

AGRICULTURA DE PRECISÃO E DIGITAL: ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS E PERCEPÇÃO DOS PRINCIPAIS STAKEHOLDERS NO BRASIL

PRECISION AND DIGITAL AGRICULTURE: ADOPTION OF TECHNOLOGIES AND PERCEPTION OF MAIN STAKEHOLDERS IN BRAZIL

Alan Carlos de Oliveira Castro^{1*}; Matheus Dermonde Gonçalves²; Jessica Alves Conrado Castro³

¹ Basf. Doutor em ciências agrárias (IF Goiano). Avenida feira de Santana, n 1618 – Parque Amazonia; 74835-700, Goiânia, GO, Brasil, alan.agrogsia@gmail.com, 64 992671192.

² UNICAMP. Mestre em Administração. Rua Pedro Zaccaria, 1300 – Bairro Jardim São Paulo; 13484-350 Limeira, SP, Brasil, dermonde.pecege@gmail.com.

³ FGV – Administradora. Avenida feira de Santana, n 1618 – Parque Amazonia; 74835-700, Goiânia, GO, Brasil.

*autor correspondente: alan.agrogsia@gmail.com

Resumo: A agricultura digital, em um cenário global desafiador de crescimento populacional e escassez de recursos, desempenha um papel fundamental na busca pela erradicação da pobreza e mitigação das mudanças climáticas. Apesar de grande parte dos agricultores brasileiros adotarem tecnologias digitais, desafios como custos, conectividade limitada e falta de visão sobre os benefícios persistem. Objetivou-se nesta pesquisa compreender quais os critérios finais adotados para definição da seleção e usabilidade das soluções digitais. Este estudo adotou um modelo de pesquisa de campo com a coleta de dados qualitativos por meio de entrevistas para avaliar a adoção da agricultura de precisão/digital no Brasil. Foi utilizado um questionário online via Google Forms para coletar respostas de agricultores, prestadores de serviços e profissionais do setor. Os dados obtidos foram consolidados em um relatório e exportados para análise estatística, usando frequência absoluta e gráficos como base. A pesquisa envolveu membros da Associação Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital, empresas técnicas, distribuidores, cooperativas e agricultores. Dentre alguns resultados observados, foram destacados os desafios da agricultura digital no Brasil, como a necessidade de capacitação técnica e a falta de clareza sobre os custos e benefícios. Esses desafios são cruciais para orientar futuros investimentos na área. Em resumo, a agricultura digital tem o potencial de melhorar a eficiência, produtividade e sustentabilidade do setor agrícola brasileiro, tornando-o mais vibrante e resiliente

Palavras-chaves: Agricultura 4.0, Tecnologias integradas, Gerenciamento, Conectividade, Usabilidade

Abstract: Digital agriculture, in a challenging global scenario of population growth and resource scarcity, plays a fundamental role in the quest to eradicate poverty and mitigate climate change. Despite the majority of Brazilian farmers adopting digital technologies, challenges such as costs, limited connectivity and lack of vision about the benefits persist. The objective of this research was to understand the final criteria adopted to define the selection and usability of digital solutions. This study adopted a field research model with qualitative data collection through interviews to evaluate the adoption of precision/digital agriculture in Brazil. An online questionnaire via Google Forms was used to collect responses from farmers, service providers and sector professionals. The data obtained was consolidated into a report and exported for statistical analysis, using absolute frequency and graphs as a basis. The research involved members of the Brazilian Association of Precision and Digital Agriculture, technical companies, distributors, cooperatives and farmers. Among some results observed, the challenges of digital agriculture in Brazil were highlighted, such as the need for technical training and the lack of clarity about costs and benefits. These challenges are crucial to guide future investments in the area. In summary, digital agriculture has the potential to improve the efficiency, productivity and sustainability of the Brazilian agricultural sector, making it more vibrant and resilient.

Keywords: Agriculture 4.0, Integrated Technologies, Management, Connectivity, Usability.

Recebido: 12/2023, Publicado: 01/2024 - ISSN: 2358-260X - DOI: 10.37951/2358-260X.2024v12i2.7267

INTRODUÇÃO

O agronegócio é considerado um dos setores mais importantes da economia no mundo e possui grande potencial de crescimento para erradicar a pobreza, a fome e mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Onde o cenário global previsto é crítico: população mundial atingindo nove bilhões de habitantes em 2050, crescente escassez dos recursos terra e água, níveis de renda per capita e urbanização em crescimento ascendente e aumentos decrescentes de produtividade em alguns países (Massruhá, 2016; FAO, 2021).

Dessa forma faz-se necessário uso da agricultura de precisão/digital por meio das tecnologias integradas e inteligentes, o qual visem racionalizar recursos, analisar

dados reais e possibilitar uma tomada de decisão estratégica no setor, como foco total na otimização da produção.

A agricultura digital compreende e engloba tecnologias de comunicação, informação e análise espacial/temporal que permitem aos produtores rurais planejar, monitorar e gerenciar as atividades operacionais e estratégicas do sistema produtivo (Bolfé et al., 2020). Dentre as tecnologias existentes é possível agrupá-las em três principais categorias, como: 1 - Dados e sistemas de coleta, 2 - ferramentas de suporte à tomada de decisão (DS) e 3 - equipamentos orientados a dados e ajustes de entrada (McFadden et al., 2023).

Onde a primeira categoria inclui dados de produção e equipamentos de monitoramento do solo, diferentes sensores e imagens de drones, aeronaves ou satélites. As ferramentas DS incluem mapas (eletrônicos) ou outras visualizações de dados georreferenciados, além de aplicativos para smartphones e outras fontes de análise com gerenciamento e recomendações. Na terceira categoria estão grande parte dos sistemas de orientação, sistemas automatizados controle de seção e aplicativos de taxa variável, além da telemetria (Schwalbert et al., 2014; Molin, 2017; Bernardi et al., 2018; Huang et al., 2018; Bolfe et al., 2020; Castro et al., 2022).

Pesquisas recentes realizadas em 750 participantes dentre produtores rurais, empresas e prestadores de serviço sobre tendências, desafios e oportunidades para a agricultura digital no Brasil pela EMBRAPA, SEBRAE e INPE, revelaram que 84% dos agricultores brasileiros já utilizam ao menos uma tecnologia digital como ferramenta de apoio na produção agrícola. No entanto apesar do amplo potencial de expansão e adoção no Brasil, cerca de 67% dos agricultores se assustam sobre o valor a ser investido. E menos da metade fazem uso de alguma ferramenta para compra e venda. Outro grande entrave no uso de soluções digitais é a ausência de conectividade presente no campo, mais de 60% confirmam esse desafio (Agricultura, 2020).

As iniciativas que abrangem a agricultura digital nos próximos anos devem movimentar cerca de US\$ 21 bilhões em negócios nas áreas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) no Brasil, segundo estimativas do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Um reflexo direto do investimento e notado no número de startups presentes no agro que saltou de 1125 em 2019, para 1703 em 2022 (Camargo, 2019; Figueiredo et al., 2022).

Apesar do amplo uso e crescimento do investimento na agricultura digital, há mais um fator limitante que influencia no acesso à informação por meio da tecnologia: o stakeholder final, o qual pode ser um

agricultor, gerente ou responsável técnico de vendas ou atendimento, exigindo acesso de forma, simples, ágil e eficiente (Oliveira et al., 2022). Estudos afirmam que se faz necessário utilização de meios para adaptação e melhoria da qualidade na usabilidade das interfaces, visando principalmente tablets e smartphones, onde o público vem crescendo e se tornando heterogêneo (Magalhães e Romani, 2016).

Os sistemas como um todo tornam-se complexos e necessitam de alternativas que permitam uma experiência satisfatória aos usuários, bem como aos benefícios do monitoramento e processamento de dados para a tomada de decisão e autonomia no domínio agrícola na palma da mão (Schimiguel et al., 2004)

As soluções computacionais na atualidade possuem interfaces com muitos dados, diversas plataformas (desktop, smartphone, navegadores) e usuários com diferentes graus de instrução. Há também diversas culturas agrícolas, diferentes focos (como, catálogo de cultivares, manual de identificação de pragas, doenças e plantas daninhas, informações sobre clima e solo, cotação de preço do grão, insumos e frete), com grande quantidade de dados para processar, provenientes de diversos sensores, imagens de satélite, radares e dos próprios usuários. No final, o que se tem é um volume excessivo de informações, pouco interpretadas e sem nenhuma utilidade prática que vise redução de custo ou incremento em produtividade (Schimiguel et al., 2004; Oliveira et al., 2022).

O futuro do uso de sistemas de apoio à decisão na agricultura digital está na capacidade dos pesquisadores de entender melhor os desafios de usabilidade, incluindo suas aplicações no planejamento, gestão, adaptação às mudanças climáticas e controle do desperdício de alimentos. Estudos mostram uma diferença nos diversos grupos temáticos das ciências sociais, como, perfil do stakeholder, habilidades do stakeholder e trabalho agrícola; poder na tomada de decisão, tamanho da propriedade, privacidade e ética dos dados, dentre outros (Massruhá, 2016; Magalhães e Romani, 2016).

Dessa forma, o grande desafio das organizações passa a ser encontrar o real perfil do stakeholder e quais os entraves práticos para aquisição e uso das soluções digitais. Visando extrair a melhor estratégia do ponto de vista das companhias e a real importância das ferramentas e conjuntos de dados em cada etapa, e principalmente, quais delas realmente são úteis sob a perspectiva do stakeholder que atua nos processos de atendimento ao cliente final ou como decisor. Evitando assim, investimentos desnecessários e ineficientes, ou até mesmo, recursos não utilizados. Assim, objetivou-se nesta pesquisa compreender quais os critérios finais adotados para definição da seleção e usabilidade das soluções digitais, buscando responder as seguintes perguntas: sob a ótica dos stakeholders, quais as ferramentas digitais e conjuntos de dados são de fato utilizados, relevantes e decisivos em cada etapa do processo de produção/venda, além de qual seu valor real em termos de importância no negócio.

Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido com base em aspectos aplicados na avaliação da adoção e perspectivas futuras da agricultura de precisão/digital no Brasil. Seguindo o modelo realizado por Borghi et al., 2016, que avaliou a adoção de agricultura de precisão sob a percepção de agricultores e prestadores de serviços.

A partir das referências bibliográficas e da experiência prática da equipe do projeto no contexto brasileiro, foram estabelecidas questões específicas, abordando aspectos com possibilidade de respostas de múltipla escolha sobre as tecnologias em agricultura de precisão e agricultura digital utilizadas em diferentes complexidades de aplicações, entre elas em diferentes setores da agricultura e perfis de stakeholders, somados às percepções de benefícios, desafios e expectativas futuras da agricultura. O instrumento de coleta utilizado poder ser observado no Apêndice I.

O modelo de pesquisa selecionada apresenta caráter descritivo com levantamento de campo tipo survey. Para Selltiz et al. (1987), a pesquisa descritiva visa

conhecer um fenômeno sem a intenção de alterá-lo, a fim de ampliar o entendimento do objeto de interesse em um período específico. Já o levantamento de campo tipo survey avalia a amostra de uma população por meio de coleta individual de dados, geralmente via questionário (Forza, 2002). Para este trabalho, foi utilizada a ferramenta online de entrevistas chamada Google Forms, o qual permaneceu apta a preenchimento por quatro meses a partir de junho de 2023.

Os dados primários obtidos para cada questão (escolha única, múltipla escolha) e suas respectivas respostas completas serão consolidados em um relatório e posteriormente exportados em csv e incluídos em uma planilha. Visando gerar estatísticas com base em dados de frequência absoluta e gráficos representativos da frequência relativa representada pelos percentuais de cada uma das variáveis associadas às questões da pesquisa.

A pesquisa foi baseada na web e acessada via link para ser atendida por profissionais técnicos e provedores de suporte. O quadro de amostragem usado para selecionar os respondentes derivou das listas de indivíduos da AsBraAP (Associação Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital) e partes interessadas, representantes técnicos de empresas, distribuidores, cooperativas, gerentes e agricultores. Abordagem semelhante para amostrar entrevistados foram utilizadas por Borghi et al. (2016) e Dieckman e Batte (2010). Para cada grupo separadamente foi enviado um e-mail ou uma mensagem via WhatsApp explicando os objetivos da pesquisa e o respectivo link para a pesquisa na web. Com base em dados publicados anteriormente por outros pesquisadores que envolveram pesquisas via (correio ou web), foi atingido cerca de um terço dos convidados fornecendo respectiva devolutiva (Larson et al., 2008).

Resultados Preliminares

A pesquisa abrangeu todo o país, com um total de 107 questionários respondidos na íntegra. Destes, 64 (59,8%) foram do Centro-oeste, 11 (10,3%) da região

Sudeste, 7 (6,5%) do Sul, 10 (9,3%) do Norte e 4 (3,7%) do Nordeste. Totalizando assim 89,6%, os demais são provenientes de pessoas que trabalham a nível Brasil ou fora.

Entre as regiões do Brasil, o Centro-Oeste e o Sudeste se destacaram como as que apresentaram o maior número de respondentes na pesquisa, totalizando 70,1% do conjunto de entrevistados. Essas regiões são amplamente reconhecidas por abrigarem áreas agrícolas altamente produtivas e são consideradas pilares do setor agropecuário no país. De acordo com dados disponíveis, tanto o Centro-Oeste quanto o Sudeste possuem uma significativa contribuição para o valor bruto da produção agropecuária do Brasil, com estados como Mato Grosso, Goiás, São Paulo e Minas Gerais figurando entre os principais produtores (Luz e Fochezatto, 2022).

Dentre os que participaram da pesquisa, constatou-se que 85,9% estão envolvidos de alguma forma na cadeia produtiva do agro, mais especificamente possuem contato direto com o campo. Além disso, os 14,1% demais, trabalham com atividades relacionadas, como perícia, consultorias (administração, logística etc.), estudantes ou professores, entre outros (Figura I).

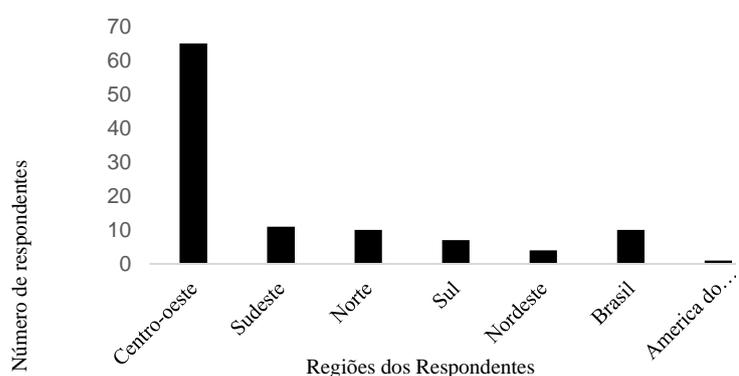


Figura I. Distribuição em percentual da identificação e perfil da pesquisa por região do Brasil. Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Ao interpretar os resultados apresentados, é importante ter em mente que eles estão associados a uma pesquisa por amostragem, o que implica na representação de apenas uma parcela dos agricultores brasileiros. Conforme destacado por Massruhá, (2016), ao analisar o

perfil dos agricultores, é fundamental considerar a diversidade existente no setor, incluindo diferenças regionais e socioeconômicas.

Em relação à faixa etária dos participantes, a maioria, correspondendo a 61,7%, relatou possuir entre 26 e 35 anos, como constatado por Pivoto et al., (2019) em sua pesquisa sobre fatores que influenciam a adoção da agricultura inteligente pelos produtores de grãos brasileiros. Esses resultados são seguidos por 23,4% na faixa de 36 a 45 anos e 9,3% na faixa de 46 a 55 anos, demonstrando uma baixa adesão de públicos menores de 18 anos e maiores que 55 (Figura IIa).

Essa diferença de idade aparentemente não possui nenhuma relação ao tempo de atuação de cada profissional do setor respondente. Cerca de 71,4% dos participantes estão inseridos na agropecuária entre 3 e 15 anos, enquanto 17,1% possuem mais de 15 anos de experiência, conforme descrito por Bolfe, (2020) em suas pesquisas sobre agricultores e perfis do Brasil (Figura IIb).

Entre os que participaram da pesquisa, diferentes atividades agrícolas foram relatadas, onde 85,7% trabalham no cultivo de grãos, 30,5% com fibras, 30,5% com cana-de-açúcar e 12,4% com café. Além desses, os demais envolvidos atuam em atividades como cultivo de verduras e legumes, pastagens e forrageiras, entre outras (Figura IIc)

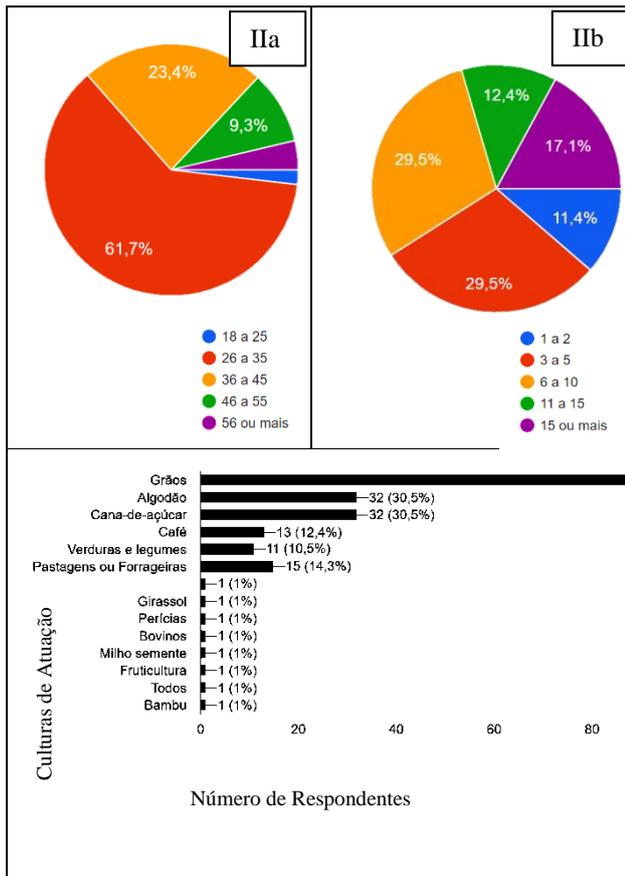


Figura II. Distribuição em percentual da faixa etária dos participantes (a); Anos de experiência profissional (b); e Perfil de atuação por cultura foco (c). Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Os resultados se referem especificamente à amostra de respondentes do tema trabalhado e não podem ser generalizados para todos os perfis e regiões, pois a heterogeneidade do setor agrícola, como apontado por Buainain et al., (2014) deve ser considerada ao validar resultados.

Os resultados da pesquisa revelaram que 88,6% dos entrevistados possuem mais de 3 anos de experiência na atividade, conforme observado por Carvalho e Godinho, (2010) em um estudo sobre o perfil dos produtores rurais no Brasil. Esse dado indica um conhecimento significativo acumulado ao longo dos anos e uma participação de pessoas com experiência no setor agrícola (Figura IIb). Portanto, os resultados destacam a importância da experiência dos produtores rurais, e empregados do setor entrevistados, fornecendo uma base sólida de

conhecimento e expertise para enfrentar os desafios da agricultura digital.

Ao analisar o uso de soluções digitais pelos produtores rurais, foi constatado que 84,8% dos respondentes utilizam ativamente essas tecnologias em suas atividades. Esses resultados estão alinhados com a crescente tendência de adoção de ferramentas digitais no setor agrícola, comprovando a relevância e a praticidade proporcionada por dispositivos como smartphones, tablets e computadores (Michels et al., 2019; Michels et al., 2020).

Entre as soluções digitais mais utilizadas pelos produtores rurais, destaca-se o WhatsApp, sendo utilizado por 99,1% dos respondentes, conforme evidenciado por Godoy et al., (2022) em sua pesquisa sobre o uso de tecnologias de comunicação no meio rural. Além disso, 89,7% dos produtores utilizam aplicativos relacionados a bancos, enquanto 81,3% fazem uso de soluções fornecidas por órgãos governamentais. Outras soluções digitais mais utilizadas são voltadas para mídias sociais, comércio e outros fins, abrindo uma ampla oportunidade para a inserção do digital no setor agrícola (Figura III).

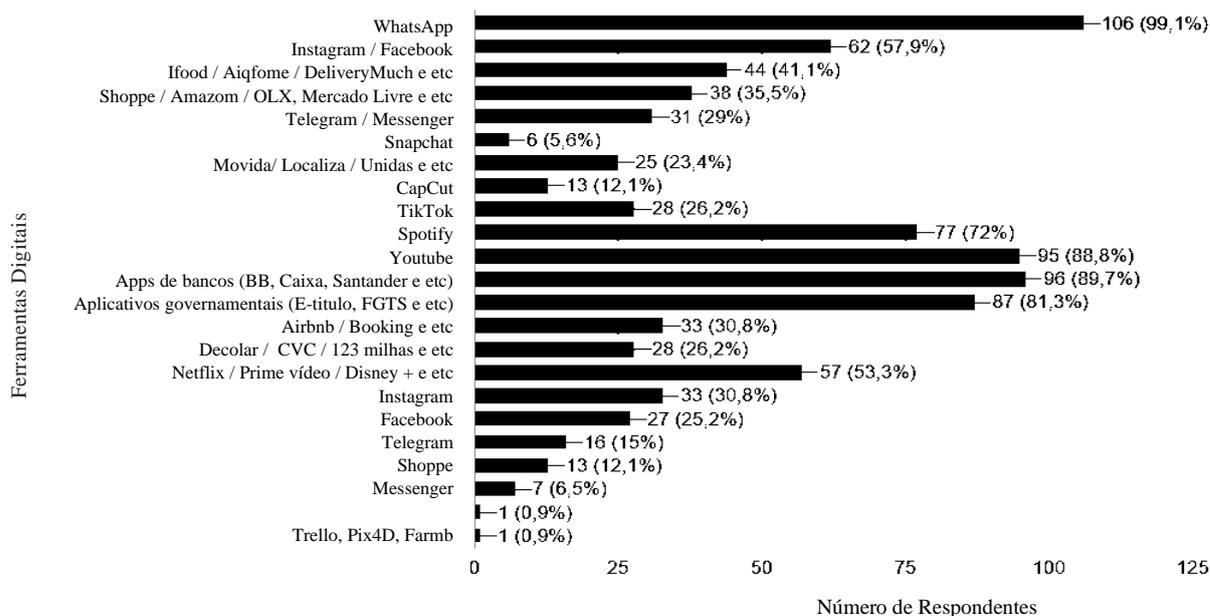


Figura III. Distribuição em percentual das diferentes ferramentas utilizadas no dia a dia pelos profissionais do agro (produtores, técnicos, gerentes, RTVs e etc). Fonte: Resultados originais da pesquisa

Esses números revelam um grande potencial para a adaptação de diferentes serviços no setor agrícola para as plataformas digitais já utilizadas no meio agrícola. Por exemplo, a assistência técnica, a comercialização de insumos, o ensino de técnicas de gerenciamento agrônomo e o diagnóstico da lavoura podem ser integrados e disponibilizados por meio dessas plataformas digitais, como apontado por Saiz-Rubio e Rovira-Más, (2020). em seu estudo sobre a agricultura de precisão.

Essa tendência de digitalização no setor agrícola representa uma oportunidade para otimizar processos, melhorar a eficiência e aumentar a produtividade, beneficiando tanto os produtores quanto a cadeia produtiva.

A agricultura digital tem sido impulsionada por uma série de tecnologias inovadoras que estão transformando o setor agropecuário. Estudos recentes realizados por Silva et al. (2011); Godovskaya, M. A. e Medynskyi. (2010); Thompson et al., (2019); Saiz-Rubio e Rovira-Más. (2020)., destacam algumas das principais tecnologias utilizadas. Entre elas, observamos neste estudo que a aplicação em taxa variável é mencionada por 63,4% dos participantes da pesquisa, seguida pelo uso de drones para mapeamento, com 72,3%. Além do sensoriamento

remoto por meio de satélites, o qual é citado por 46,5% dos respondentes, também foi possível notar a utilização de E-commerce ou Marketplace, com 37,6%. Outras tecnologias mencionadas incluem lidar e sondas, telemetria e automação para o controle de máquinas agrícolas, Internet das Coisas (IoT), sensores embarcados como laser ou barra de luz, tecnologias de aplicação com fluxo e o uso do GPS para orientação e monitoramento das atividades agrícolas (Figura IV).

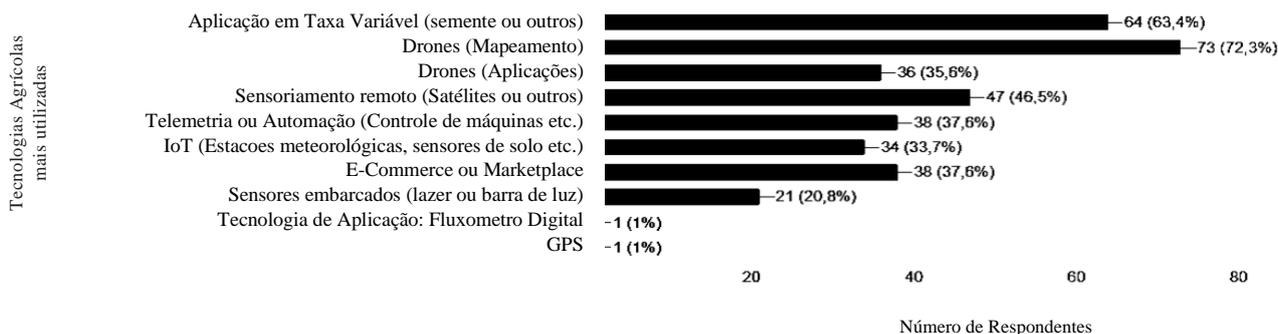


Figura IV. Distribuição em percentual das tecnologias da agricultura digital já utilizadas. Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Outro ponto crucial, destacado em análises semelhantes, é a percepção de 58,5% dos entrevistados de que a capacidade técnica atual e a falta de treinamento são os principais obstáculos para a adoção e integração de soluções digitais nas propriedades (Silva et al., 2011; Borghi et al., 2016). Esse dado revela a necessidade de oferecer suporte técnico e capacitação adequados aos agricultores, a fim de facilitar a utilização das tecnologias digitais no manejo e gerenciamento das atividades agrícolas. Além disso, a falta de visibilidade sobre os ganhos reais 48,1% aliado ao alto custo das soluções

tecnológicas 40,6%. Torna na visão dos respondentes o processo de adesão limitado, uma vez que as flutuações nos mercados, as condições climáticas adversas e o baixo conhecimento do tema, aumentam significativamente a cautela na tomada de decisões sobre investimento e necessidade (Barbosa et al., 2019; Ferreira et al., 2022) (Figura V).

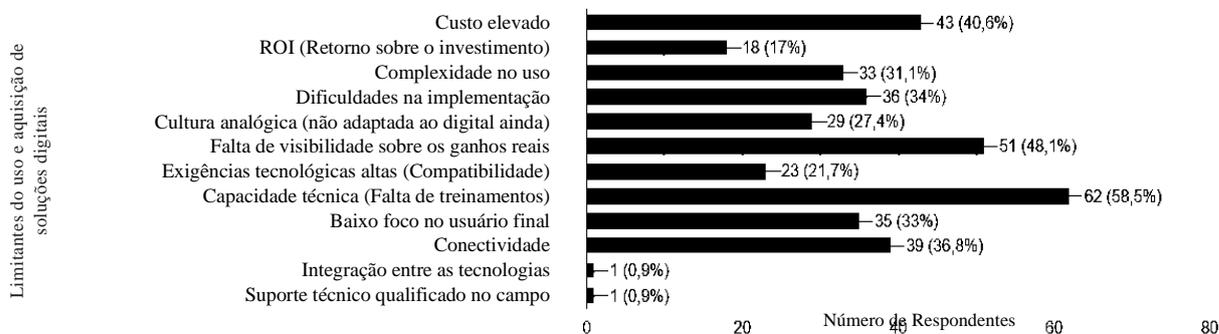


Figura V. Distribuição em percentual dos principais limitante do uso e aquisição de soluções digitais. Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Vale ressaltar que o uso de tecnologias da agricultura digital pode oferecer uma série de vantagens significativas para agrônomos, representantes comerciais e agricultores em geral. De acordo com estudos realizados por Martha Júnior, (2020) algumas das principais vantagens incluem: maior eficiência na aplicação de insumos agrícolas, possibilitando a aplicação em taxa variável com base nas necessidades específicas de cada

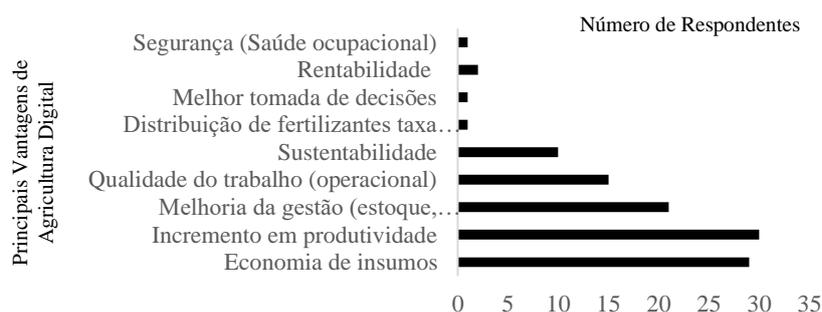
área, resultando em economia de recursos e redução do impacto ambiental.

Além disso, o uso de drones para mapeamento e monitoramento de áreas agrícolas tem se mostrado uma ferramenta valiosa para auxiliar no diagnóstico precoce de doenças, pragas e estresses hídricos, proporcionando ação preventiva e maior precisão no manejo (Massruhá, 2016; Saiz-Rubio e Rovira-Más, 2020; Castro et al., 2022).

Em suma, as tecnologias da agricultura digital representam uma importante evolução para o setor agrícola, oferecendo benefícios como maior eficiência, precisão no manejo, redução de custos e impactos ambientais, além de facilitar o acesso ao mercado e aprimorar o controle das operações agrícolas (Bernardi et al., 2028; Thompson et al., 2019). Essas vantagens impactam diretamente o trabalho dos agrônomos, representantes comerciais e agricultores, promovendo uma agricultura mais sustentável, eficiente e rentável.

Esse comportamento pode ser observado nas respostas do questionário, onde 27,1% colocaram o incremento em produtividade como principal vantagem no uso de soluções digitais, sendo seguida por economia de insumos com 26,2% e melhoria da gestão com 18,7% (Figura VI).

Figura VI. Distribuição em percentual das principais vantagens proporcionadas pelo uso de tecnologias da agricultura digital. Fonte: Resultados originais da pesquisa



Essa proporção de respostas sobre os ganhos e vantagens está alinhada com a distribuição dos resultados quando a pergunta sugerida abordou o nível de conhecimento em agricultura digital, em uma escala de 0 a 10 (sendo 0 nada e 10 muito), a maioria dos entrevistados ficou acima de 5. Com somente 21,1% ficando abaixo de 5. E 78,9% reforçam a recomendação no uso de soluções digitais na agricultura.

Diante a escassez de conhecimento dos participantes sobre o tema, estudos indicam que ferramentas como sistemas de informação geográfica, sensoriamento remoto, aplicativos e plataformas online trazem benefícios ao planejamento agrícola, comunicação eficiente entre agricultores e compradores, gestão da cadeia de suprimentos e monitoramento em tempo real por meio

de sensores e dispositivos IoT. Essas tecnologias têm impacto positivo no gerenciamento das propriedades, produtividade e tomada de decisões estratégicas. Dessa forma gerando alto valor agregado no futuro dos usuários (Bolfe et al., 2020).

Após analisar a pergunta referente a recomendação do uso de soluções digitais na agricultura em uma escala de 0 a 10 (sendo 0 nenhum e 10 muito), 81,9% dos respondentes acreditam no impacto direto da agricultura digital nos seus negócios nos próximos 5 anos (nota superior a 8) (Figura VIIa). E 88,5% nos próximos 10 anos (nota superior a 8) (Figura VIIb), no entanto, quando questionados sobre a possibilidade de produzir alimentos sem o uso de soluções digitais, observou-se uma redução na nota atribuída (Figura VIIc). Isso indica que,

embora a agricultura digital ainda não seja totalmente necessária no cenário atual, há uma conscientização sobre a importância de acompanhar as evoluções e superar os obstáculos relacionados à digitalização. Mas sua baixa dependência na produção de alimentos ainda não a torna uma ferramenta indispensável no cenário atual, como sementes, químicos, adubos etc.

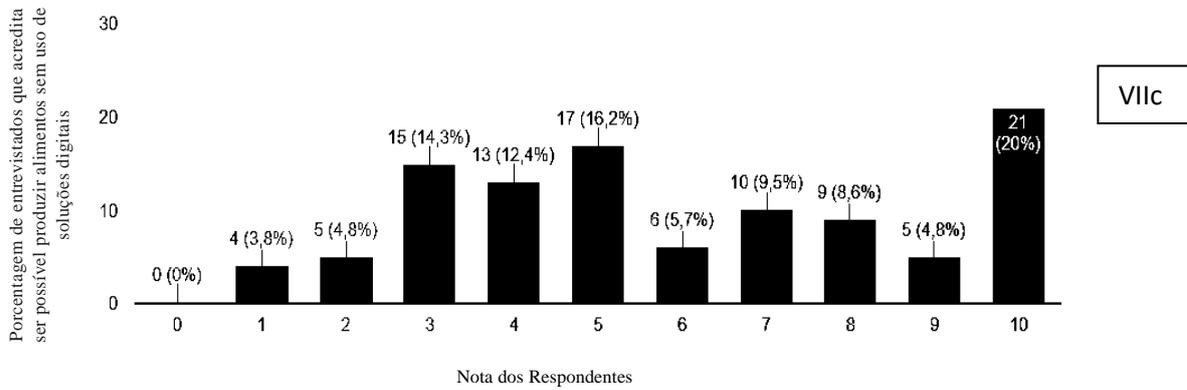
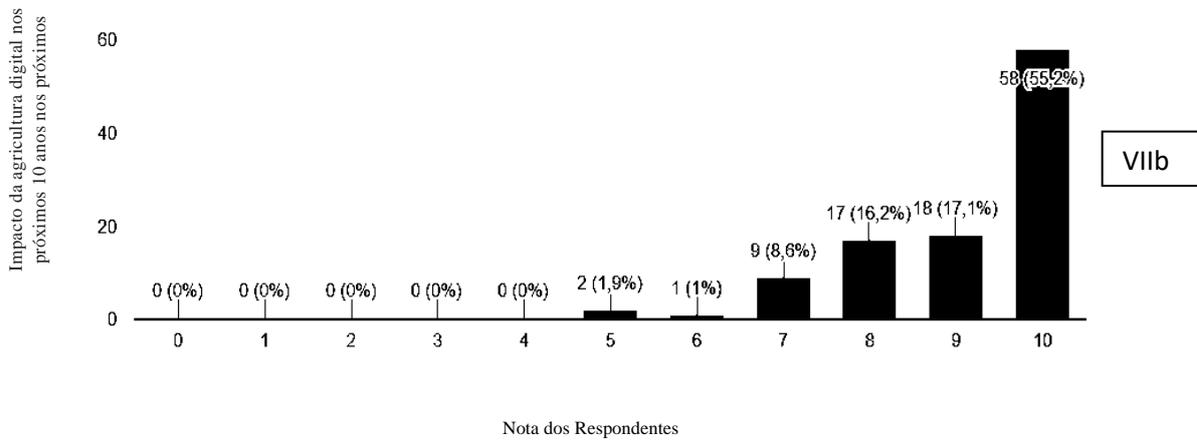
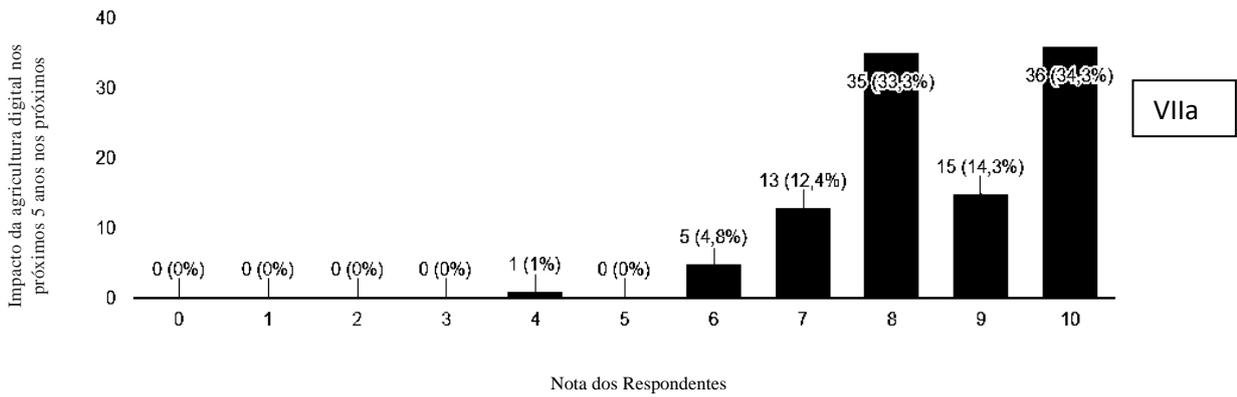


Figura VII. Distribuição em escala sobre o impacto da agricultura digital nos negócios nos próximos 5 anos (a); Distribuição em escala sobre o impacto da agricultura digital nos negócios nos próximos 10 anos (b); Distribuição em escala sobre a percepção dos entrevistados a respeito de ser possível produzir alimentos (grãos etc.) sem uso de soluções digitais (c). Fonte: Resultados originais da pesquisa.

CONCLUSÃO

Compreendendo a diversidade do setor agrícola e a representatividade regional dos respondentes, os resultados desta pesquisa sugerem um crescente interesse e reconhecimento da agricultura digital no Brasil. A amostra coletada demonstrou que a adoção de soluções digitais já está em andamento, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, e que a faixa etária dos envolvidos varia consideravelmente.

Os dados revelam uma tendência positiva na utilização de tecnologias digitais, com destaque para o aplicativo WhatsApp como uma ferramenta de comunicação amplamente adotada pelos agricultores. Além disso, a pesquisa indica que há potencial para a expansão da digitalização em várias áreas da agricultura, incluindo assistência técnica, gestão agrônômica e comércio, aproveitando as plataformas digitais já em uso.

Entretanto, também se evidenciam desafios a serem superados, como a necessidade de capacitação técnica, a falta de visibilidade sobre os benefícios reais e os custos associados à adoção das tecnologias digitais. A conscientização sobre esses desafios é crucial para orientar futuros desenvolvimentos e investimentos na agricultura digital.

Em resumo, este estudo reforça a relevância crescente da agricultura digital no contexto brasileiro, oferecendo uma visão promissora das vantagens que essa transformação tecnológica pode trazer para o setor agrícola.

À medida que os agricultores e profissionais do setor adotam e adaptam-se a essas soluções, a agricultura digital tem o potencial de aprimorar significativamente a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade das operações agrícolas no Brasil, contribuindo assim para um setor mais dinâmico e resiliente. Estudos adicionais também se tornam necessários para entender essa temática em outras regiões do Brasil de forma mais aprofundada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AGRICULTURA digital no Brasil: tendências, desafios e oportunidades: resultados de pesquisa online. Campinas: Embrapa, 2020. Disponível em: <[3e1198e9-7c03-3b7e-b87c-d2d1977f34a9](https://doi.org/10.24457/embrapa.br/3e1198e9-7c03-3b7e-b87c-d2d1977f34a9)[\(embrapa.br\)](https://embrapa.br)> Acesso em: 07 maio 2023.
- Godovskaya, M. A.; Medynskyi, D. V. 2020. Use of unmanned aerial vehicles in agriculture
- Bernardi, A. D. C.; Bueno, J. D. A.; Laurenti, N.; Santos, K. E. L.; Alves, T. C. 2018. Efeito da calagem e fertilizantes aplicados à taxa variável nos atributos químicos do solo e custos de produção de pastagem de capim tanzânia manejadas intensivamente. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 12(4), 368-382.
- Borghi, E.; Avanzi, J. C.; Bortolon, L.; Luchiarini Junior, A.; Bortolon, E. S. 2016. Adoption and use of precision agriculture in Brazil: perception of growers and service dealership.
- Bolfe, É. L.; Jorge, L. A. D. C.; Sanches, I. D. A.; Luchiarini Júnior, A.; da Costa, C. C.; Victoria, D. D. C.; Ramirez, A. R. 2020. Precision and digital agriculture: Adoption of technologies and perception of Brazilian farmers. *Agriculture*, v. 10, n. 12, p. 653.
- Buainain, A. M., Alves, E., Silveira, J. M. J. D., & Navarro, Z. 2014. **O mundo rural no Brasil do século 21. A formação de um novo padrão agrário e agrícola.** Embrapa.
- CAMARGO, A.M. 2019. de. Editorial. TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n.20, p.5-7. DOI: <https://doi.org/10.23925/1984-3585.2019i20p5-7>.
- Carvalho, R. D. C. R.; Godinho, R. F. 2010. Reflexões sobre a formação do profissional de Ciências Agrárias. *Ciência ET Praxis*, v. 3, n. 05, p. 69-74.
- Castro, A. C.; Geraldine, A. M.; Marques, R. P.; Christoffoleti, P. J.; Dias, A. P. L.; Ventura, M. V. A.; Sperandio, E. M. 2022. Identification of Weed Species in Commercial Soybean Areas by High-Resolution Drone Images. *Journal of Agricultural Science*, 14(3).
- Diekmann, F.; Batte, M. T. 2010 Ohio farming practices survey: adoption and use of precision farming technology in Ohio. *Ohio State University*

Department of Agricultural, Environmental, and Development Economics.

- Figueiredo, S.S.S.; Jardim, F.; Sakuda, L. O. 2022. (Orgs.) Radar AgTech Brasil 2022: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro. Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens: Brasília e São Paulo. Disponível em < [Relatório Interativo do Radar AgTech Brasil 2022](#)> Acesso em: 08 maio 2023.
- Godoy, C. M. T.; Neves, C. V.; de Oliveira, P. H.; da Rocha Campos, J. R. 2022. Comunicação e Inclusão Digital no Meio Rural: Utilização de aplicativo do WhatsApp como meio de comunicação e de gestão de negócios. **Desenvolvimento em Questão**, v. 20, n. 58.
- Huang, Y.; Reddy, K. N.; Fletcher, R. S.; Pennington, D. 2018. UAV low-altitude remote sensing for precision weed management. *Weed technology*, 32(1), 2-6.
- Larson, J. A.; Roberts, R. K.; English, B. C.; Larkin, S. L.; Marra, M. C.; Martin, S. W.; Reeves, J. M. 2008. Factors affecting farmer adoption of remotely sensed imagery for precision management in cotton production. *Precision Agriculture*, 9, 195-208.
- Luz, A. da; Fochezatto, A. 2022. O transbordamento do PIB do Agronegócio do Brasil: uma análise da importância setorial via Matrizes de Insumo-Produto. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, vol. 61.
- Marco estratégico de la FAO para 2022-2031 [FAO]. 2021. Disponível em: <[Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação: FAO no Brasil | Food and Agriculture Organization of the United Nations](#)>. Acesso em: 06 maio 2023.
- OLIVEIRA, M. E.; CORREA, C.; SILLA, P.; KERN, H. 2022. Avaliação de usabilidade de um sistema web para a agricultura.
- McFadden, J., Njuki, E. e Griffin, T. 2023. Precision Agriculture in the Digital Era: Recent Adoption on US Farms.
- Massruhá, S. M. F. S. e LEITE, MA de A. 2016. Agricultura digital.
- Magalhães, G. E Romani, L. 2016. Aplicativos Android para agricultura: benefícios do desenvolvimento em parceria com o usuário. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 10., Campinas. Anais... Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite.
- Martha Júnior, G. B. 2020. Forças motrizes para a agropecuária brasileira na próxima década: implicações para a agricultura digital. Embrapa.
- Molin, J. P. 2017. Agricultura de precisão: números do mercado brasileiro. **Boletim Técnico**, v. 3, p. 7.
- Michels, M., Bonke, V.; Musshoff, O. 2019. Understanding the adoption of smartphone apps in dairy herd management. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 10, p. 9422-9434.
- Michels, M., Bonke, V.; Musshoff, O. 2020. Understanding the adoption of smartphone apps in crop protection. **Precision Agriculture**, v. 21, p. 1209-1226.
- Pivoto, D.; Barham, B.; Waquil, P. D.; Foguesatto, C. R.; Corte, V. F. D.; Zhang, D.; Talamini, E. 2019. Factors influencing the adoption of smart farming by Brazilian grain farmers. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 22, n. 4, p. 571-588.
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. 2020. From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 207.
- Schwalbert, R. A.; Amado, T. J. C.; Gebert, F. H.; Santi, A. L.; Tabaldi, F. 2014. Zonas de manejo: atributos de solo e planta visando a sua delimitação e aplicações na agricultura de precisão. **Revista Plantio Direto**, p. 21-32.
- SCHIMIGUEL, J.; BARANAUSKAS, M. C. C.; MEDEIROS, C. B. Investigando aspectos de interação em aplicações SIG na web voltadas ao domínio agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 6., 2004, Curitiba. Mediando e transformando o cotidiano: anais. Curitiba: UFPR, CEIHC-SBC, 2004. p. 103-122. Disponível em: <https://lis-unicamp.github.io/wp-content/uploads/2014/09/IHC2004.pdf>. Acesso em: 10 maio 2023.
- Silva, C. B.; de Moraes, M. A. F. D.; Molin, J. P. 2011. Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. **Precision agriculture**, v. 12, p. 67-81.
- Thompson, N. M.; Bir, C.; Widmar, D. A.; Mintert, J. R. 2019. Farmer perceptions of precision agriculture technology benefits. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v. 51, n. 1, p. 142-163.