

VOLUME 14

N. 2
2024



REVISTA

agro em questão

**Sustentabilidade e
Agricultura de Precisão:
Impactos positivos no
ambiente decorrentes da
adoção de determinadas
práticas**



**Faculdade
CNA**



Sustentabilidade e Agricultura de Precisão: impactos positivos no ambiente decorrentes da adoção de determinadas práticas

Cláudio Ferreira da Silva ¹

Paloma de Souza Machado²

Raissa Macedo Lacerda Osorio³

RESUMO

A Agricultura de Precisão (AP) surge como uma abordagem tecnológica inovadora que transforma a gestão dos recursos no agronegócio, visando aumentar a produtividade e promover a sustentabilidade ambiental. Este estudo qualitativo, exploratório e descritivo, realizado na região de Maceió/AL, investiga o impacto positivo da AP na cadeia produtiva da cana-de-açúcar, com base em entrevistas a produtores rurais, consultores agrícolas e representantes da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). A pesquisa, realizada por meio de questionários semiestruturados, busca identificar os benefícios da AP, como a maior eficiência no uso de insumos e a redução de impactos ambientais, além de discutir os desafios e expectativas para sua adoção futura. A coleta de dados ocorreu entre julho e agosto de 2024, tendo sido realizada a partir de entrevistas presenciais ou telefônicas, e por formulários on-line, a depender da disponibilidade dos participantes. O estudo também sugere políticas públicas e iniciativas que possam apoiar a disseminação das tecnologias de AP, visando ao fortalecimento do agronegócio brasileiro como setor inovador e sustentável.

Palavras-chave: agricultura; precisão; impacto; sustentabilidade.

¹ Discente de Gestão do Agronegócio da Faculdade CNA. E-mail: adm.claudioferreira@gmail.com

² Discente de Processos Gerenciais da Faculdade CNA. E-mail: lomamachado12@hotmail.com

³ Docente da Faculdade CNA. E-mail: raissaosorio90@gmail.com



ABSTRACT

Precision Agriculture (AP) emerges as an innovative technological approach that transforms resource management in agribusiness, aiming to increase productivity and promote environmental sustainability. This qualitative, exploratory and descriptive study, carried out in the region of Maceió/AL, investigates the positive impact of AP on the sugarcane production chain, based on interviews with rural producers, agricultural consultants and representatives of the Confederation of Agriculture and Livestock of Brazil (CNA). The research, carried out using semi-structured questionnaires, seeks to identify the benefits of PA, such as greater efficiency in the use of inputs and the reduction of environmental impacts, in addition to discussing the challenges and expectations for its future adoption. Data collection took place between July and August 2024, and was carried out through face-to-face or telephone interviews, and through online forms, depending on the availability of participants. The study also suggests public policies and initiatives that can support the dissemination of AP technologies, aiming to strengthen Brazilian agribusiness as an innovative and sustainable sector.

Key words: agriculture; precision; impact; sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é amplamente reconhecida como um dos pilares centrais da economia brasileira, desempenhando um papel crucial na geração de renda e empregos, bem como na balança comercial do país. No entanto, diante dos desafios globais de segurança alimentar e sustentabilidade, o setor agrícola tem enfrentado pressões crescentes para adotar práticas mais produtivas e sustentáveis (Gardner *et al.*, 2021; CONAB, 2023).

Nesse contexto, a Agricultura de Precisão (AP) surge como uma abordagem tecnológica avançada, que integra dados e ferramentas digitais para otimizar a utilização dos recursos agrícolas e reduzir o impacto ambiental (Zhao *et al.*, 2020). A AP, ao fazer uso de tecnologias como sensoriamento remoto, sistemas de geolocalização e análise de dados, possibilita uma gestão mais eficiente de insumos e recursos naturais, promovendo um sistema agrícola mais sustentável (Balafoutis *et al.*, 2017).

A presente pesquisa busca explorar o impacto positivo da Agricultura de Precisão na sustentabilidade ambiental, no contexto brasileiro. Estudos apontam que a adoção dessas



tecnologias contribui para a diminuição do uso excessivo de insumos, como fertilizantes e pesticidas, e para a redução dos impactos negativos ao meio ambiente, como poluição de solos e recursos hídricos (Bassi *et al.*, 2019). Ao promover uma gestão racional e localizada dos insumos, a AP não apenas eleva a produtividade, mas também facilita o manejo sustentável das áreas agrícolas (Schiebener *et al.*, 2022).

A relevância desse estudo reside no papel fundamental do agronegócio para a economia brasileira, setor que, segundo dados recentes, responde por cerca de 25% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil (CEPEA, 2023). Em face aos desafios ambientais e econômicos, é imperativo que o agronegócio brasileiro adote práticas que conciliem a necessidade de produção intensiva com a conservação ambiental (Oliveira *et al.*, 2021). A Agricultura de Precisão se destaca ao permitir uma resposta estratégica às variabilidades do campo, proporcionando soluções concretas para os dilemas de produtividade e preservação ambiental (Cooke *et al.*, 2021).

O objetivo deste estudo é analisar os benefícios específicos da adoção de práticas de Agricultura de Precisão para atores-chave, como produtores rurais, consultores e representantes institucionais, na cadeia produtiva de cana-de-açúcar na região de Maceió, Alagoas. Com essa abordagem, espera-se contribuir para a formulação de estratégias mais eficazes que promovam a difusão dessas tecnologias, consolidando o agronegócio brasileiro enquanto um setor inovador e sustentável.

2. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa. A escolha dessa metodologia permite uma compreensão aprofundada das percepções e práticas dos stakeholders envolvidos na agricultura de precisão na região. A coleta de dados foi realizada por meio de questionário semiestruturado, que combina perguntas abertas e fechadas. Essa abordagem possibilita a obtenção de respostas detalhadas, ao mesmo tempo em que permite comparações entre os diferentes grupos de stakeholders.

O público-alvo da pesquisa inclui três grupos principais de *stakeholders*, a saber: i) produtores rurais (agricultores que já utilizam ou têm interesse em adotar técnicas de agricultura de precisão); ii) consultores agrícolas (profissionais que atuam na consultoria de práticas agrícolas e tecnologias de precisão); iii) Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA (representantes da CNA, que têm uma visão mais ampla sobre as políticas e



desafios enfrentados pelo setor agrícola em Alagoas. A amostra foi selecionada de forma intencional, com o objetivo de garantir a representatividade em termos de diversidade de perfis. No total, foram realizadas 8 (oito) entrevistas, sendo 1 (um) produtor rural, 3 (três) representantes da CNA e 4 consultores agrícolas.

A coleta de dados foi realizada entre julho e agosto de 2024, utilizando diferentes modos de aplicação para garantir maior alcance e adesão dos participantes: a) presencial - quando possível, para produtores rurais, em suas propriedades ou em eventos agrícolas locais; b) online ou telefônico (para consultores agrícolas e representantes da CNA, em função da disponibilidade e localização).

O questionário foi estruturado em seções, e abordou os seguintes temas: i) conhecimento e utilização de tecnologias de agricultura de precisão; ii) percepções sobre os benefícios e desafios da adoção dessas tecnologias; iii) expectativas em relação ao futuro da agricultura de precisão na região; iv) sugestões para políticas públicas ou iniciativas de apoio à disseminação da agricultura de precisão.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A Agricultura de Precisão (AP) representa um avanço significativo no manejo agrícola, utilizando tecnologias para otimizar a produção e reduzir impactos ambientais. Seu histórico remonta ao início do século XX, quando começaram a ser realizados os primeiros estudos sobre manejo localizado nas lavouras. Ao longo das décadas, com o desenvolvimento de tecnologias como o sensoriamento remoto, o GPS e o geoprocessamento, a AP passou a permitir o monitoramento detalhado das áreas agrícolas, favorecendo uma gestão mais eficiente dos recursos. Com o tempo, ela se consolidou como uma ferramenta essencial para a maximização dos rendimentos das culturas e a redução do uso de insumos, o que contribui para a sustentabilidade e a melhoria da produtividade agrícola.

No contexto regional, a produção agrícola de Maceió e do estado de Alagoas tem ganhado destaque no cenário nacional, com a contribuição significativa para o agronegócio brasileiro. A região apresenta características peculiares, com um perfil de produtores que, em sua maioria, adotam práticas diversificadas e investem em tecnologias para otimizar a produção. Os dados sobre a produção agrícola local revelam números expressivos, que refletem a importância do estado no abastecimento de produtos como cana-de-açúcar, milho e leite, que são fundamentais para a economia local e para a cadeia produtiva nacional. Esses dados, combinados com o histórico e os conceitos da Agricultura de Precisão, mostram como a tecnologia pode impulsionar ainda mais o potencial da produção alagoana no cenário agropecuário nacional.



3.1 Agricultura de precisão: histórico e conceitos

A aplicação eficiente de insumos nas lavouras, com base em um manejo localizado, começou a ser destacada ainda no início do século XX. Molin (2015) observa que, na década de 1980, o avanço da agricultura de precisão se tornou mais evidente, com o uso crescente de tecnologias para otimizar a produção. Na Europa, o foco foi na utilização de mapas de produtividade, enquanto nos Estados Unidos, surgiram técnicas de adubação automatizada e variável, que permitiram um controle mais preciso dos insumos e contribuíram para a melhoria dos resultados agrícolas.

Um marco crucial para a expansão da AP foi a disponibilidade do GPS (do inglês, *Global Positioning System*; em tradução livre, Sistema de Posicionamento Global) em 1990, que possibilitou um mapeamento preciso das propriedades e uma aplicação exata dos insumos em diferentes partes do campo. No Brasil, a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), define a AP como um “conjunto de ferramentas e tecnologias aplicadas para permitir um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variabilidade espacial e temporal da unidade produtiva, visando ao aumento de retorno econômico e à redução do impacto ao ambiente” (Brasil, 2014, p.6). Na prática, isso significa que os insumos são aplicados de maneira diferenciada em cada ponto do terreno, com base em um mapeamento detalhado do solo e da área, aumentando a eficiência e a sustentabilidade.

A agricultura de precisão permite que até pequenos produtores possam operar em larga escala a partir de dados precisos, aplicando insumos em quantidades exatas para cada local específico. Essa tecnologia, que no Brasil é conhecida como Agricultura de Precisão, tem como principal objetivo garantir uma aplicação assertiva dos insumos agrícolas, ou seja, no lugar exato e na dosagem correta, com base em informações detalhadas de cada metro da propriedade, o que possibilita um gerenciamento localizado e específico.

O manejo agrícola convencional, muitas vezes, adota uma abordagem que trata grandes áreas como homogêneas, aplicando insumos de maneira uniforme, o que gera uma produtividade desigual. Capelli (1999) destaca que essa prática não leva em conta a variabilidade das necessidades específicas de cada região do campo. Por outro lado, a agricultura de precisão (AP) permite um manejo mais eficiente e detalhado, ajustando a



quantidade e a formulação dos insumos conforme as características de cada setor da lavoura, otimizando os recursos e maximizando os resultados produtivos.

A agricultura de precisão destaca-se por integrar diversas tecnologias que promovem o manejo sustentável e eficiente das áreas produtivas. Rocha e Lamparelli (1998), conforme citado por Orlando *et al.* (1999), explicam que essa abordagem, também conhecida como “agricultura de prescrição”, “manejo de sítios específicos” ou “tecnologia de taxa variável”, faz uso de ferramentas como o sensoriamento remoto, o GPS e o geoprocessamento. Essas tecnologias permitem subdividir as áreas em pequenas frações homogêneas, possibilitando o monitoramento detalhado das variações temporais e espaciais, o que resulta em um manejo mais eficiente, maximizando o rendimento das culturas e minimizando os impactos ambientais, como poluição e degradação do solo.

A Agricultura de Precisão no Brasil tem evoluído rapidamente, impulsionada pelo avanço tecnológico e pelo suporte de ferramentas como o GPS, o sensoriamento remoto e o geoprocessamento. Esse sistema, inspirado em práticas de países tecnologicamente avançados, permite aos produtores, grandes e pequenos, otimizar o uso de insumos, maximizar a produtividade e reduzir o impacto ambiental. A adoção da AP representa um passo importante para tornar a agricultura nacional mais eficiente, sustentável e capaz de atender às demandas modernas do agronegócio.

Conforme afirmam Gentil e Ferreira (1999), a agricultura de precisão proporciona benefícios significativos aos seus usuários, tais como a redução do risco inerente à atividade agrícola, a diminuição dos custos de produção, a aceleração e precisão nas tomadas de decisão, o controle aprimorado das operações baseado em informações precisas, o aumento da produtividade das culturas, a maior disponibilidade de tempo para a gestão e a minimização do impacto ambiental por meio da utilização reduzida de defensivos.

A agricultura de precisão destaca-se por sua capacidade de fornecer soluções eficazes para o manejo agrícola, promovendo sustentabilidade e eficiência. Batchelor *et al.* (1997) complementam essa perspectiva ao afirmar que essa tecnologia não apenas eleva os rendimentos e os lucros, mas também gera dados essenciais para a tomada de decisões, cria registros detalhados das atividades agrícolas e reduz custos relacionados ao uso de fertilizantes e pesticidas, contribuindo para a redução da poluição ambiental. Nesse mesmo sentido, Campo (2000) enfatiza que a agricultura de precisão proporciona benefícios como a redução no uso de insumos, a diminuição dos custos de produção, a mitigação da contaminação ambiental e o aumento dos rendimentos das culturas.



Essas referências evidenciam os principais benefícios da agricultura de precisão, incluindo a redução de custos, a minimização do uso de insumos e defensivos, o aumento da produtividade e a melhoria na eficiência do manejo. A AP também desempenha um papel crucial na preservação ambiental ao reduzir a poluição e aprimorar a tomada de decisões com base em informações detalhadas.

3.2 Dados sobre a produção do agronegócio na região de Maceió/AL (números, características dos produtores, contribuição da produção local para o agro nacional)

O estado de Alagoas, com uma área total de 27.778 km², destaca-se economicamente nos setores de turismo, indústria e agricultura (IBGE, 2020). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o setor agrícola do estado apresentou um crescimento nos últimos anos, alavancado tanto por fatores climáticos quanto pela expansão de algumas culturas específicas. A diversidade climática e de solo de Alagoas influencia diretamente o uso das terras, promovendo uma variação de cultivos e métodos de manejo agrícola em diferentes regiões do estado.

Aproximadamente 70% da área total do estado é utilizada para atividades econômicas, enquanto os 30% restantes permanecem com menor exploração humana (IBGE, 2020). A agricultura concentra-se principalmente na criação de pastagens e no cultivo de cana-de-açúcar, que ocupa uma posição central na Zona da Mata, onde representa cerca de 80% de toda a produção agrícola de Alagoas (Souza, 2019). Esta região conta com condições favoráveis para a produção canavieira, especialmente pela combinação de solos adequados e umidade favorável, o que garante elevada produtividade e abastece tanto o mercado de açúcar quanto o de etanol (Santos *et al.*, 2018).

Além da cana-de-açúcar, Alagoas também cultiva, em menor escala, produtos como fruticultura, mandioca, milho, fumo e coco, principalmente em áreas que apresentam condições climáticas e de solo adequadas a essas culturas específicas. A expansão e modernização dos processos agrícolas vêm permitindo que Alagoas diversifique sua matriz produtiva, contribuindo significativamente para o desenvolvimento socioeconômico do estado (Almeida e Silva, 2020).

No Agreste e Sertão alagoanos, regiões com clima predominantemente semiárido, as pastagens são dedicadas principalmente à pecuária de corte, enquanto no Agreste observa-se uma concentração significativa da pecuária leiteira (Zaal, 2013). Entretanto, devido à

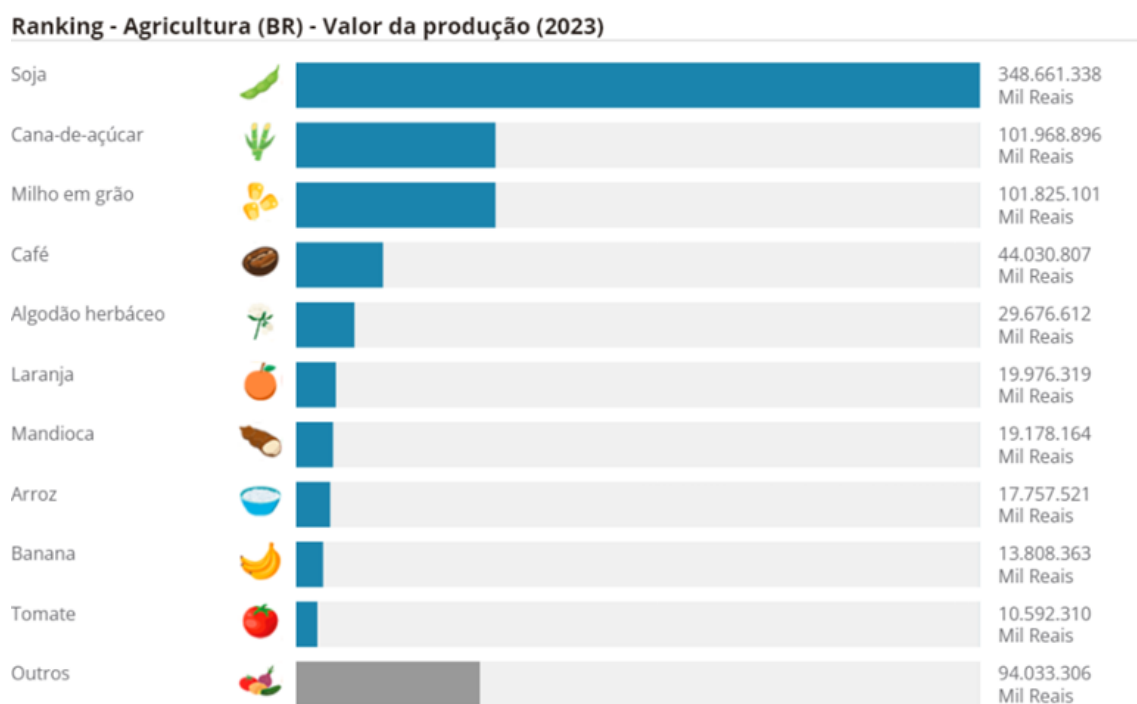


degradação das pastagens, essas atividades apresentam baixa produtividade, o que ressalta a necessidade de práticas de manejo e recuperação do solo para aumento da eficiência produtiva (Santos *et al.*, 2020).

Nos últimos anos, áreas antes ocupadas pela cana-de-açúcar têm sido gradualmente convertidas para o cultivo de grãos, especialmente milho, soja e feijão, com encostas sendo aproveitadas para o plantio de eucalipto ou novas pastagens (Silva e Carvalho, 2019). Essa mudança reflete uma tendência de diversificação agrícola que busca atender à demanda de produtos e reduzir a dependência de monoculturas, o que pode contribuir para maior sustentabilidade e dinamismo econômico regional (Ferreira e Almeida, 2021).

A cultura do milho, em particular, tem ganhado destaque em Alagoas, ampliando sua importância econômica no agronegócio estadual. Em 2012, o valor bruto da produção de milho era de R\$ 18 milhões por ano; já em 2017/2018, a produtividade aumentou significativamente, passando de 502 kg/ha para 1.930 kg/ha, embora ainda esteja abaixo da média nacional de 5.345 kg/ha (IBGE, 2018). Esse crescimento está associado ao uso de tecnologias agrícolas, como análise de solo, monitoramento da planta e qualidade da água de irrigação, que permitem um melhor aproveitamento dos recursos naturais e promovem ganhos de produtividade (Mendes e Oliveira, 2018).

Figura 1: Ranking - dados da agricultura no Brasil em 2023.



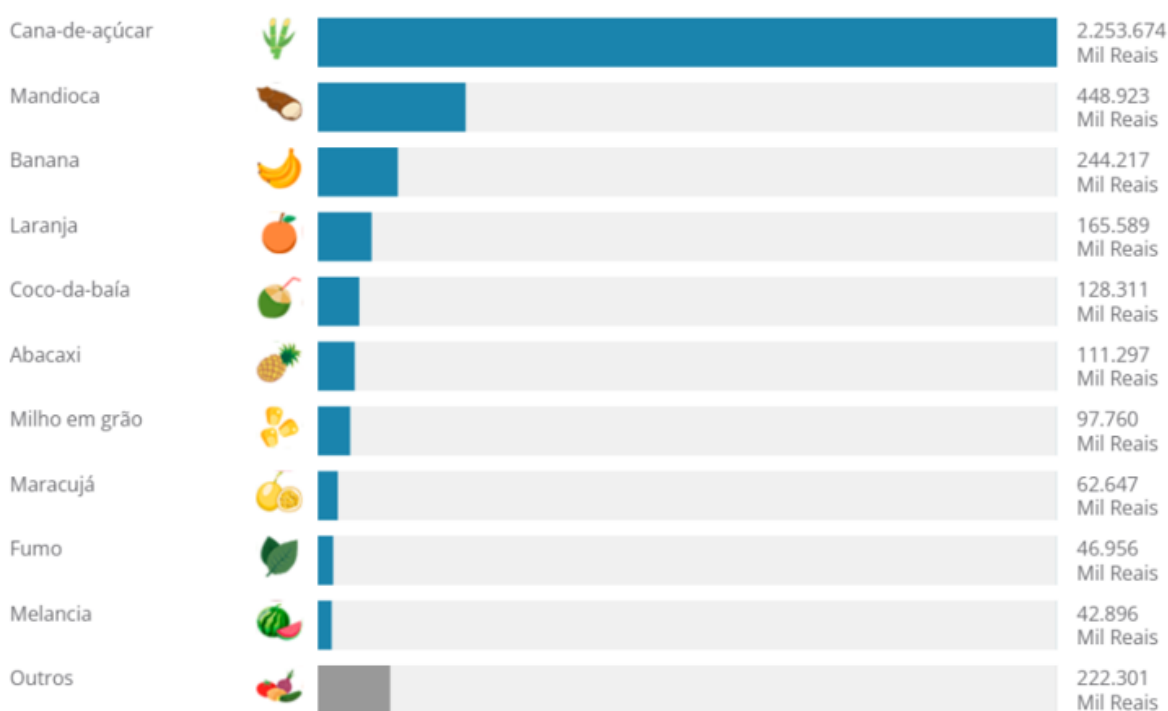
Fonte: IBGE, 2023a.



Dados do IBGE do ano de 2023 revelam a contribuição do agronegócio de Alagoas para a produção nacional: a cana-de-açúcar representou 2,21% da produção nacional, a mandioca 2,34%, e o milho 0,10%, conforme pode-se observar na figura a seguir (ver Figura 2). Esses números demonstram o papel crescente de Alagoas na produção de culturas importantes, com destaque para a cana-de-açúcar, que permanece uma das mais relevantes no estado (IBGE, 2023).

Figura 2 - Ranking - dados da agricultura no estado de Alagoas em 2023.

Ranking - Agricultura (27) - Valor da produção (2023)



Fonte: IBGE, 2023b.

Os dados apresentados reforçam a importância estratégica de Alagoas para o agronegócio brasileiro, destacando-se na produção de cana-de-açúcar, mandioca e milho. A combinação de fatores como a diversidade climática e os investimentos em novas tecnologias agrícolas tem permitido ao estado diversificar suas produções e expandir sua participação nas cadeias produtivas nacionais. A agricultura de precisão surge como uma ferramenta essencial para maximizar essa eficiência, oferecendo soluções que podem potencializar ainda mais o desempenho das lavouras e reduzir os impactos ambientais. Com o crescente investimento em inovação e práticas sustentáveis, Alagoas tem o potencial de continuar se destacando como



um polo agrícola no Brasil, contribuindo significativamente para o desenvolvimento socioeconômico da região e do país.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O público-alvo da pesquisa foi composto por três grupos de *stakeholders*: produtores rurais, consultores agrícolas e representantes da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Essas áreas de foco visam compreender a realidade dos *stakeholders* envolvidos e a importância das tecnologias de precisão para o desenvolvimento agrícola sustentável.

No tocante ao questionário aplicado ao produtor rural pode-se perceber que a resposta mais efetiva foi de um produtor que tem 29 anos de idade e 10 anos de experiência na agricultura, indicando uma nova geração de agricultores que, apesar de sua pouca idade, já possui um conhecimento considerável e uma experiência prática na atividade. Sua propriedade rural é localizada em Campo Alegre, uma região que, assim como outras do estado de Alagoas, é fortemente marcada pela produção de cana-de-açúcar. A área dedicada à produção agrícola é de 1.750 hectares, o que representa um empreendimento de médio a grande porte, sugerindo a possibilidade de implementar tecnologias mais avançadas.

Quando questionado sobre o conceito de agricultura de precisão, o produtor demonstrou clareza ao afirmar que utiliza essas práticas em todas as atividades de aplicação de insumos. Este entendimento é fundamental, pois reflete um nível de consciência e educação sobre as práticas agrícolas modernas. Ele relata o uso de tecnologias como taxa fixa e taxa variável na aplicação de insumos, além do piloto automático durante o plantio, o que indica uma adoção avançada de tecnologias que promovem maior eficiência e redução de custos.

Os benefícios percebidos pelo produtor incluem maior precisão nas operações agrícolas e economia nos custos de insumos. Esses pontos são consistentes com a literatura, que destaca que a agricultura de precisão pode levar a uma aplicação mais eficiente de insumos, resultando em melhores resultados econômicos e uma redução significativa no desperdício (Mello *et al.*, 2020). A precisão na aplicação também pode contribuir para um manejo mais sustentável, reduzindo os impactos ambientais associados ao uso excessivo de fertilizantes e defensivos agrícolas (Mendonça e Lima, 2019).

Entretanto, o produtor também identificou desafios na implementação dessas tecnologias, destacando a falta de mão de obra qualificada para assistência técnica e suporte. Esse aspecto é crucial, pois a tecnologia por si só não é suficiente; é necessária uma base de conhecimento e habilidades para



maximizar os benefícios das práticas de agricultura de precisão. A escassez de profissionais capacitados pode limitar a adoção de novas tecnologias e, consequentemente, o potencial de produtividade do setor agrícola (Oliveira *et al.*, 2018).

O grupo de consultores, por sua vez, destacou uma gama variada de serviços específicos, que vão desde a pulverização e mapeamento por drones até a identificação de plantas daninhas e a criação de mapas administrativos. A utilização de tecnologia de ponta, como drones e inteligência artificial, para o diagnóstico e monitoramento das culturas, indica um avanço significativo nas metodologias aplicadas, permitindo uma abordagem mais precisa e eficiente para o manejo agrícola. Esses serviços são cruciais para que os agricultores possam tomar decisões informadas e baseadas em dados, o que é um pilar fundamental da agricultura de precisão.

Os benefícios percebidos pelos agricultores que adotaram a agricultura de precisão incluem aumento da produtividade, redução de custos e uma aplicação mais racional de insumos. Esses resultados são consistentes com estudos que mostram que a agricultura de precisão pode aumentar a rentabilidade das propriedades agrícolas ao minimizar o desperdício e melhorar a eficiência (Alves *et al.*, 2020). O foco na economia de insumos e a utilização de herbicidas adequados para o controle de pragas e plantas daninhas também são práticas que ajudam a reduzir o impacto ambiental da agricultura.

O grupo de consultores destacou que a adoção de tecnologias de agricultura de precisão enfrenta desafios como a resistência à mudança, a necessidade de capacitação da mão de obra e a interpretação dos dados coletados. Esses desafios são comuns em muitos contextos agrícolas e apontam para a necessidade de estratégias que abordem a educação e o treinamento dos agricultores (Pereira *et al.*, 2022).

As tendências emergentes, como a automação com drones e a integração de visão computacional, indicam um futuro promissor para a agricultura de precisão. Essas tecnologias têm o potencial de transformar a agricultura, tornando-a mais eficiente e sustentável, além de melhorar a resposta rápida a problemas que surgem nas lavouras.

Para os entrevistados da CNA as opiniões sobre o acesso dos pequenos produtores às tecnologias de AP são diversas. Enquanto alguns acreditam que as tecnologias não estão necessariamente restritas aos grandes produtores, muitos enfatizam que os altos custos de implantação dificultam o acesso. Essa disparidade aponta para a necessidade de soluções inovadoras, como a criação de cooperativas que possam fornecer serviços de AP a um custo reduzido, democratizando o acesso às tecnologias.

Os entrevistados concordam que a agricultura de precisão é uma ferramenta essencial para a sustentabilidade e eficiência das operações agrícolas. Isso é particularmente relevante



em um cenário de mudanças climáticas e recursos hídricos limitados, onde a eficiência no uso de insumos se torna cada vez mais crucial. A implementação da AP pode contribuir para práticas agrícolas mais responsáveis e sustentáveis, alinhadas às demandas atuais e futuras do mercado.

As fontes de informação e aprendizado utilizadas pelos representantes da CNA variam desde palestras e eventos até a utilização da internet e informações de instituições de pesquisa como a Embrapa. Esse acesso a múltiplas fontes de conhecimento é vital para que os profissionais se mantenham atualizados sobre as inovações e melhores práticas em agricultura de precisão, refletindo a necessidade de uma contínua educação no setor.

Entre as tendências emergentes mencionadas, o uso de drones na pecuária e a integração de tecnologias para facilitar a obtenção de seguros e créditos agrícolas são destacadas. Essas inovações têm o potencial de transformar a maneira como os produtores gerenciam suas operações, oferecendo soluções práticas para aumentar a eficiência e a sustentabilidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados coletados por meio dos questionários aplicados na pesquisa revelam que os programas e projetos de AP atualmente disponíveis são insuficientes para atender às necessidades dos produtores rurais brasileiros, independentemente de serem pequenos, médios ou grandes. Observa-se a necessidade de avanços significativos para a incorporação de novos recursos tecnológicos disponíveis. A adoção mais ampla da AP pode contribuir para facilitar o acesso ao seguro e ao crédito agrícola, além de oferecer soluções eficazes diante das mudanças climáticas e das limitações de recursos hídricos, entre outros desafios enfrentados pelo setor.

Ademais, a Agricultura de Precisão desempenha um papel fundamental na preservação ambiental, uma vez que reduz a poluição e aprimora a tomada de decisões agrícolas por meio do uso de informações detalhadas e precisas. Esses benefícios não apenas promovem uma maior eficiência operacional, mas também resultam em maior lucratividade para os produtores, contribuindo assim para a sustentabilidade e a competitividade do agronegócio brasileiro.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. S.; SILVA, J. P. Agricultura e desenvolvimento regional em Alagoas: análise e perspectivas. *Revista Brasileira de Geografia Agrária*, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/issue/view/3108>. Acesso em: 23 set. 2024.

BATCHELOR, B.; WHIGHAM, K.; DEWITT, J., **Precision agriculture**: introduction to precision agriculture. Iowa Cooperative Extension, 1997. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/Pages/precisionag/prec-ag.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2024.

CAMPO, P. **Agricultura de precisão**: inovações do campo. Piracicaba, 2000. Disponível em: <http://www1.portaldocampo.com.br/inovacoes/agric_precisao_03.htm> Acesso em 06 mai. 2024.

CAPELLI, N.L. **Agricultura de precisão**: novas tecnologias para o processo produtivo. LIE/DMAQAG/ FEAGRI/UNICAMP, 1999. Disponível em: <<http://www.bases.cnptia.embrapa.br/cria/gip/gipap/capelli.doc>> Acesso em: 03 out. 2024.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. CEPEA. Indicadores econômicos do agronegócio brasileiro. São Paulo: CEPEA, 2023. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx#:~:text=Cepea%2C%2016%2F10%2F2024,de%203%2C5%25%20neste%20a no>>. Acesso em: 17 ago. 2024.

COOKE, P.; KERRIDGE, T.; MATTHEWS, R. Addressing agricultural variability through precision agriculture: a sustainable approach. *Agricultural Sustainability Journal*, v. 39, n. 3, p. 215-229, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/toc/tags20/19/5-6?nav=tocList>. Acesso em: 23 set. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **A ciência do solo**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1138176/1/Ok.1069.a-ciencia-do-solo.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

FERREIRA, A. M.; ALMEIDA, P. J. Diversificação agrícola e sustentabilidade no semiárido alagoano. *Revista de Desenvolvimento Agrário*, 2021.

GENTIL, L.V.; FERREIRA, S.M. Agricultura de precisão: prepare-se para o futuro, mas com os pés no chão. *Revista A Granja*, Porto Alegre, n 610, 1999. p12-17. Disponível em: <https://revista.agranjatotalagro.com.br/category/revista-imprensa/revista-a-granja/>. Acesso em: 18 out. 2024.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2020. Brasília, DF: IBGE, 2020.

_____. Produção agrícola municipal. Brasília, DF: IBGE, 2018.

_____. Estatísticas de produção agropecuária em Alagoas. Brasília, DF: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/al>. Acesso em: 16 jul. 2024.



_____. Produção agropecuária. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso em: 26 nov. 2024.

_____. Produção agropecuária: Alagoas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/al>. Acesso em: 26 nov. 2024.

MANZATTO, C.V.; BHERING, S.B.; SIMÕES, M. Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa solos. Embrapa Solos, 1999. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/proj01/proj01.html>. Acesso em: 01 ago. 2024.

MENDES, L. S.; OLIVEIRA, R. T. Tecnologia e produtividade: um estudo da produção de milho em Alagoas. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2018. Disponível em: <https://aba-agroecologia.org.br/revista-brasileira-de-agroecologia-v-13-n-5-2018/>. Acesso em: 28 jul. 2024.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão** - 1. ed. - São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/precisao/livros/AGRICULTURA%20DE%20PRECI%20SAO%20-%20OFICINA%20DE%20TEXTOS.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.

OLIVEIRA, M.; SANTOS, L.; RIBEIRO, J. Sustainability and productivity in Brazilian agriculture: challenges and opportunities. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, v. 46, n. 4, p. 569-578, 2021. Disponível em: <https://www.revistadeagricultura.org.br/index.php/revistadeagricultura/issue/archive>. Acesso em: 24 ago. 2024.

ORLANDO, M. C.; CHENDRASEKHAR, A.; BUNDZ, S.; BURT, E. T.; MOORMAN, D. W.; TIMBERLAKE, G. A. **The effect of peritoneal contamination on Wound Strength of small bowel and colonic anastomoses**. *Am Surg*, Atlanta, v. 65, n. 7, p. 673-676, jul. 1999. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/000313489906500713>. Acesso em: 23 set. 2024.

SANTOS, F. G.; SOUZA, L. M.; COSTA, T. P. Degradação das pastagens e produtividade na pecuária do Agreste e Sertão. *Revista de Ciências Agrárias*, 2020. Disponível em: <https://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA>. Acesso em: 08 jul. 2024.

SANTOS, F. M.; SOUZA, L. P.; CARVALHO, R. S. Cana-de-açúcar e suas influências na economia da Zona da Mata Alagoana. *Revista Brasileira de Economia*, 2018. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rbe/issue/archive>. Acesso em: 15 out. 2024.

SILVA, C. L.; CARVALHO, R. S. Transformações no uso da terra em Alagoas: da cana-de-açúcar aos grãos. *Revista de Geografia Econômica*, 2019. Disponível em: <https://www.openedition.org/catalogue-journals>. Acesso em: 20 out. 2024.

SOUZA, A. L. A produção agrícola de Alagoas e a importância da cana-de-açúcar na Zona da Mata. *Revista de Estudos Regionais e Urbanos*, 2019. Disponível em: <https://www.revistaaber.org.br/rberu/issue/archive>. Acesso em: 14 jun. 2024.

ZAAL, F. Pecuária e desafios ambientais no semiárido nordestino. In: *Desafios da Agricultura no Semiárido Brasileiro*. 2013. Disponível em:



<[https://www.researchgate.net/publication/363622425_Desafios_da_Agricultura_no_Semiari
do_Brasileiro](https://www.researchgate.net/publication/363622425_Desafios_da_Agricultura_no_Semiari_do_Brasileiro)>. Acesso em: 14 out. 2024.