

DOI: 10.55905/rmuscv3n1-002

Recebido: 03/02/2025

Aceito: 26/02/2025

## **Análise do impacto de novas tecnologias na rentabilização do setor agrícola**

## **Analysis of the impact of new technologies on the profitability of the agricultural sector**

## **Análisis del impacto de las nuevas tecnologías en la rentabilidad del sector agrário**

**Juliana Alves Soares<sup>1</sup>, Marcelo Rogério Zitta<sup>2</sup>**

### **RESUMO**

A agricultura está em constante evolução, impulsionada pelo avanço da tecnologia e pela busca por métodos mais eficientes e sustentáveis de produção. Nesse contexto, este artigo investiga o impacto financeiro da adoção de novas tecnologias no agronegócio brasileiro, ao comparar o método tradicional de pulverização com tratores ao método inovador do uso de drones. Através de um estudo de caso em uma fazenda em Carambeí/PR, com 597 hectares de plantação, apresentando os resultados de duas safras distintas. Uma análise de custos, produtividade e rentabilidade entre as safras de 2022/2023 e 2023/2024 revelou que o uso de drones para pulverização na segunda safra resultou em maior lucratividade, devido à redução de custos e aumento da produtividade. A demonstração de resultados mostrou um aumento significativo no lucro com o uso de novas tecnologias, evidenciando os benefícios financeiros proporcionados por essas inovações. A metodologia adotada envolveu, questionários, entrevistas, análise de dados primários e secundários, pesquisa quantitativa e pesquisa bibliográfica.

**Palavras-chave:** agricultura, tecnologia, pulverização.

### **ABSTRACT**

Agriculture is constantly evolving, driven by technological advances and the search for more efficient and sustainable production methods. In this context, this article investigates the financial impact of adopting new technologies in Brazilian agribusiness, by comparing the traditional method of spraying with tractors to the innovative method of using drones. Through a case study on a farm in Carambeí/PR, with 597 hectares of plantation, presenting the results of two different harvests. An analysis of costs, productivity and profitability between the 2022/2023 and 2023/2024 harvests revealed that the use of drones for spraying in the second harvest resulted in greater profitability,

<sup>1</sup> Artigo apresentado pelo formando Centro Universitário Santa Cruz (UNISANTACRUZ).

<sup>2</sup> Graduado em Administração com Mestrado em Educação pela Universidade Tuiuti do Paraná.

due to cost reduction and increased productivity. The income statement showed a significant increase in profit with the use of new technologies, evidencing the financial benefits provided by these innovations. The methodology adopted involved questionnaires, interviews, analysis of primary and secondary data, quantitative research and bibliographic research.

**Keywords:** agriculture, technology, spraying.

---

### RESUMEN

La agricultura está en constante evolución, impulsada por los avances tecnológicos y la búsqueda de métodos de producción más eficientes y sostenibles. En este contexto, este artículo investiga el impacto financiero de la adopción de nuevas tecnologías en el agronegocio brasileño, comparando el método tradicional de pulverización con tractores con el método innovador de uso de drones. A través de un estudio de caso en una finca en Carambeí/PR, con 597 hectáreas de plantación, presentando los resultados de dos cosechas diferentes. Un análisis de costos, productividad y rentabilidad entre las zafra 2022/2023 y 2023/2024 reveló que el uso de drones para fumigación en la segunda zafra resultó en mayor rentabilidad, debido a la reducción de costos y al aumento de la productividad. El estado de resultados mostró un aumento significativo de las ganancias con el uso de nuevas tecnologías, resaltando los beneficios financieros que brindan estas innovaciones. La metodología adoptada implicó cuestionarios, entrevistas, análisis de datos primarios y secundarios, investigación cuantitativa e investigación bibliográfica.

**Palabras clave:** agricultura, tecnología, pulverización.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio, a contabilidade e a tecnologia são áreas distintas que estão em constante crescimento no Brasil. O setor agropecuário representa aproximadamente 26% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, de acordo com a EMBRAPA (2024), evidenciando sua relevância econômica, fechando o ano de 2023 com um crescimento de 15,1%. Essa parcela expressiva destaca a contribuição significativa do agronegócio para a economia do país. O Agronegócio abrange várias atividades econômicas, tendo como suas principais vertentes a agricultura e a pecuária.

O Brasil é um dos maiores produtores de soja do mundo, devido a disponibilidade de recursos naturais, suas vastas terras aráveis e seu clima favorável, com mais de 44 milhões de hectares plantados e uma colheita de 154 milhões de toneladas em 2023, sendo

Mato Grosso o estado campeão de produção, seguido do Paraná e Rio Grande do Sul respectivamente, segundo a CONAB (2023).

A contabilidade por sua vez está presente em diversos setores, sendo um deles o agronegócio. Com o crescimento do agro, a contabilidade tem ganhado espaço na área rural devido à necessidade de gerenciamento eficiente de suas atividades. Existem desafios a serem superados, desde a capacitação dos profissionais até a adoção de tecnologias adequadas. A contabilidade torna-se essencial para fornecer informações precisas sobre custos, despesas, receitas, estoques, depreciação de máquinas e equipamentos, entre outros aspectos. Essas informações são fundamentais para os gestores rurais tomarem decisões estratégicas.

A necessidade de uma atualização dos meios de gerenciamento nas empresas rurais é, hoje, uma realidade fundamental para alcançar resultados de produção e produtividade que garantam o sucesso do empreendimento. Por meio de tecnologias que permitem interligar criações, pode ser possível obter rendimentos adicionais, diluir custos e economizar insumos (Crepaldi, 2016, p. 43).

Algumas práticas da administração financeira que podem ajudar os agricultores a promover a redução de custos e implementação de novas tecnologias, incluem: monitoramento de gastos, análise de rentabilidade, gestão de estoques, avaliação de investimentos em tecnologia e relatórios financeiros transparentes. Segundo Nakao (2017), a contabilidade financeira no agronegócio engloba as práticas e normas contábeis para divulgação referente ao agronegócio, o qual é um setor de grande importância para a economia brasileira e possui diversas particularidades que demandam tratamento contábil.

O objetivo geral deste trabalho se concentra em demonstrar o impacto financeiro da utilização de tecnologias inovadoras no setor do agronegócio.

Objetivos específicos deste artigo:

- a. Apresentar um comparativo entre o método de pulverização com tratores e o método inovador do uso de drones, demonstrando seus custos, despesas, receita, lucratividade e produtividade.
- b. Comparar a rentabilidade das tecnologias anteriores com as novas tecnologias na plantação.

- c. Por meio de estudo de caso demonstrar efetivamente o impacto no setor agrícola de novas tecnologias.

Nesse contexto, propõe-se como questão central, para o presente artigo: Pode-se aumentar a rentabilidade no setor do agronegócio por meio da utilização de novas tecnologias?

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA**

De acordo com Santana (2020, p.16)

Uma das necessidades da administração financeira de uma empresa é saber como está o desempenho financeiro a fim de mensurar os resultados e compará-los com os orçamentos estimados. Este processo é chamado de análise financeira e seu surgimento aconteceu com a percepção de que as demonstrações financeiras podiam ser usadas para obter informações fundamentais para a empresa.

Para Silva (2008), o estudo da administração financeira concentra-se na otimização da riqueza, buscando alcançar lucros crescentes para valorizar o patrimônio, sempre levando em consideração a minimização do risco.

Conforme Seleme (2010), a administração financeira viabiliza aos administradores a análise e resolução de questões financeiras por meio de dados precisos e confiáveis, provando elementos que garantem um nível elevado de excelência na tomada de decisões, especialmente em contextos relacionados à avaliação de investimentos e à captação de recursos.

Para Ross (2022), o objetivo da administração financeira é ganhar dinheiro e agregar valor para os proprietários; evitando problemas financeiros, superando a concorrência, maximizando as vendas, minimizando os custos e mantendo o crescimento constante dos lucros.

A administração financeira é uma área crucial para qualquer empresa, pois envolve o controle e a gestão eficiente dos recursos financeiros, desempenhando um papel crucial no setor do agronegócio, um campo que enfrenta desafios únicos devido à volatilidade dos preços de mercado, questões climáticas e as especificidades das safras e

criações. Para garantir a sustentabilidade e a expansão neste setor, é essencial uma gestão financeira eficaz que permita aos agricultores e empresas agropecuárias, controlar e avaliar rigorosamente suas finanças. A análise financeira permite a esses negócios antecipar períodos de baixa liquidez e fazer investimentos adequados em tecnologia e infraestrutura. Essa gestão é validada por meio de práticas como o orçamento minucioso, a avaliação constante de custos e receitas, e a adaptação a padrões financeiros que maximizam os lucros e minimizam riscos, buscando alcançar um desempenho econômico favorável.

## 2.2 CONTABILIDADE RURAL

Segundo Crepaldi (2016, p. 87)

No momento em que se avalia a importância da Contabilidade Rural em gerar informações para a tomada de decisões, a empresa, para obter sucesso, deverá estar subordinada a uma administração eficiente, e isso requer conhecimento do negócio, do capital, da especialização e da modernização da agropecuária.

Conforme Travassos (2023), a contabilidade rural segue um exercício contábil diferenciado das demais entidades industriais e comerciais, o ano calendário agrícola abrange o tempo necessário para a preparação da terra, plantação, colheita e venda da safra, sendo uma atividade que varia de acordo com o produto agrícola que está sendo produzido, deixando claro a importância em ter uma administração financeira adequada.

A contabilidade rural desempenha um papel fundamental na gestão eficiente das empresas do setor agrícola. Para que uma empresa rural alcance o sucesso, é essencial que esteja sob uma administração bem fundamentada, que compreenda não apenas os aspectos contábeis, mas também os detalhes específicos do negócio, o capital envolvido, a especialização necessária e a modernização das práticas agropecuárias. Isso implica em uma compreensão profunda do ciclo de produção agrícola, que se diferencia consideravelmente dos ciclos industriais e comerciais. O ano agrícola, que compreende desde o preparo da terra até a venda da safra, é um período variável, dependendo do tipo de produto cultivado. Portanto, uma gestão contábil é crucial para lidar com as particularidades desse contexto, garantindo que os recursos sejam alocados de forma

eficiente ao longo de todo o ciclo produtivo e que as decisões sejam embasadas em informações contábeis precisas e atualizadas.

### 2.3 CUSTOS

Os custos no contexto do agronegócio envolvem gastos diretamente ligados à produção agrícola, como o tratamento de uma cultura específica ou a manutenção de um segmento de produção animal. Esses custos ajudam os gestores a realizar uma análise detalhada e precisa, identificando quais segmentos da produção são mais rentáveis e quais requerem otimização. Ao identificar esses custos, é possível não apenas ajustar as práticas de manejo para melhorar o retorno sobre o investimento, mas também tomar decisões estratégicas sobre diversificação e intensificação de culturas ou atividades peculiares.

Para Padoveze (2013), o conceito de custo emergiu durante a Revolução Industrial em decorrência da produção em larga escala das novas inovações tecnológicas e dos primeiros processos automatizados. Nesse contexto, a contabilidade precisou se adaptar para suprir as necessidades do cenário industrial emergente. Dessa forma, a contabilidade de custos passou a determinar os custos dos produtos com o objetivo de avaliar os estoques, bem como o custo dos produtos vendidos para determinar o lucro proveniente das vendas.

“Custo: Gasto relativo a bem ou serviço utilizado na produção rural; são todos os gastos relativos à atividade de produção.” (Crepaldi, 2016, p. 107).

É de suma importância que os gestores possuam um conhecimento aprofundado sobre os custos e os procedimentos adotados pela empresa, a fim de embasar suas decisões de forma eficaz e, desse modo, garantir vantagens competitivas que viabilizem a atuação da organização de forma sólida e proativa no mercado em que atua. Conforme apresenta Lorentz (2021).

Para Crepaldi (2016), um dos quesitos mais importantes para o produtor rural é o conhecimento dos custos de produção, para saber se a propriedade está lucrando e quais subsídios necessários para tomada de decisões buscando atingir os melhores resultados.

### **2.3.1 Custo direto**

Conforme Martins (2018), custos diretos são custos atribuíveis diretamente aos produtos, requerendo uma forma mensurável de consumo. Estes custos são mensuráveis de maneira precisa e podem ser vinculados de maneira objetiva aos produtos em questão.

Complementando essa ideia, Bruni (2004) diz que os custos diretos se referem ao custo que possuem uma vinculação direta com a elaboração dos produtos. Estes podem englobar a matéria-prima, bem como os materiais empregados no processo de produção ou fabricação. Uma característica distintiva é serem mensuráveis de modo objetivo. Abrangem todos os elementos diretamente relacionados ao desenvolvimento do produto.

Crepaldi afirma que os custos diretos “podem ser apropriados diretamente aos produtos agrícolas porque há uma medida objetiva do seu consumo nessa produção.” (2016, p. 108)

Os custos diretos são aqueles que podem ser atribuídos de forma direta aos produtos, representando gastos mensuráveis que estão intrinsecamente ligados à sua produção, como a matéria-prima, sementeira, colheita, insumos, fertilizantes, pesticidas, mão de obra direta e outros materiais diretamente envolvidos no ciclo produtivo. Uma característica fundamental dos custos diretos é a sua mensurabilidade objetiva, o que significa que é possível quantificar de forma precisa o seu consumo na produção. Isso permite que sejam apropriados diretamente aos produtos agrícolas, fornecendo uma base sólida para a análise e o controle dos custos de produção na agricultura.

### **2.3.2 Custo indiretos**

De acordo com Martins (2018), os custos indiretos são os custos destinados aos objetos por meio de métodos de rateios. Custos que não podem ser transferidos de forma clara ou direta aos produtos específicos ou a um determinado setor. Quando relacionados a produtos, serviços ou departamentos, são alocados utilizando critérios específicos de distribuição para determinar sua parcela de custo. Além disso, alguns custos, devido à sua complexidade de mensuração ou devido à sua relevância limitada, são categorizados como custos indiretos.

“Os custos indiretos dependem de cálculos, rateios ou estimativas para serem apropriados em diferentes produtos agrícolas; portanto, são os custos que só são apropriados indiretamente aos produtos agrícolas.” (Crepaldi, 2016, p. 110).

Os custos indiretos rurais abrangem despesas que dependem de cálculos, rateios ou estimativas para serem apropriados em diferentes produtos agrícolas, visto que muitas despesas associadas à operação agrícola não podem ser diretamente vinculadas a produtos ou culturas específicas. Esses custos incluem, por exemplo, gastos com energia, armazenamento, depreciação de equipamentos e gastos administrativos. Ao compreender a totalidade dos custos, diretos e indiretos, os produtores podem definir preços de venda mais assertivos e realistas, melhorando a competitividade no mercado.

#### 2.4 DESPESAS

Despesa é entendida como “todo sacrifício, todo esforço da empresa para obter receita.” (Marion, 2009, p. 85).

De acordo com Crepaldi (2018), as despesas resultam na diminuição do patrimônio líquido e podem ser variadas em diretas, aquelas que possuem uma conexão com o faturamento; e indiretas, como as que surgem de forma independente ao faturamento. Estes impactam o resultado do período contábil, contudo, não possuem uma ligação direta com o processo de produção.

As despesas no contexto do agronegócio, contribuem para a operação e manutenção eficiente das atividades rurais. Estas despesas abrangem uma variedade de custos que não estão diretamente ligados à produção, como despesas administrativas, de vendas, manutenção de instalações, entre outros. Essas despesas podem ser alocadas em diretas, aquelas diretamente relacionadas ao processo de geração de receita, e indiretas, que surgem independentemente desse processo. Monitorar e controlar essas despesas permite aos gestores identificar áreas de custo excessivo, implementar medidas de redução de gastos e melhorar o uso dos recursos disponíveis.

## 2.5 RECEITA

Receitas são aumentos nos benefícios econômicos durante o período contábil sob a forma de entrada de recursos ou aumento de ativos ou diminuição de passivos, que resultam em aumentos do patrimônio líquido e que não sejam provenientes de aporte dos proprietários da entidade. (Velter, 2011, p. 77).

Mas para Marion (2009, p. 84) “A receita corresponde, em geral, a vendas de mercadoria ou prestação de serviço. A receita sempre aumenta o ativo.”

No entanto conforme Crepaldi (2016), a receita da atividade rural é constituída pelo total de vendas dos produtos oriundos da atividade definida do produtor rural.

A receita representa o montante total de recursos gerados a partir da venda de produtos agrícolas, serviços ou outras fontes de renda. Aumentar a receita não implica apenas em aumentar a produção e as vendas, mas também envolve estratégias como diversificação de produtos, abertura em novos mercados e negociações estratégicas com compradores e parceiros comerciais. Além disso, uma análise detalhada da receita permite aos investidores avaliar a lucratividade de diferentes culturas, identificar tendências de mercado e tomar decisões assertivas sobre investimentos futuros.

## 2.6 LUCRO

Crepaldi (2016, p. 176) define lucro como "a diferença positiva entre as receitas e os custos de cada atividade. Quando essa diferença for negativa, caracteriza-se prejuízo.”

Para Marion (2009) lucro é a diferença entre a venda de mercadorias e o custo dessa mercadoria vendida, quanto maior for o lucro, maior será a remuneração dos proprietários.

O lucro é o resultado positivo que uma empresa obtém quando suas receitas superam seus custos. Essa diferença é essencial para avaliar o desempenho financeiro de um negócio, indicando sua capacidade de gerar valor. Em suma, o lucro é um indicador fundamental da eficiência operacional e da capacidade de uma empresa em criar valor para seus proprietários.

## 2.7 DEPRECIÇÃO

A depreciação das máquinas agrícolas ocorre devido a dois fatores principais: desgaste do equipamento devido ao uso e obsolescência. Os desgastes podem ser das peças do conjunto, as horas de uso em que essa máquina foi submetida ao trabalho no campo, entre outros. Já a depreciação por obsolescência, alguns fatores são: os equipamentos adquiridos com pacotes tecnológicos ficam ultrapassados com o passar do tempo, danos como batidas, desgaste, envelhecimento e falta de peças para reposição são alguns exemplos. A desvalorização dos equipamentos com o passar do tempo é conhecida como depreciação.

Calculamos a depreciação das máquinas agrícolas com base na vida útil estimada do equipamento, desgaste, valor residual e outros aspectos. No ano de 2023 a depreciação do maquinário agrícola foi de 11,5% conforme planilha do Instituto ABC (2023) e tabela de depreciação da Receita Federal.

De acordo com Velter (2011, p. 377) depreciação “é a redução de valor dos bens corpóreos que integram o ativo não circulante (imobilizado), em decorrência de desgaste ou perda de utilidade pelo uso, ação da natureza ou obsolescência.”

Para Marion (2009) a maioria dos ativos imobilizados têm vida útil limitada, serão úteis para empresa por um período finito de tempo, de acordo com o passar do tempo ocorrerá o desgaste do bem, caracterizando depreciação do mesmo.

“Depreciação corresponde a perda do valor dos direitos que tem por objeto bens físicos sujeitos a desgaste ou perda de utilidade por uso, ação da natureza ou obsolescência” (Crepaldi, 2016, p. 139)

## 2.8 TECNOLOGIA NO SETOR AGRÍCOLA

A tecnologia está revolucionando a forma como cultivamos, monitoramos e gerenciamos as operações agrícolas. Através de inovações como sensores, drones e IA, os agricultores podem obter dados precisos em tempo real e tomar decisões mais informadas e otimizar a produtividade. (Rodrigues, 2023, p. 16).

Segundo Alves (2012), ao longo de tempos, os agricultores têm sistematicamente estruturado seus conhecimentos e os convertidos em soluções tecnológicas. Inicialmente, esse acúmulo de conhecimento foi gerado internamente por eles mesmos. Atualmente,

com uma visão econômica, tais tecnologias se popularizaram. O processo de disseminação foi rápido para tecnologias mais simples, porém tornou-se mais prolongado para outras, dependendo das barreiras encontradas. Contudo, aquilo que foi declarado ser rentável acabou por transportar todas as barreiras. Dessa forma, o objetivo da divulgação de tecnologia organizada, seja por intervenção governamental ou iniciativa privada, visa encurtar o tempo entre a concepção do conhecimento e sua efetiva transformação em tecnologias.

“Com a utilização de tecnologias avançadas, os agricultores e empresas agrícolas estão conseguindo melhorar a eficiência e aumentar a produtividade, além de garantir a qualidade e segurança”. (Oliveira, 2023, p. 4).

A utilização de novas tecnologias no setor agrícola desempenha um papel essencial na busca por maior eficiência e produtividade nas atividades agrícolas. A incorporação de tecnologias como drones, sensores remotos, inteligência artificial e maquinário automatizado permite aos agricultores otimizar processos, monitorar cultivos de forma mais precisa e tomar decisões mais assertivas. Dessa forma, a adoção dessas tecnologias pode resultar em ganhos significativos para os produtores, tanto em termos de redução de custos como no aumento da qualidade e quantidade da produção.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

Os métodos abordados neste artigo para analisar melhor essas novas tecnologias no setor agrícola e seus impactos financeiros e contábeis, será: estudo de caso em uma fazenda localizada em Carambeí/PR, onde sua principal atividade é o plantio de algumas sementes, como soja e milho, com uma extensão de 597 hectares cultiváveis; onde serão comparadas as tecnologias de pulverização no cultivo da soja em duas safras distintas.

Estudo de caso para Gomes Neto (2024), se trata de compreender um determinado evento, fenômeno raro ou conjunto de poucos eventos, a identificação do caso é fundamental para a validação da pesquisa proposta. É uma construção intelectual de um fenômeno a ser estudado, num contexto específico. O estudo visa identificar devidamente o caso, justificando sua escolha, assim como delimitar os contextos espacial e temporal nos quais estaria inserido o caso.

Para obter dados sobre as safras e a fazenda, foram feitas entrevistas e aplicado questionários fixados por meio de apêndice no final deste trabalho. De acordo com Stewart (2015), a entrevista é um processo de comunicação entre duas partes, em que uma delas tem um propósito predeterminado e claro que envolve os atos de perguntar e responder.

Para Gil, questionário é:

Pode-se definir questionário como a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc. (Gil, 2008, p. 121).

Serão analisados os dados primários e secundários, onde os dados primários, também conhecido por possuir dados brutos, são obtidos em primeira mão diretamente com o pesquisador. Segundo Silva (2008), os dados primários são obtidos por meio de técnicas como entrevistas, observações e experimentos, permitindo aos pesquisadores uma análise mais precisa e contextualizada dos dados.

Já os dados secundários por sua vez são dados que já foram coletados em outras pesquisas, usando outras fontes disponíveis. Para Marion (2009) os dados secundários são informações previamente coletadas por outras fontes, como relatórios governamentais, pesquisas acadêmicas e dados de organizações internacionais.

Ocorrerá o fornecimento de dados numéricos a partir de pesquisa quantitativa com perguntas objetivas e que serão analisadas usando métodos estatísticos. Conforme cita Trevisol Neto (2017) a pesquisa quantitativa visa chegar às conclusões baseadas em dados numéricos, empregando a matemática para analisar os dados. Isso significa que os dados da pesquisa podem ser medidos em termos quantitativos.

Foram feitos levantamentos bibliográficos, através de pesquisa bibliográfica, com citações diretas e indiretas. Segundo Gil (2008) pesquisa bibliográfica é um material já elaborado, existente em livros e artigos científicos, é utilizado em diversos estudos, inclusive em pesquisas exclusivamente bibliográficas e em pesquisas de análise de conteúdo.

#### 4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Por meio da pesquisa realizada aos dados publicados pela CONAB (2022), a soja é considerada uma cultura anual, com ciclo médio de 100 a 140 dias do plantio até a colheita; onde o plantio é feito preferencialmente na primavera, entre os meses de setembro a janeiro, e a colheita no verão, iniciando em janeiro, podendo ocorrer até o mês de maio, conforme pode-se observar na figura 1.

Figura 1 - Calendário plantio da soja



Fonte: CONAB - Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil (2022/2023 p.55)

Sendo proibido o cultivo durante o chamado “vazio sanitário” que se refere a um período no qual os produtores rurais são proibidos de manterem plantas de soja viva nas lavouras, a fim de evitar a disseminação de certos fungos e pragas, tendo como principal o fungo *Phakopsorapachyrhizi*, causador da ferrugem asiática, doença mais grave que afeta a sojicultura no Brasil e no mundo. No ano de 2023 o vazio sanitário paranaense começou em 10 de junho e se estendeu até 10 de setembro, conforme dados da Adapar (2023), órgão responsável pela fiscalização.

##### 4.1 ETAPAS DO CULTIVO DA SOJA

Mediante ao estudo realizado na Embrapa (2021) foi analisado o processo padrão das etapas do cultivo da soja (figura 2). A abordagem principal deste projeto é a pulverização, realizada nas etapas de correção do solo, semeadura e adubação, controle de pragas e doenças e na pré-colheita.

Figura 2 - Diagrama etapas do cultivo da soja



Fonte: Elaborada pela autora (2024)

A cobertura do solo refere-se ao sistema de rotação de cultura (o plantio de uma cultura antes da soja) para preparar o solo a fim de reter a umidade, reduzindo a incidência de ervas daninhas. Nessa etapa é indicado plantar milho e aveia, pois produzem grande quantidade de massa seca, gerando uma quantidade alta de carbono e nitrogênio com baixa taxa de decomposição para o solo.

A etapa posterior é a correção do solo, inicia-se o processo de análise do solo pré-plantio da soja, fazendo a correção do solo através da calagem, gessagem ou dessecação. Aqui inicia-se o primeiro processo de pulverização, com a dessecação do solo trinta dias antes do plantio de soja.

A próxima etapa será a semeadura e adubação, onde ocorre o plantio da semente de soja, logo após verifica-se a necessidade de adubação e aplicação de fertilizantes, contabilizando mais uma etapa de pulverização.

Após o plantio inicia-se o controle de pragas e doenças, dando continuidade às etapas essenciais da pulverização, com a aplicação de defensivos, variando entre herbicidas, fungicidas e inseticidas.

E após todo o processo de cultivo e cuidado com a planta, inicia-se a colheita, onde ocorre a última etapa da pulverização, a dessecação pré-colheita, que possui três objetivos: uniformizar a área da soja, controlar plantas daninhas e antecipar a colheita.

## 4.2 PULVERIZAÇÃO

Entre as etapas de preparação do solo até a colheita da soja, existe o processo de pulverização. Ainda conforme estudo na Embrapa (2006), a pulverização agrícola é um

método de proteção, prevenção e distribuição de insumos na lavoura, por meio dos equipamentos pulverizadores são aplicados defensivos, com o objetivo de conter pragas, insetos e doenças; estes equipamentos também ajudam na distribuição de fertilizantes e nutrientes. Eles garantem uma distribuição uniforme de produtos, em quantidade correta e nos locais desejados. Esse processo ajuda a melhorar a qualidade dos grãos e a produtividade da lavoura. Caso não seja realizado de forma eficaz pode-se ocorrer perdas significativas na rentabilidade da safra, uma vez que reduz a produtividade de grãos e afeta a qualidade das sementes.

A pulverização agrícola pode ser realizada de duas maneiras: via aérea e terrestre.

- Terrestre: realizada manualmente ou por meio de máquinas, como tratores.
- Aérea: realizada por drones, aviões ou helicópteros.

#### **4.2.1 Pulverização terrestre**

A pulverização terrestre por meio de tratores, que será abordada neste trabalho, é uma prática comum em lavouras com maior extensão de terra, esse método envolve o uso de equipamentos acoplados aos tratores, que pulverizam os defensivos agrícolas de forma precisa e uniforme sobre as plantações, este método pode ser mais seguro para os operadores, comparando com outros meios de pulverização terrestre, pois eles ficam protegidos na cabine do trator, evitando a exposição direta aos produtos químicos, conforme cita a Embrapa (2006).

#### **4.2.2 Pulverização aérea**

Entre os principais tipos de pulverização aérea para o setor agrícola, e outro método que será analisado neste trabalho, destacam-se os drones pulverizadores, conforme estudo na Embrapa (2022), é uma técnica inovadora e cada vez mais utilizada pelos produtores rurais. Oferecendo uma série de vantagens, como maior precisão, reduzindo o desperdício, flexibilidade, eficiência e velocidade, acesso a áreas de difícil alcance, maior segurança à saúde do operador pois é controlado remotamente. Os drones permitem a aplicação de defensivos agrícolas de forma mais eficiente e uniforme sobre

as plantações, reduzindo o contato com o solo, o que pode minimizar a compactação do solo e o amassamento das plantas.

#### 4.3 REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OPERAR UM PULVERIZADOR

De acordo com informações da CNA (2017) os principais requisitos para operar um trator pulverizador são: carteira de motorista categoria C, conhecimento de informática, conhecimento básico da operação agrícola (saber como funciona o trabalho no campo, saber quando plantar e quando colher, as principais pragas e a relação com o clima), ter noção básica de manutenção mecânica, cursos no SENAI e SENAR são alguns diferenciais.

Segundo o ministério da agricultura (2023) para operar um drone pulverizador, o mesmo necessita de manuseio especializado, onde o piloto precisa ter total conhecimento da legislação brasileira que prevê normas, regras e regulamentos para uso de drones agrícolas. Os principais cursos indicados para se tornar um piloto de drone agrícola são o Caar (Curso de aplicação aeroagrícola com drones) e o curso de pilotagem de drone. É necessário ter o registro de piloto, que precisará de uma licença de piloto privado (PP) obtido através da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), também é obrigatório a habilitação para piloto agrícola obtida na ANAC, sendo necessário curso teórico e prático com 25 horas de voo em aeronave agrícola.

A escolha de um bom profissional nessa área é essencial para reduzir a depreciação dos equipamentos e custos de manutenção com o uso correto da ferramenta, minimizando perdas e desperdícios em todas as etapas do cultivo, o que aumenta a produtividade e reduz as despesas.

#### 4.4 ESTUDO DE CASO

Para responder à questão central desse artigo que envolve demonstrar os resultados financeiros e impactos de novas tecnologias no campo, analisando os meios de pulverização terrestre e aérea, suas principais especificidades, e compará-los em relação a custos, despesas, produtividade e rentabilidade. Serão analisadas duas safras de soja de anos distintos, a safra de 2022/2023 (pulverização terrestre por meio de trator) ocorreu

no período de 25/11/2022 a 28/03/2023 e a safra de 2023/2024 (pulverização aérea por meio de drone) ocorreu de 06/11/2023 a 01/03/2024. Ambas os maquinários foram alugados.

Foi feito um estudo de caso na Fazenda São João, localizada em Carambeí-PR, com uma área de cultivo de 597 hectares, onde foram realizadas oito aplicações de fertilizantes e defensivos do cultivo até a colheita do grão em cada safra. Sua produtividade média nesses dois anos foi de 64 sacas por hectares.

Os dados aqui apresentados foram coletados por meio de questionários/entrevistas, aplicados ao Sr Tony Eichelbaum<sup>3</sup>, proprietário da empresa Tony Silagem, que forneceu os dados apresentados, referente ao trator pulverizador usado na safra de 2022/2023. E o Sr Victor Alencastro<sup>4</sup>, gerente da Fazenda São João, que forneceu os dados referente as duas safras e informações sobre o drone utilizado na safra de 2023/2024.

#### **4.4.1 Modelos de pulverizadores utilizados e custo do aluguel**

Na safra de 2022/2023 o pulverizador utilizado foi: Trator Pulverizador Valtra BS3330H com barra de 30m e capacidade de 3.000 litros. (figura 3)

Figura 3 - Modelo trator



Fonte: Valtra pulverizador bs3330h folheto (2023)

<sup>3</sup>Tony Eichelbaum, proprietário da empresa Tony Silagem desde julho de 2014, com formação em técnico agrícola, experiência de 42 anos como agricultor.

<sup>4</sup>Manoel Victor de Alencastro Werlang, gerente da Fazenda São João desde março de 2019, com formação superior em Gestão Comercial, pós-graduação em Agronegócio e MBA em Gestão de Pessoas.

O custo do aluguel deste modelo é de R\$54,00 o hectare, adicionado a mão de obra no valor de R\$4.000,00/mês. O valor a ser investido para compra em 2023 é de R\$1.840.800,00, a critério de conhecimento, segundo site da Valtra.

Na safra de 2023/2024 o modelo utilizado foi: Drone DJI Agras T40 com capacidade de 40 litros e 50 kg (figura 4).

Figura 4 - Modelo de drone e suas tecnologias empregadas



Fonte: Site DJI (2024)

O custo do aluguel deste modelo é de R\$85,00 por hectare, incluso mão de obra e combustível do gerador. O valor investido para compra, com três baterias, misturador de calda, tanque para sólidos e gerador é de R\$241.389,00, conforme site da DJI.

#### 4.4.2 Análise do tempo de aplicação para cada método

Na tabela 1 é apresentado a diferença de tempo e capacidade da calda para cada método, foi feito um comparativo e análise entre os dois tipos de pulverizadores, verificando se teria impacto direto na produtividade.

Tabela 1 - Tempo de aplicação e quantidade de calda

Descrição	Trator 22/23	Drone 23/24
Tempo de aplicação	15 ha/h	19 ha/h
Horas trabalhadas por dia	10h	12h
Quantidade de hectares pulverizados por dia	150 ha/dia	228 ha/dia
Tempo para pulverizar 597 hectares	3,98 dias	2,61 dias
Quantidade de calda (água mais insumos)	100L/ha	10L/ha
Quantidade de calda dia	15.000L/dia	2.280L/dia

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O trator pulveriza uma área de 15 hectares por hora, trabalhando 10 horas por dia, totalizando 150 hectares pulverizados no dia, já o drone, pulveriza 19 hectares por hora, trabalhando 12 horas por dia, totalizando uma área pulverizada no dia de 228 hectares. Para cada etapa de pulverização em 597 hectares o trator leva 3,98 dias e o drone 2,61 dias em condições de clima favorável. A quantidade de calda usada no trator é de 100 litros por hectare, totalizando o uso de 15.000 litros/dia, este possui a capacidade de calda de 3.000 litros, sendo assim necessário reabastecer a cada 30 hectares. Comparando com o drone, o mesmo usa 10 litros de calda por hectare, totalizando 2.280 litros por dia, com capacidade de 40 litros de calda, é necessário reabastecer a cada 4 hectares. A calda dos pulverizadores é a mistura entre a água e os insumos utilizados.

Neste contexto, percebe-se que o drone é mais eficiente em termos de tempo e quantidade de hectares por dia, sendo maior sua produtividade, além disso, o drone também é mais econômico no uso de calda, o que resulta em economia de água, pois a quantidade de insumos é a mesma, porém na aplicação com o drone a calda é mais concentrada, possibilitando maior velocidade na aplicação. O drone é aproximadamente 34,42% mais rápido do que o trator, usando aproximadamente 90% a menos de calda.

#### 4.4.3 Análise de custos, produtividade e rentabilidade

A fim de aprofundar a análise, foi feito um levantamento de custos, produtividade e receita por hectares. A tabela 2 apresenta um comparativo entre o uso de tratores e drones, na safra de 2022/2023 e 2023/2024. Onde foram realizadas oito aplicações de insumos em quatro meses, da preparação do solo até a colheita. Na coluna 1 são demonstrados os valores por hectares e na coluna 2 os valores totais das oito aplicações.

O valor de venda da saca é variável de um ano para outro, por se tratar de uma commodity, e para efeito de comparação será utilizado o valor da primeira safra.

Tabela 2 - Demonstração de custos, produtividade e receita

<b>Trator 22/23</b>	<b>Drone 23/24</b>		<b>Coluna 1</b>	<b>Coluna 2</b>
	<b>Coluna 1</b>	<b>Coluna 2</b>	<b>Coluna 1</b>	<b>Coluna 2</b>
	<b>por hectare</b>	<b>8 aplicações</b>	<b>por hectare</b>	<b>8aplicações</b>
Aluguel do equipamento	R\$ 54,00/ha	R\$ 432,00/ha	R\$ 85,00/ha	R\$680,00/ha
Mão de obra	R\$ 4.000,00/ mês	R\$ 16.000,00 (4 meses)	-	-
Combustível	R\$ 8,88/ha	R\$ 71,04/ha	-	-
Insumos (defensivos)	R\$ 277,16/ha	R\$ 2.217,29/ha	R\$ 233,20/ha	R\$ 1865,65/ha
Insumos (fertilizantes)	R\$ 171,62/ha	R\$ 1.373,00/ ha	R\$ 168,07/ha	R\$1344,60/ ha
Desperdício por amassamento (2,4 sacas/ha)		R\$ 348,00/ha	-	-
Produtividade		60 sacas/ha		68 sacas/ha
Receita (R\$ 145,00 saca)		R\$8.700,00/ ha		R\$9.860,00/ ha

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

A análise comparativa revela diferentes custos para cada tecnologia. No caso do trator na safra 2022/2023 após as oito aplicações de pulverização, visualiza se que o aluguel do equipamento é de R\$432,00 por hectare, com uma despesa de mão de obra de R\$16.000,00 para os quatro meses de cultivo, o gasto com combustível, é de R\$71,04 por hectare. Os defensivos totalizaram R\$2.217,29 por hectare, enquanto os fertilizantes somam R\$1.373,00 por hectare. O desperdício por amassamento na plantação é de 4% por hectare, o que corresponde a 2,4 sacas por hectare, totalizando R\$348,00 por hectare. A produtividade é de 60 sacas por hectare em 2023, a saca foi vendida a R\$145,00 gerando uma receita de R\$8.700,00 por hectare.

Por outro lado, na análise do drone na safra 2023/2024, o aluguel do equipamento é mais elevado, atingindo R\$680,00 por hectare, porém não existem gastos com mão de obra e combustível, pois já estão alocados no valor do aluguel. Os insumos de defensivos e fertilizantes são ligeiramente mais baixos, totalizando R\$1.865,65 e R\$1.344,60 por hectare respectivamente. A produtividade é maior, alcançando 68 sacas por hectare, usando o mesmo valor da saca do ano anterior a fim de comparativo, a receita de 2024 fechou em R\$9.860,00 por hectare.

#### 4.4.4 Demonstração de resultado

Com a análise aprofundada da tabela 2, comparando os custos, produtividade e receita, dos dois métodos, permitiu-se fazer uma demonstração de resultado, a fim de comparar os resultados financeiros das duas safras respectivamente em uma lavoura de 597 hectares de plantação.

Tabela 3 - Demonstração de resultado

<b>DRE</b>	<b>22/23</b>	<b>23/24</b>
<b>Sacas</b>	35.820	40.596
<b>Receita de Vendas</b>	<b>5.193.900,00</b>	<b>5.886.420,00</b>
<b>(-) Custos</b>		
Aluguel Equipamentos	-257.904,00	-405.960,00
Combustível	-42.410,88	
Mão de Obra	-16.000,00	
Insumos fertilizantes	-1.323.722,13	-1.113.793,05
Insumos defensivos	-819.681,00	-802.726,20
Desperdício	-207.756,00	
<b>= LUCRO BRUTO</b>	<b>2.526.425,99</b>	<b>3.563.940,75</b>

Fonte: Adaptado do livro Contabilidade Básica p.113

Observa-se que na safra de 2022/2023 a pulverização com trator, os custos totais somam R\$2.667.474,01 enquanto a receita gerada totaliza R\$5.193.900,00. Por outro lado, na safra de 2023/2024 a pulverização por drone, os custos totais são menores, totalizando R\$2.322.479,25 e a receita gerada com a venda é significativamente maior, no valor de R\$5.886.420,00. Foi observado um ganho na produtividade, visto que é a mesma área plantada, foram produzidas 40.596 sacas contra 35.820 do ano anterior, um aumento de 13,33%, com esta evolução na produção ocorreu um aumento de 41,06% no lucro obtido através do uso de novas tecnologias. Notou-se também a eliminação do desperdício, o que ajuda no aumento dos resultados obtidos.

## 5 CONCLUSÃO

Diante dos dados analisados, conclui-se que o uso de novas tecnologias, como o drone na pulverização agrícola, tem um impacto substancial no agronegócio brasileiro. Revelou-se múltiplos benefícios em termos de eficiência, produtividade e rentabilidade em comparação com métodos convencionais, como o trator. A eficácia do drone em diversos aspectos, desde o tempo de aplicação, precisão na aplicação de insumos, até a economia de calda, resultou em maior produtividade na safra analisada.

Assim ao que diz respeito a questão central desse artigo, com o uso das metodologias aplicadas, analisando os objetivos, verifica-se que os resultados financeiros mostram que a adoção do drone pulverizador gerou um lucro bruto substancialmente superior na safra de 2023/2024. Embora o aluguel do equipamento de drone possa inicialmente parecer mais elevado, a ausência de custos adicionais, como mão de obra e combustível, e a redução nos custos de insumos compensam esse investimento inicial. Juntamente com a eliminação de desperdícios devido a não existência do amassamento, o aumento da eficiência na pulverização e a melhoria da produtividade, enfatizam a importância da modernização com novas tecnologias para aumentar a rentabilidade no agronegócio.

A capacidade dos drones de pulverizar mais hectares em menos tempo, com uma quantidade reduzida de calda, não apenas aumenta a eficiência operacional, mas também promove a sustentabilidade ambiental, economizando recursos preciosos, como água e insumos agrícolas, também reduzindo os riscos para os trabalhadores, devido ao não contato próximo com os pesticidas durante a aplicação.

Diante do exposto, o uso de drones para pulverização resultou em uma maior produtividade e rentabilidade em comparação com o método tradicional de tratores. Além de reduzir custos e aumentar a eficiência, essa tecnologia pode impulsionar a produtividade e a rentabilidade das fazendas, ajudando a enfrentar os desafios de um ambiente agrícola em constante evolução.

Portanto, fica evidente que a adoção de tecnologias avançadas, não só é uma resposta eficaz aos desafios enfrentados pelo setor do agronegócio, como também representa uma oportunidade significativa para impulsionar a rentabilidade e a sustentabilidade a longo prazo. Essa conclusão reforça a importância contínua da

inovação e da modernização para o crescimento e a competitividade do agronegócio brasileiro no cenário global.

## REFERÊNCIAS

- Agência de Defesa Agropecuária do Paraná – ADAPAR. Disponível em: <<https://www.adapar.pr.gov.br/>>.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/>>.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Disponível em: <<https://conab.gov.br/>>.
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/>>.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>.
- Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <<https://portal.fgv.br/>>.
- Ministério da Fazenda. Disponível em: <<https://fazenda.gov.br/>>.
- Portal da Industria. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/>>.
- Portal de Agronegócios. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/>>.
- ALVES, Eliseu. **Nosso problema de difusão de tecnologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Brasília. Revista de Política Agrícola. 2012.
- BRUNI, A. L. **Gestão de Custos e Formação de Preços.** v 3. São Paulo: Atlas, 2004.
- CREPALDI, Silvio Aparecido. **Contabilidade de custos.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- CREPALDI, Silvio Aparecido. **Contabilidade Rural: Uma abordagem decisorial.** 8 ed. São Paulo: Atlas. 2016.
- GIL, ANTONIO CARLOS. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMES NETO, José Mário Wanderley. **Estudo de caso: manual para pesquisa empírica qualitativa.** Petrópolis: Vozes, 2024.
- LORENTZ, F. **Contabilidade e análise de custos: uma abordagem prática e objetiva.** 3 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2021.
- MARION, José Carlos. **Contabilidade Básica.** 10 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos.** 11 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

NAKAO, Silvio Hiroshi. **Contabilidade Financeira no Agronegócio**. São Paulo: Atlas, 2017.

OLIVEIRA, Anderson. Franco, Ana Maria. **Agricultura 4.0 Como a Tecnologia está Mudando o Agronegócio**. Copyright, 2023.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade de custos: teoria, prática, integração com sistemas de Informações**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

RODRIGUES, Thiago. **Tecnologia e IA na Agricultura: Avanços, Impacto e Oportunidades**. São Paulo, 2023.

ROSS, Stephen A. **Fundamentos da Administração Financeira**. 13 ed. Porto Alegre: Bookman, 2022.

SANTANA, Vitor D. **Administração Financeira: Indicadores Econômicos e Financeiros de modo simples**. São Paulo: Atlas, 2020.

SELEME, Roberto Bohlen. **Diretrizes e práticas da gestão financeira e orientações tributárias**. Curitiba: Ibplex, 2010.

SILVA, José Pereira. **Análise Financeira das Empresas**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

STEWART, Charles J. **Técnicas de Entrevista**. 14 ed. São Paulo; Editora AMGH, 2015.

TRAVASSOS, Marcos. **Contabilidade Gerencial Rural e Ambiental**. Editora Freitas Bastos, 2023.

TREVISOL NETO, Orestes. **Métodos e técnicas de pesquisa**. Chapecó-SC: Argos, 2017.

VELTER, Francisco e Missaglia, Luiz Roberto. **Manual de Contabilidade**. 8 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.