURAIS.**

AUTOR: JADER JOSÉ SANTOS DAS NEVES

ORIENTADOR: Me. Ulderico Rios de Oliveira

Banca Examinadora:



Orientador: Me. Ulderico Rios de Oliveira.
(orientador)



Dr. Tadeu Cavalcante Reis
(examinador 1)



Dr. Joaquim Pedro Soares Neto
(examinador 2)

Data de realização 07 de dezembro de 2023

AGRADECIMENTOS

A Deus por me ajudar a superar todos os desafios e que sei que é só o começo. Agradeço a Ele por me permitir cursar engenharia agrônômica confirmando a vontade de meu coração e dos meus objetivos.

Agradeço a minha mãe Maria, que sempre esteve do meu lado, apoiando meus sonhos e planos de jornada, incentivando a nunca desistir e a caminhar, a todos meus familiares que estiveram mesmo longe, se fizeram perto, dando apoio em todas as dificuldades.

Aos meus professores, que estão comigo nessa jornada de aprendizado, sempre corrigindo, ensinando e apresentando novas possibilidades dentro da vida acadêmica e profissional, e que me ajudaram a concluir com o melhor desempenho possível o processo de formação profissional.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. METODOLOGIA.....	9
3. DESENVOLVIMENTO	10
3.1 Agricultura Familiar	10
3.2 Mecanização na Agricultura.....	11
3.3 Histórico da Agricultura de Precisão	13
3.4 Agricultura De Precisão	14
3.5 Taxa Variável.....	15
3.6 Uso da Agricultura de Precisão em pequenas propriedades.....	16
4. DISCUSSÃO	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
6. REFERENCIAS.....	21

RESUMO

A agricultura de precisão, um sistema de gestão agrícola, visa melhorar a eficiência econômica e ambiental. No entanto, pequenos agricultores carecem de orientação e estímulo para adotar tecnologias precisas em suas propriedades. Esta pesquisa concentrou-se em mostrar que essas tecnologias podem reduzir custos em pequenas propriedades rurais. A integração de ferramentas da agricultura de precisão permite ajustar a produção por meio da análise de dados gerados, facilitando decisões e promovendo uma gestão mais eficiente. Isso resulta em produção rentável, eficaz e sustentável. O uso dessas técnicas não só beneficia a propriedade rural, aumentando produtividade e lucro, mas também preserva o agroecossistema. É crucial destacar que a agricultura de precisão não se concentra apenas no lucro, mas também na preservação de recursos naturais. Além de melhorar a produção, ela contribui para a sustentabilidade ambiental a longo prazo. Portanto, incentivar e direcionar tecnologias de precisão para pequenos agricultores é essencial para melhorar a rentabilidade das propriedades e garantir a preservação ambiental. Esta pesquisa reforça a importância de tornar acessíveis e capacitar os pequenos produtores para adotar essas tecnologias, visando um desenvolvimento agrícola mais equitativo e sustentável.

Palavras chaves: Gerenciamento, pequenas propriedades, resultados, produtividade

ABSTRACT

Precision agriculture, a farming management system, aims to enhance both economic and environmental efficiency. However, small-scale farmers lack guidance and motivation to embrace precise technologies on their properties. This research focused on demonstrating how these technologies can cut costs in small rural holdings. Integrating precision agriculture tools allows for production adjustments through data analysis, aiding decision-making and fostering more effective management. This leads to profitable, efficient, and sustainable production. The use of these techniques not only benefits the rural property by increasing productivity and profits but also preserves the agroecosystem. It is crucial to note that precision agriculture isn't solely about profit but also about preserving natural resources. Beyond improving production, it contributes to long-term environmental sustainability. Hence, encouraging and guiding small-scale farmers in adopting precision technologies is crucial to improve property profitability and ensure environmental preservation. This research underscores the significance of making these technologies accessible and empowering small producers to embrace them, aiming for a more equitable and sustainable agricultural development.

Keywords: Management, small properties, outcomes, productivity

1. INTRODUÇÃO

A agricultura está em constante evolução, demandando dos produtores um nível cada vez mais alto de especialização, habilidades de gestão aprimoradas e uma abordagem profissional. Além de administradores, os produtores precisam se envolver diretamente na coleta de dados no campo, explorando e interagindo com as mais recentes técnicas e tomando decisões assertivas para o manejo eficaz das culturas. Essa dinâmica exige a obtenção de informações detalhadas sobre os múltiplos fatores de produção que impactam a lavoura, permitindo maximizar seu potencial de forma eficiente (ANTONONI et al., 2018).

A Agricultura de Precisão (AP) se posiciona como um conjunto vital de ferramentas capazes de aprimorar significativamente as práticas agrícolas, reduzindo incertezas no momento crucial da tomada de decisão. Seu crescimento exponencial tem sido impulsionado pelos avanços tecnológicos, especialmente com a liberação do uso civil de satélites para posicionamento global (GPS). Isso abriu portas para o setor agrícola, permitindo a adoção de ferramentas inovadoras, como a aplicação de insumos de forma variável, baseada no estudo da variabilidade espacial. Essa abordagem possibilita o manejo específico de áreas agrícolas de acordo com os fatores edafoclimáticos, substituindo a prática anterior de manejo homogêneo (MELO, 2015).

É essencial atender à demanda crescente por alimentos sem negligenciar os impactos no meio ambiente. As ações humanas podem acelerar o esgotamento dos recursos naturais, especialmente do solo e da água. É crucial adotar tecnologias que promovam a sustentabilidade na atividade agrícola. Nesse sentido, a Agricultura de Precisão (AP) busca otimizar a produtividade sem comprometer o equilíbrio ambiental, reduzindo significativamente o risco de impactos negativos. Essa abordagem visa extrair o máximo potencial produtivo da terra, respeitando os limites ecológicos e minimizando os efeitos adversos sobre o ambiente (PATROCÍNIO, 2013).

A Agricultura de Precisão está acima de apenas investimentos tecnológicos e maquinários agrícolas. É uma abordagem que visa gerenciar integralmente a área cultivável, com o objetivo de aumentar a produção e otimizar o uso dos recursos naturais. Isso se traduz em benefícios para o produtor rural, gerando maior rendimento

em suas colheitas e, por conseguinte, contribuindo para o suprimento das crescentes demandas globais por alimentos (VIDAL, 2016).

Neste cenário, a adoção das técnicas da Agricultura de Precisão enfrenta sérias limitações devido aos custos elevados tanto na aquisição dos equipamentos quanto na implantação do sistema. Esses altos custos têm como uma de suas principais consequências a restrição do acesso a essa tecnologia por pequenas propriedades, especialmente aquelas inseridas na agricultura familiar.

É crucial adaptar e simplificar os processos da Agricultura de Precisão para atender às realidades das pequenas propriedades, priorizando soluções práticas e acessíveis. A geração manual de mapas de produtividade e análise de atributos do solo pode ser uma alternativa viável e econômica para os agricultores familiares, permitindo a tomada de decisões mais informadas sobre o manejo da terra e a aplicação de insumos (KNOB, 2006).

A Agricultura de Precisão é fundamentada em um conjunto de técnicas que utilizam informações georreferenciadas da área para explorar a variabilidade do terreno, especialmente os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Esse enfoque permite otimizar a aplicação de insumos na lavoura, com o intuito de reduzir custos e minimizar os impactos ambientais. A análise da variabilidade espacial é crucial para embasar decisões precisas quanto à aplicação localizada de insumos, garantindo dosagens adequadas (PETILIO, 2007; MOLIN et al., 2015).

Investigar a aplicabilidade da Agricultura de Precisão entre os pequenos produtores é crucial para promover a inclusão e democratização das tecnologias agrícolas avançadas. Ao entender as possibilidades e limitações dessas ferramentas em contextos de agricultura familiar, é possível criar estratégias e recomendações que permitam aproveitar ao máximo essas inovações, otimizando a produção e aumentando a sustentabilidade das propriedades menores na região Oeste da Bahia.

O objetivo é compreender melhor como essas tecnologias, frequentemente associadas aos grandes empreendimentos, podem ser adaptadas e aplicadas de forma eficaz nas pequenas propriedades rurais, auxiliando no gerenciamento e na tomada de decisões.

2. MÉTODOLOGIA

A revisão bibliográfica para investigar a aplicabilidade da Agricultura de Precisão em pequenas propriedades seguiu um processo estruturado em várias etapas. Primeiramente, houve a definição clara dos objetivos, identificando os temas essenciais ligados a essa prática específica.

A busca por informações relevantes foi conduzida por meio da seleção criteriosa de fontes confiáveis, incluindo artigos científicos, teses, dissertações e documentos do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), acessados por plataformas como o Google Scholar.

A estratégia de busca utilizou termos-chave específicos para direcionar a obtenção de materiais relacionados ao tema, garantindo a inclusão de recursos atualizados e pertinentes ao escopo da pesquisa.

Após a obtenção dos materiais, houve uma análise cuidadosa para avaliar a relevância, qualidade e contribuição para os objetivos da revisão. Isso incluiu a eliminação de duplicatas e a identificação dos materiais mais pertinentes ao estudo.

Os resultados foram sintetizados e organizados para destacar as convergências, divergências e lacunas no conhecimento existente sobre a Agricultura de Precisão em pequenas propriedades. Isso permitiu uma compreensão mais aprofundada das informações encontradas.

Por fim, a redação da revisão seguiu uma estrutura lógica, baseada nos resultados da análise bibliográfica. Foi possível destacar as conclusões essenciais sobre a viabilidade e os benefícios da Agricultura de Precisão para os pequenos produtores, embasadas nas evidências encontradas durante a revisão.

Essa metodologia estruturada permitiu um embasamento teórico robusto para discutir de forma consistente e fundamentada a aplicação da Agricultura de Precisão em pequenas propriedades.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Agricultura Familiar

No contexto do Bioma Cerrado, torna-se premente a compreensão do conceito de agricultura familiar e suas especificidades. No Brasil, o termo "pequeno produtor rural" encontra sua definição no escopo da legislação ambiental, notadamente na Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012, que regula a proteção e preservação do referido bioma. Consoante essa legislação, os pequenos produtores rurais no Bioma Cerrado são aqueles que detêm uma gleba rural com dimensões não excedentes a 50 hectares, sendo seu cultivo primariamente amparado pelo labor pessoal e familiar, admitindo-se eventual auxílio de terceiros. Adicionalmente, é estipulado que ao menos 80% de sua receita bruta derive de atividades relacionadas à agricultura, pecuária, silvicultura ou extrativismo rural (BRASIL, 2006; DORNELES, 2019).

Os critérios específicos para a classificação de pequenos produtores rurais no Bioma Cerrado abrangem a não-detenção de uma área superior a quatro módulos fiscais, conforme disposto na Lei nº 12.727/2012, bem como a preponderância da mão de obra familiar nas atividades econômicas (BRASIL, 2006).

É importante notar que a agricultura familiar desempenha um papel de destaque na economia do Bioma Cerrado, com aproximadamente 30% das terras sob sua titularidade, contribuindo significativamente, com cerca de 40% da produção agrícola na região (SILVA, 2009).

No Cerrado, a agricultura familiar se distingue pela produção diversificada, abrangendo culturas de grãos, frutas, produção de carne e leite, destacando-se como peça-chave na conservação e preservação do bioma. Os agricultores familiares adotam práticas agrícolas sustentáveis, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e a preservação dos recursos naturais.

De acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), a agricultura familiar no Cerrado é caracterizada por três elementos centrais:

A gestão da unidade produtiva é conduzida por indivíduos com laços familiares.

A maioria do trabalho provém dos membros da família.

A propriedade dos meios de produção, excetuando frequentemente a terra, é de titularidade familiar (INCRA, 1995).

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), de abrangência nacional e vigente no Cerrado, desempenha um papel crucial na promoção do desenvolvimento econômico local e sustentável, apoiando as atividades rurais dos agricultores familiares.

O PRONAF viabiliza o acesso a crédito em condições vantajosas, englobando taxas de juros reduzidas, seguros agrícolas e outras políticas como o Programa Fome Zero e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Além disso, o programa fomenta a assistência técnica, estabelece linhas de financiamento específicas, como o PRONAF Mulher e o PRONAF Jovem, e facilita a inserção dos agricultores familiares no mercado (CARVALHO, 2013).

A efetiva integração de políticas públicas com enfoques sociais, econômicos, tecnológicos e complementares desempenha um papel preponderante no desenvolvimento rural do Cerrado, uma das regiões de maior importância no contexto da produção agrícola brasileira. A implementação bem-sucedida dessas políticas públicas representa um pilar fundamental para o suporte aos pequenos produtores rurais e a promoção do crescimento sustentável na agricultura do Bioma Cerrado.

3.2 Mecanização na Agricultura

Na realidade agrícola brasileira, a contínua expansão das áreas cultivadas desempenha um papel crucial. Estimativas sugerem que a taxa de incorporação de novas terras para atividades agrícolas persistirá em torno de 250 hectares por hora, um ritmo que provavelmente se manterá pelos próximos dez anos. Esse cenário nos levará a um ponto próximo do limite de exploração agrícola em novas áreas (KNOB, 2006).

Para atender a essa demanda crescente, é imprescindível introduzir no setor agrícola um acréscimo de 140 cavalos de potência em tratores, 15 linhas de semeadura e meia colhedora de tamanho médio (200 a 250 cv) a cada hora áreas (KNOB, 2006).

A indústria agrícola considera esses números como metas para suas vendas internas, levando em conta também a necessidade de renovar a frota, seja devido ao sucateamento ou à obsolescência tecnológica.

De acordo com dados da (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA – (2002), em 1999, o Brasil possuía uma frota estimada de

450.000 tratores de rodas e 48.000 colhedoras. As vendas nesse período resultaram em uma renovação de 18,7% da frota de tratores de rodas e 26,4% das colhedoras. Considerando a necessidade de atualizar os números das frotas, o (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA – (2002) estabeleceu que máquinas com 17 anos de uso deveriam ser consideradas sucateadas. Portanto, em 2002, o país não deveria ter mais do que 415 mil tratores e cerca de 56 mil colhedoras. A idade média da frota foi calculada em 9,6 anos, um ano a menos do que em 1999. Com base nesse cenário, a necessidade anual de reposição de máquinas sucateadas seria, em média, de 26.675 tratores e 3.415 colhedoras.

Em um cenário alternativo, considerando uma vida útil de 10 anos para tratores e 15 anos para colhedoras, o estudo concluiu que cerca de 50% da frota de tratores estava operando além da vida útil de 10 anos, enquanto para as colhedoras, a situação era mais favorável, com aproximadamente 10% da frota excedendo a vida útil assumida.

Esses números evidenciam a existência de espaço para expansão do mercado agrícola no Brasil, decorrente da defasagem da frota nacional em relação a outros países produtores agrícolas, da idade média das frotas e da disponibilidade de terras que podem ser incorporadas ao processo produtivo, estimadas em 90 milhões de hectares.

Analisando os dados, em 1999, o Brasil apresentava uma relação de aproximadamente 1 trator para cada 118 hectares e 1 colhedora para cada 1.108 hectares. Em contrapartida, os Estados Unidos ostentavam uma relação de 1 trator para cada 37 hectares e 1 colhedora para cada 266 hectares. Embora o Brasil seja o segundo maior país em extensão de terras mecanizáveis, possui apenas a quarta maior frota mundial de tratores. Seus índices de mecanização em relação aos tratores podem ser comparáveis aos da Argentina, mas ainda apresentam um elevado número de hectares por colhedora, quase o dobro em relação ao país vizinho. Essa discrepância pode ser parcialmente atribuída às características regionais de colonização, que incluem pequenas propriedades e uma agricultura mecanizada predominante, especialmente no estado do Rio Grande do Sul, onde os índices de mecanização para tratores e colhedoras se assemelham aos padrões europeus e a países como Estados Unidos e Canadá (KNOB, 2006).

A demanda por maquinaria agrícola moderna e eficiente também está ligada ao aumento da produção de alimentos. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de commodities agrícolas, como soja, milho e carne bovina (CONAB, 2013). A expansão das áreas de cultivo, aliada à necessidade de maior produtividade, reforça a importância de máquinas agrícolas de alto desempenho.

O mercado de máquinas agrícolas no Brasil está em constante crescimento. Em 2023, as vendas de tratores, colheitadeiras e outros equipamentos agrícolas devem atingir 86,4 mil unidades, um aumento de 22% em relação a 2022.

Esse crescimento é impulsionado por uma série de fatores, incluindo:

Expansão das áreas cultivadas: o Brasil possui um grande potencial de expansão das áreas cultivadas, especialmente na região amazônica.

Aumento da produtividade agrícola: os produtores brasileiros estão buscando aumentar a produtividade agrícola para atender à demanda crescente por alimentos.

Adoção de tecnologias de agricultura de precisão: as tecnologias de agricultura de precisão, como o GPS e o mapeamento de solo, permitem aos produtores melhorarem a eficiência das operações agrícolas (BERNARDI, 2014).

Demanda por produtos agrícolas mais sustentáveis: os consumidores estão cada vez mais preocupados com a sustentabilidade da produção agrícola.

Apesar do crescimento do mercado, o Brasil ainda apresenta um déficit de mecanização agrícola. De acordo com dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a relação entre tratores e hectares cultivados é de 1 para 118, enquanto nos Estados Unidos é de 1 para 37.

Esse déficit é maior em regiões com agricultura familiar, onde os produtores têm dificuldade de acesso a financiamento para aquisição de máquinas e equipamentos.

3.3 Histórico da Agricultura de Precisão

A Agricultura de Precisão (AP) desempenha um papel significativo na modernização da agricultura brasileira, sendo introduzida no país nos anos 1990. A evolução constante dessa abordagem é impulsionada por avanços tecnológicos e pela crescente busca por eficiência na produção agrícola (VIDAL et al., 2016).

Os marcos históricos da AP no Brasil revelam seu progresso ao longo do tempo. A introdução inicial da tecnologia na década de 1990 marcou um período de

transformação, com a adoção pioneira de sistemas como GPS, sensores e sistemas de informações geográficas (GIS) para otimização das práticas agrícolas (MOLIN, 2015).

Subsequentemente, eventos como o Simpósio de Agricultura de Precisão em 1996 e o surgimento de prestadores de serviços em AP em 1998 demonstraram o crescente interesse e aceitação da tecnologia no setor (VIDAL et al., 2016).

A realização do primeiro Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão em 2004 fortaleceu a pesquisa e a aplicação prática da AP no Brasil. A fundação da Associação Brasileira de Agricultura de Precisão (AsBraAP) em 2010 promoveu a regulamentação e troca de experiências na área (AsBraAP, 2021).

Em 2012, a criação da Comissão de Agricultura de Precisão no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) formalizou o reconhecimento governamental da AP como elemento essencial na agricultura brasileira. Nos anos seguintes, a criação da Associação Brasileira dos Prestadores de Serviços em Agricultura de Precisão e da Coordenação de Acompanhamento e Promoção da Tecnologia Agropecuária (CAPTA) e do Departamento de Propriedade Intelectual e Tecnologia da Agropecuária (DEPTA) pelo MAPA fortaleceram ainda mais o compromisso com a inovação tecnológica na agricultura (MAPA, 2013).

As tecnologias-chave da AP no Brasil abrangem o uso preciso de Sistemas de Posicionamento Global (GPS) para mapeamento e monitoramento detalhado das operações agrícolas. A captura de dados por meio de sensores remotos, como imagens de satélite, fornece informações valiosas sobre vegetação, solo e condições climáticas. A utilização de Sistemas de Informações Georreferenciadas (GIS) facilita a análise espacial de dados agrícolas, enquanto softwares especializados permitem a interpretação dos dados coletados, embasando ações precisas (LIMA, 2023).

3.4 Agricultura De Precisão

A Agricultura de Precisão, de acordo com a Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC), desempenha um papel crucial na otimização da eficiência operacional e na minimização de perdas na atividade agrícola. Esta abordagem emprega um conjunto abrangente de ferramentas e dispositivos altamente especializados, visando à obtenção de informações georreferenciadas de elevada precisão. Tais informações englobam aspectos essenciais, como a gestão da

irrigação, a análise das propriedades físicas e químicas do solo, bem como a determinação precisa da necessidade de aplicação de defensivos agrícolas. É relevante observar que a relevância e aplicabilidade desses dados georreferenciados são diretamente proporcionais ao grau de subdivisão e detalhamento da propriedade rural (AGEITEC, 2022).

Nesse contexto, a agricultura de precisão é profundamente dependente de sistemas de posicionamento global (GNSS) e sensores altamente sofisticados, e imagens de satélite de alta resolução (LIMA, 2023). Esses dispositivos de coleta de dados proporcionam uma riqueza de informações que, quando devidamente processadas e analisadas, permitem uma compreensão mais aprofundada e precisa das variáveis que afetam a produção agrícola. A análise desses dados, muitas vezes conduzida por meio de algoritmos de aprendizado de máquina e técnicas de geoprocessamento, viabiliza a identificação de áreas de manejo específicas (Zonas de Manejo) dentro da propriedade. Essas Zonas de Manejo são caracterizadas por suas necessidades agrônômicas únicas, permitindo a personalização das práticas de manejo, como a aplicação de insumos, irrigação, e até mesmo a seleção de culturas mais adequadas (MOLIN, 2015).

Além disso, a Agricultura de Precisão também tem uma relevância significativa na gestão ambiental e na sustentabilidade agrícola. Através da coleta e análise detalhada de dados georreferenciados, os produtores podem adotar práticas de cultivo mais sustentáveis, minimizando o desperdício de recursos naturais, reduzindo o uso de produtos químicos e otimizando a eficiência do uso de água. Isso não apenas melhora a produtividade, mas também contribui para a preservação do meio ambiente e a conformidade com regulamentações ambientais cada vez mais rigorosas.

Em suma, a Agricultura de Precisão é uma abordagem altamente tecnológica e personalizada para a gestão de propriedades rurais, permitindo que os agricultores tomem decisões informadas e baseadas em dados para maximizar a eficiência e a sustentabilidade de suas operações agrícolas.

3.5 Taxa Variável

A Agricultura de Precisão (AP) tem como objetivo promover um tratamento personalizado e específico em áreas menores, reconhecendo e considerando as variações tanto espaciais quanto temporais do solo, em contraste com abordagens

baseadas na média. Isso é alcançado por meio da utilização da tecnologia conhecida como VRT (Taxa Variável), permitindo o manejo preciso e localizado na aplicação de insumos (LIMA, 2023).

Esse método de distribuição de insumos possibilita economias significativas e um aumento substancial na produtividade agrícola. A capacidade de aplicar os recursos de forma direcionada e adaptada às necessidades específicas de cada área contribui para otimizar o uso de insumos, reduzindo desperdícios e maximizando os rendimentos das culturas.

3.6 Uso da Agricultura de Precisão em pequenas propriedades.

A agricultura de precisão representa uma abordagem inovadora na gestão agrícola, combinando tecnologia avançada, análise de dados e práticas personalizadas. Apesar de ser frequentemente associada a grandes propriedades, seus benefícios são igualmente relevantes para os pequenos produtores rurais, oferecendo soluções adaptáveis e escaláveis para suas realidades (LAMB, 2017).

Os desafios enfrentados pelos pequenos produtores, como áreas limitadas de cultivo e recursos financeiros restritos, encontram respostas na agricultura de precisão. O uso de drones equipados com sensores, por exemplo, possibilita avaliações precisas mesmo em áreas menores, oferecendo dados detalhados sobre saúde das plantas e características do solo (GEBBERS & ADAMCHUK, 2010).

Uma das vantagens principais para os pequenos produtores é a otimização de recursos. A análise de dados e o mapeamento preciso permitem a aplicação direcionada de insumos, como fertilizantes e defensivos agrícolas, evitando desperdícios e reduzindo custos operacionais (PANSELL ET AL., 2001).

Agricultura de precisão capacita os pequenos agricultores com informações detalhadas e em tempo real sobre suas plantações. Softwares e aplicativos específicos permitem a análise de dados sobre saúde das plantas, previsões climáticas e padrões de crescimento, facilitando a tomada de decisões mais informadas (SRINIVASAN ET AL., 2010).

O avanço tecnológico trouxe uma variedade de ferramentas acessíveis aos pequenos produtores, como sensores portáteis, aplicativos móveis e sistemas de monitoramento remoto, viabilizando a adoção de práticas de agricultura de precisão, mesmo com recursos limitados (LOWENBERG-DEBOER ET AL., 2006).

Estudos demonstram que a implementação da agricultura de precisão resulta em aumentos significativos na produtividade, redução de custos operacionais e minimização do impacto ambiental para pequenos agricultores (WHELAN ET AL., 2010). Esses resultados tangíveis ressaltam a importância e viabilidade da agricultura de precisão, independentemente do tamanho da propriedade.

4. DISCUSSÃO

A Agricultura de Precisão (AP) tem evoluído consideravelmente, trazendo inovações significativas para pequenas propriedades agrícolas. O avanço tecnológico nesse campo tem sido notável, especialmente no que diz respeito ao uso de drones equipados com sensores avançados.

Os estudos de Vidal et al. (2016) e Knob (2006) ressaltaram como a AP, ao aplicar técnicas específicas de análise do solo e adubação diferenciada, resultou em aumentos significativos na produtividade. Isso destacou a importância do manejo personalizado para diferentes áreas da propriedade, enfatizando a necessidade de estratégias específicas para otimizar os recursos.

Além disso, avanços recentes introduziram a integração de sensores portáteis e dispositivos de monitoramento contínuo. Esses sistemas permitem a avaliação instantânea das condições do solo, incluindo umidade, pH e teor de nutrientes. Essa abordagem possibilita ajustes imediatos nas práticas agrícolas, adaptando-se às variações ambientais em tempo real.

Os estudos de Chicati et al. (2014), Oliveira et al. (2008) e Melo (2015) reforçaram a relevância do mapeamento de fertilidade do solo e malhas de amostragem para reduzir custos com insumos e otimizar a aplicação de fertilizantes. Essa abordagem baseada em dados se mostra crucial para maximizar a eficiência dos recursos em pequenas propriedades.

Além disso, o estudo de Scheramm e Gebler (2011) destacou a acessibilidade das ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) na AP, reduzindo barreiras de custo e ampliando o acesso a tecnologias avançadas para gestão agrícola, mesmo em propriedades menores.

Avanços recentes, como o uso de algoritmos avançados e softwares especializados na interpretação de dados, permitiram a geração de recomendações altamente personalizadas. Essa abordagem mais precisa significa que cada parte da terra pode receber exatamente os insumos necessários, minimizando custos e maximizando rendimentos.

Esses avanços não apenas demonstram uma revolução na forma como a agricultura é conduzida, mas também apontam para um futuro promissor. À medida que essas inovações se tornam mais acessíveis e integradas, a AP se consolida como

uma ferramenta indispensável para o sucesso das pequenas propriedades agrícolas, promovendo uma agricultura mais eficiente, rentável e sustentável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Agricultura de Precisão e suas técnicas de gerenciamento, podem e devem ser aplicadas em pequenas propriedades rurais, tendo como vantagens a redução de riscos, redução dos custos, sustentabilidade e rastreabilidade, tudo para uma tomada de decisão mais rápida e assertiva, potencializando a produtividade e os ganhos dos pequenos produtores.

6. REFERENCIAS

AGEITEC: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF, [2022]. Árvore do conhecimento cana-de-Açúcar. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-decucar/arvore/CONTAG01_72_711200516717.HTML>. Acesso em: 07 nov. 2023

ANTONINI, Rafael Cippolat et al. Adoção e uso da agricultura de precisão na região das missões do Rio Grande do Sul. **HOLOS**, v. 4, p. 106-121, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO E DIGITAL (AsBraAP). Asbraap.org. Disponível em: <https://asbraap.org/>. Acesso em: 07 nov. 2023.

BERNARDI, AC de C.; INAMASU, Ricardo Y. Adoção da agricultura de precisão no Brasil. 2014.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm>. Acesso em: 07 nov. 2023

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. PIB do agronegócio CNA/CEPEA-USP. 2002. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 07 nov. 2023

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: Nono levantamento, junho 2013 – safra 2012/2013. : Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2013.

CHICATI, Marcelo Luiz et al. APLICAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA ELABORAÇÃO DE MAPAS DE FERTILIDADE PARA A REGIÃO OESTE DA BAHIA. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 01, 2014.

DE CARVALHO, Diana Mendonça. TRAJETÓRIAS DO PRONAF EM SERGIPE: Desenvolvimento e Transformações Socioespaciais. Revista GeoNordeste, n. 3, 2013.

DE CARVALHO, André Mundstock Xavier. Rochagem: um novo desafio para o manejo sustentável da fertilidade do solo. SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÕES NO CAMPO, p. 117, 2013.

DORNELES, Gabriela Bortolás. Importância da implantação de linhas de crédito rural direcionada aos pequenos produtores do município de Alegrete/RS: uma pesquisa de campo. 2019.

Embrapa Uva e Vinho-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 8., 2011, Bento Gonçalves. Anais... Florianópolis: UFSC; Pelotas: UFPel, 2011., 2011

Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2010). Precision agriculture and food security. Science, 327(5967), 828-831.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRARIA (INCRA). Agricultura Familiar. Brasília: 1995. Disponível em: . Acesso em: 09 de março de 2022.
Iverson LR, Risser PG. Analyzing long-term changes in vegetation with geographic information system and remotely sensed data. Advance Space Research. 1987;7(11):194– 194

KNOB, M. J. Aplicação de técnicas de agricultura de precisão em pequenas propriedades. 2006. 129 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7486/MARCELINO%20KNOB.PDF>>. Acesso em: 07 nov. 2023.

Lamb, D. W. (2017). Precision agriculture technologies for small-scale farming systems in developing countries. *Precision Agriculture*, 18(5), 593-611.

LIMA, Jadson Passos. Uso das técnicas da agricultura de precisão em pequenas propriedades rurais. 2023.

Lowenberg-DeBoer, J., et al. (2006). Precision agriculture for development. *Agricultural Systems*, 89(2-3), 348-355.

MAPA, Agricultura de precisão. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013. 36 p.

MELO, Bruno Manoel Rezende de. Técnicas de agricultura de precisão para avaliação da variabilidade de solo e do cafeeiro em pequenas propriedades do sul de Minas Gerais. 2015.

MOLIN, José Paulo; DO AMARAL, Lucas Rios; COLAÇO, André. **Agricultura de precisão**. Oficina de textos, 2015.

Pannell, D. J., et al. (2001). The economics of precision agriculture. *Precision Agriculture*, 2(2), 123-154.

PATROCÍNIO, Eliane Estábile do. Agricultura de precisão como uma ferramenta na redução de custo no cultivo de soja: um estudo de caso na Fazenda Santa Maria. 2013.

PETILIO, Alexandre et al. Um breve estudo da viabilidade de aplicação de técnicas de agricultura de precisão. **Revista científica eletrônica de agronomia**, v. 11, n. 6, 2007.

SILVA, FABIO CESAR DA SILVA et al. (Ed.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro:

Embrapa Solos, 2009. Disponível em:
<<https://livimagebs.sct.embrapa.br/amostras/00083136.pdf>>. Acesso em 07 nov. 2023

SCHRAMMEL, Bruna M.; GEBLER, Luciano. Utilização de ferramentas de SIG para agricultura de precisão no planejamento ambiental de uma pequena propriedade rural produtora de maçãs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 8., 2011, Bento Gonçalves. Anais... Florianópolis: UFSC; Pelotas: UFPel, 2011.,2011.

Srinivasan, A., et al. (2010). Applications of remote sensing in agriculture. *Advances in Agronomy*, 107, 173-214.

VIDAL, LEONICE RAQUEL et al. Aplicação de técnicas de agricultura de precisão em áreas do cultivo do fumo na agricultura familiar. 2016. Disponível em: . Acesso em 07 nov. 2023

Whelan, B. M., et al. (2010). The economic impact of precision agriculture. *Precision Agriculture*, 11(2), 155-169.