

A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA AGRICULTURA ANÁLISE DO BANCO DE TESES NO BRASIL: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO¹

Erika Burkowski²
Jucileia Filomena Barbosa Severino³

Resumo

A transformação digital apresenta-se como um fator determinante na agricultura para melhorar a gestão, a produtividade e a eficiência dos processos de cultivo alinhados à sustentabilidade. O presente artigo, tem como objetivo investigar a produção acadêmica brasileira para o tema de transformação digital na agricultura, identificando as teses publicadas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações com aderência ao tema. Nos resultados são destacados os orientadores, as instituições, os programas de pós-graduação e os temas mais estudados.

Palavras-Chave: Agricultura Digital, Agricultura de precisão, Tecnologia de Informação e Comunicação, Transformação Digital e Bibliometria..

Abstract

Digital transformation presents a determining factor for agriculture to implement improvements, optimize and automate processes, making them more precise, reducing the use of resources and, consequently, increasing production and/or reducing costs. This article aims to investigate Brazilian academic production on the topic of digital transformation in agriculture, investigating theses published in the Digital Library of Theses and Dissertations with adherence to the topic. The results highlight the advisors, institutions, postgraduate programs and the most studied topics.

Keywords: Digital Agriculture, Precision Agriculture, Information and Communication Technology, Digital Transformation and Bibliometrics.

Resumen

La transformación digital se presenta como un factor determinante para que la agricultura implemente mejoras, optimice y automatice procesos, haciéndolos más precisos, reduciendo el uso de recursos y, en consecuencia, aumentando la producción y/o reduciendo costos. Este artículo tiene como objetivo investigar la producción académica brasileña sobre el tema de la transformación digital en la agricultura, investigando tesis publicadas en la Biblioteca Digital de Tesis y Disertaciones con adherencia al tema. Los resultados destacan los asesores, instituciones, programas de posgrado y los temas más estudiados.

Palabras clave: Agricultura Digital, Agricultura de Precisión, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Transformación Digital y Bibliometría.

¹Recebido: 14/12/2023. Avaliado pelo comitê científico: 06/05/2024. Publicado: 15/05/2024. DOI:<https://doi.org/10.22409/2675-4924.60938>

²Universidade Federal Fluminense. Email:erikab@id.uff.br

³Universidade Federal Fluminense. Email:jucileia@gmail.com

1. Introdução

A transformação digital está presente em todos os setores da economia, desde o varejo, serviços, até a indústria. Essa transformação é impulsionada pelas necessidades que vem surgindo constantemente nos setores como por exemplo, a necessidade de produção cada vez maior, com custo menor para atender todas as demandas. Neste contexto, a inovação aplicada aos setores produtivos, possibilita maior desenvolvimento econômico e ganhos de produtividade, além da sustentabilidade.

Como parte essencial da economia, o setor agrícola não poderia deixar de ser também influenciado pela inovação tecnológica, através da transformação digital. Nesse contexto, destaca-se que o processo de transformação digital na agricultura vem sendo cada vez mais utilizado para melhorar a produtividade e eficiência dos processos de cultivo alinhados à sustentabilidade, segundo Massruhá *et al.* (2020).

Para a abordagem de conteúdo de transformação digital no setor agrícola, deve-se considerar seus principais termos que permita uma adequada conduta na presente pesquisa, tendo como destaque os termos: agricultura de precisão (AP) e a agricultura digital (AD). também denominada como agricultura inteligente (AI), *smart farm* (SF) ou agricultura 4.0 em uma associação à revolução na agricultura.

A agricultura de precisão é uma técnica de manejo de culturas, solo, água, insumos e controle de pragas com base em tecnologia de informação e ferramentas de automação de máquinas e equipamentos (BASSOI *et al.*, 2019). Complementarmente, Guerra (2006) conceitua a agricultura de precisão como a integração entre diversas tecnologias com o objetivo de reduzir as perdas agrícolas, aumentando o retorno econômico e reduzindo os impactos ambientais.

Já a agricultura digital (BOLFE *et al.*, 2020) pode ser entendida como um conjunto de tecnologias de comunicação, informação e de análises que permitem ao produtor tomar decisões para planejar, monitorar e gerenciar o sistema de produção. Assim, a agricultura digital pode ser definida como uma nova prática de cultivo onde são utilizados dados e tecnologia para melhorar a eficiência e a produtividade agrícolas. Essa prática vem ganhando cada vez mais importância, pois auxilia os agricultores nas tomadas de decisões mais conscientes, reduzindo custos e aumentando a produtividade necessária para conseguir alimentar a população cada

vez mais crescente, considerando ainda a importância da responsabilidade social e ambiental.

Dada a importância do tema para sustentabilidade global surge como questão de pesquisa a necessidade de se entender qual é o estado da arte da transformação digital na agricultura, especialmente no Brasil, por ser um dos grandes produtores agrícolas mundiais e neste sentido pergunta-se: as instituições de ensino superior brasileiras vêm se preocupando com o tema? Estão sendo realizados estudos que visam contribuir para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas à transformação digital na agricultura?

O presente artigo tem como objetivo geral investigar a produção acadêmica brasileira para o tema de transformação digital na agricultura. Os objetivos específicos incluem 1) quantificar o número de teses desenvolvidas nas universidades brasileiras que tratam da transformação digital na agricultura; 2) identificar os professores que mais se dedicam a orientar teses com este escopo; 3) verificar se existem instituições e programas de pós-graduação que se destacam na realização destas teses e 4) identificar os principais temas tratados nestas teses.

A metodologia empregada foi a revisão sistemática da literatura, utilizando como base de dados as teses publicadas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), com aderência ao tema.

2. Revisão Bibliográfica

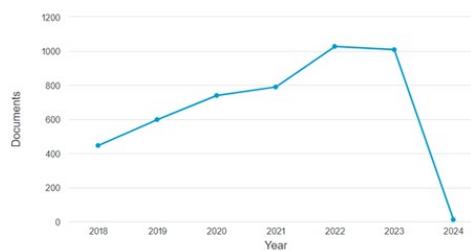
A transformação digital do setor agrícola tem grande potencial, permitindo diretamente o aumento da produtividade. Esse fator é identificado através de análise de dados do cultivo, onde o produtor tem como ferramenta a mensuração de informação/dados, como exemplo, conhecer a exata demanda e ser utilizada na dosagem que o agricultor utiliza de insumos, favorecendo um preciso atendimento de necessidades, de acordo com fatores específicos, para o tamanho de sua produção. Neste contexto, entra a agricultura de precisão, que permite uma utilização racional dos insumos, pois são utilizados em doses corretas de acordo com o local de aplicação (EZENNE *et al.*, 2019). Assim, a agricultura de precisão colabora para a redução de custos trazendo benefícios econômicos e ambientais.

Além do aumento da produtividade, a melhoria da eficiência pode ser atingida na agricultura de precisão com o aumento de automação de tarefas, permitindo

assim, um melhor planejamento e gestão da produção. A automação da produção agrícola feita através de máquinas e dispositivos eletromecânicos ampliam a capacidade de trabalho (INAMASU *et al.*, 2016). O uso de rede de sensores e sistema de posicionamento global (GPS) viabiliza a leitura da variabilidade espacial da produção, permitindo dessa forma a transição para uma agricultura mais inteligente com o uso de dados, criando-se assim a agricultura digital.

A importância da agricultura de precisão pode ser ilustrada pela quantidade de artigos com o tema publicados na base Scopus no período selecionado de 2018 a 2023. De acordo com o gráfico de produção por ano apresentado na Figura 1, o número de artigos publicados sobre agricultura de precisão aumentou significativamente nesse período, passando 446 em 2018 para 1027 em 2023.

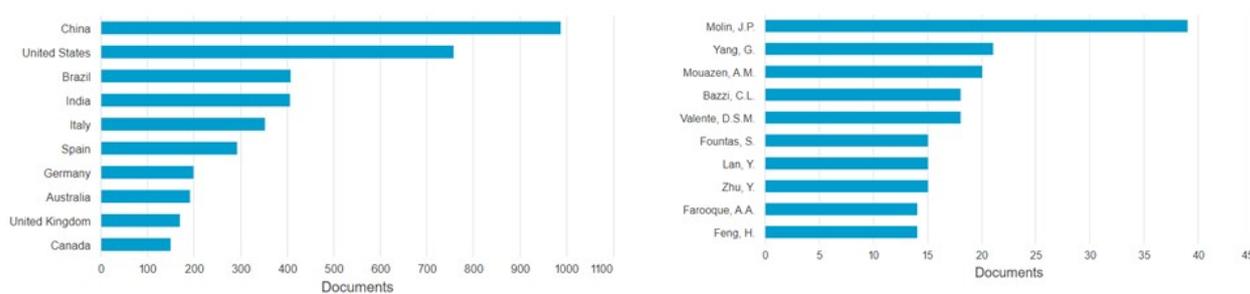
Figura 1 – Publicações na Base Scopus com o Tema Agricultura de Precisão



Fonte: Scopus (2023)

Outro indicador mostra os principais autores e países que publicam sobre o tema, reafirmando a importância dos estudos de agricultura de precisão. As principais pesquisas são publicadas por China, Estados Unidos, Brasil e Índia. Todos com mais de 400 publicações cada um (Figura 2). Isso indica que a agricultura de precisão é uma área de pesquisa em rápido desenvolvimento, com forte participação de pesquisadores de todo o mundo.

Figura 2 – Países e Autores com mais publicações na Base Scopus com o Tema Agricultura de Precisão – Período de 2018 a 2023



Silva *et al.* (2023) analisam 20 anos de aplicação de Agricultura de precisão no Brasil revelando ser a tendência de estudos variabilidade espacial, semivariograma, manejo do solo, fertilidade do solo e café (*Coffea arábica*).

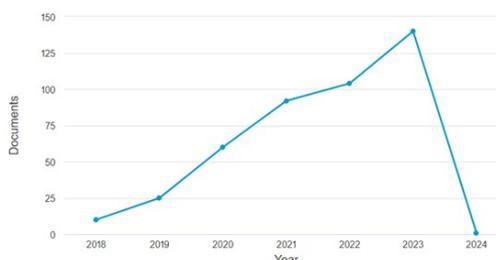
Os drones, ou VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados), têm sido amplamente utilizados na agricultura para várias finalidades como semeadura, identificação de pragas e plantas daninhas, manejo e monitoramento de culturas e na pulverização de pesticidas. Os VANTs pulverizadores apresentam vantagens em relação ao uso de máquinas agrícolas terrestres e aeronaves tripuladas, por possuírem características como manobrabilidade confiável, facilidade na montagem, não necessitarem de áreas especiais para pouso e decolagem, poder ser utilizados para aplicação de produtos no controle de pragas e doenças e não entrarem em contato com as lavouras, evitando possíveis perdas econômicas causadas por amassamento mecânico. Adicionalmente, a operação remota diminui o risco de exposição direta do aplicador aos pesticidas, reduz a intensidade e o tempo de trabalho comparativamente aos pulverizadores tradicionais (MORAES, 2022).

Segundo San Emeterio de la Parte *et al.* (2023) a agricultura de precisão liga o agricultor e a tecnologia, mas é fundamental entender como o profissional ou gestor agrícola costuma trabalhar e agir pois só assim é possível aproximar os agricultores às soluções tecnológicas.

Assim como a agricultura de precisão, a agricultura digital já tem despertado interesse em pesquisas. A base Scopus fornece no período de 2018 a 2023 um total

de 432 trabalhos produzidos. Verificando uma forte tendência de crescimento já a partir de 2020 (Figura 3).

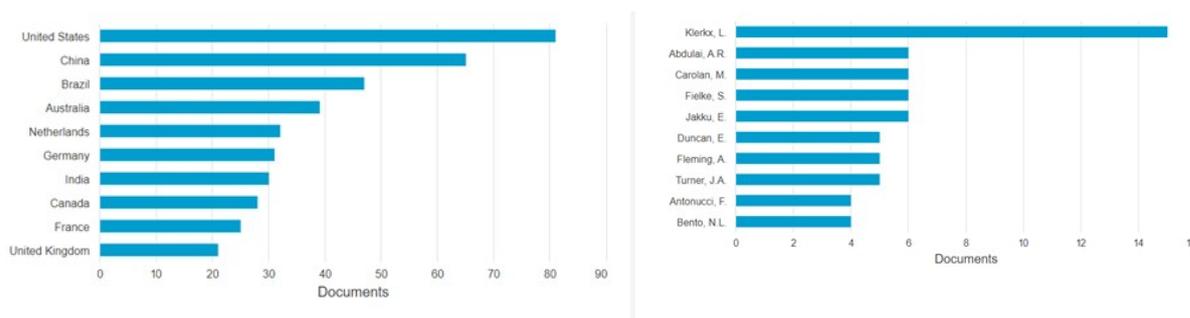
Figura 3 – Publicações na Base Scopus com o Tema Agricultura Digital



Fonte: Scopus (2023)

Em agricultura digital, Estados Unidos, China e Brasil aparecem em destaque nas publicações. As únicas diferenças em relação à agricultura de precisão são, como mostra a figura 4, a mudança no ranking, sendo agora Estados Unidos o país com maior número de publicações, neste período avaliado. Neste tema, a Índia ainda tem destaque, mas é superada por Austrália, Países Baixos e Alemanha.

Figura 4– Países e Autores com mais publicações na Base Scopus com o Tema Agricultura Digital – Período de 2018 a 2023



Fonte: Scopus (2023)

O conceito de agricultura digital (AD) ainda não tem um consenso na literatura (WOLFERT *et al.*, 2017) mas pode-se dizer que a AD estabelece as ações de gerenciamento, não apenas da localização do campo, mas também com os dados armazenados. Nesse sentido, a internet das coisas (IoT), com a conexão de sensores e dispositivos à internet, vem facilitando o monitoramento e controle remoto das operações com o uso de satélites e drones, por exemplo. Aliando isso à

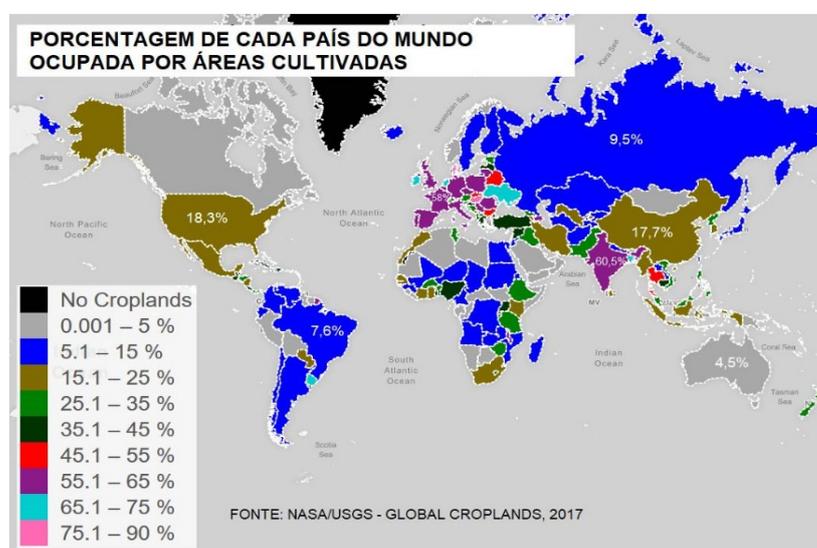
inteligência artificial, com o uso do aprendizado de máquinas, a agricultura digital vem auxiliando os produtores na análise de dados para a tomada de decisões dos processos agrícolas.

Reduzir a quantidade de água consumida durante a produção agrícola e aumentar o rendimento das colheitas através da monitorização contínua da umidade, temperatura e pH do solo, são contribuições da agricultura de precisão (ZAMANI, 2022). Bwambale *et al.* (2023) destaca que a gestão da irrigação baseada em dados de sensores de monitoramento é fundamental para a agricultura de precisão. No trabalho publicado, é demonstrado um experimento de irrigação de tomate por gotejamento onde se utiliza um modelo de controle de umidade.

Em estudo publicado Patel *et al.* (2023) resume o estado da arte da pesquisa em tecnologia na agricultura (aplicação e gestão) identificando autores, instituições e países influentes na área para auxiliar estudos e pesquisas em agricultura digital.

O Brasil, como um dos grandes produtores agrícolas do mundo, tem uma área plantada de aproximadamente 70 milhões de hectares, ou seja, 7.6% do seu território (NASA/USGS – Serviço Geológico dos Estados Unidos, 2017). Um país que usa milhões de hectares do seu território com área plantada, possui destaque em potencial para a adoção de tecnologias digitais na agricultura. A Figura 5 apresenta o mapa mundial com a porcentagem de áreas cultivadas de cada país.

Figura 5 – Porcentagem de áreas Cultivadas



Fonte: Geological Survey (2017)

Apesar da relevância no cenário mundial, o setor enfrenta vários desafios em relação à adoção da agricultura digital, devido a diversidades como clima, solos e às dificuldades econômicas de pequenos produtores, entre outros (BASSOI *et al.*, 2019). Para Da Silveira *et al.* (2023) a adoção de agricultura digital no Brasil encontra 25 barreiras identificadas por revisão da literatura, sendo as principais barreira: falta de infraestrutura; complexidade tecnológica; incompatibilidade entre componentes; preocupações com questões de confiabilidade; problemas de gestão de energia; alto custo de manutenção de instalações e alto custo de componentes operacionais; problemas na educação e falta de competências digitais e/ou mão de obra qualificada; além dos desafios da influência do clima e dos comportamentos do sistema.

Tendo em vista os desafios, o objetivo de estimular o desenvolvimento tecnológico aliado à implementação de práticas mais sustentáveis é tema central de pesquisas, estudos, dissertações e teses desenvolvidas no país, propiciando o alcance de um cenário mais sustentável, seja do ponto de vista ambiental quanto econômico.

Dada a importância do tema de transformação digital na agricultura para o mundo, e a importância do Brasil com suas publicações e sua área cultivada, o presente estudo se concentra na busca de produção acadêmica brasileira, mais precisamente na produção de teses defendidas em universidades brasileiras.

3. Metodologia

Como planejamento da investigação, no presente capítulo metodologia, busca-se descrever os procedimentos empregados, sua caracterização, instrumento utilizado e tratamento dos dados.

A presente pesquisa é de natureza pura, pois busca articular conceitos e sistematizar a produção de uma determinada área de conhecimento, neste caso da transformação digital na agricultura. Quanto aos objetivos, a pesquisa é descritiva, busca descrever as características de uma determinada população, neste caso das teses que tratam do tema e exploratória, que tem como meta proporcionar maior proximidade com o problema da pesquisa.

Já o procedimento adotado baseia-se em uma pesquisa bibliográfica, com uso da bibliometria. Nesse contexto, realizou-se uma revisão sistemática da

literatura, sendo especificamente utilizado como base para análise, as teses publicadas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertação, realizando-se em cinco etapas, sendo elas:

- a. escolha da bases de dados;
- b. definição dos termos de busca;
- c. coleta dos dados;
- d. triagem das teses; e
- e. análise do portfólio construído.

3.1 Base de dados e palavras-chave

A base de dados do portal da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foi escolhida para busca de todos dados necessários para integrar o portfólio da presente pesquisa, por ser uma plataforma que reúne teses e dissertações produzidas em instituições de ensino superior brasileiras.

Para que todos os termos de busca estejam ancorados por um critério de inclusão no presente estudo, utilizou-se como requisito de elegibilidade a tese conter o termo de busca aplicado no título, no resumo e/ou nas palavras-chave. Os termos de busca utilizados foram: “transformação digital” AND “agricultura”, “digital” AND “agricultura”, “precisão” AND “agricultura”, “agricultura 4.0”, “agricultura inteligente”, “smart agriculture”. Assim, a construção do portfólio final alinha-se com o objetivo do presente estudo, evitando inconsistência entre objetivo, problema e resultados.

3.2 Coleta de dados

Utilizando-se o Portal CAPES como base de dados, os termos de busca e operadores booleanos foram usados para realizar buscas no portal da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). As buscas foram realizadas no período de novembro de 2023 e foram limitadas a Teses nos anos de 1999 a 2023, resultando em 273 teses selecionadas no banco de dados utilizando as estratégias de busca, conforme resultado apresentado na Tabela 1

Tabela 1: Buscas realizadas e seus respectivos resultados.

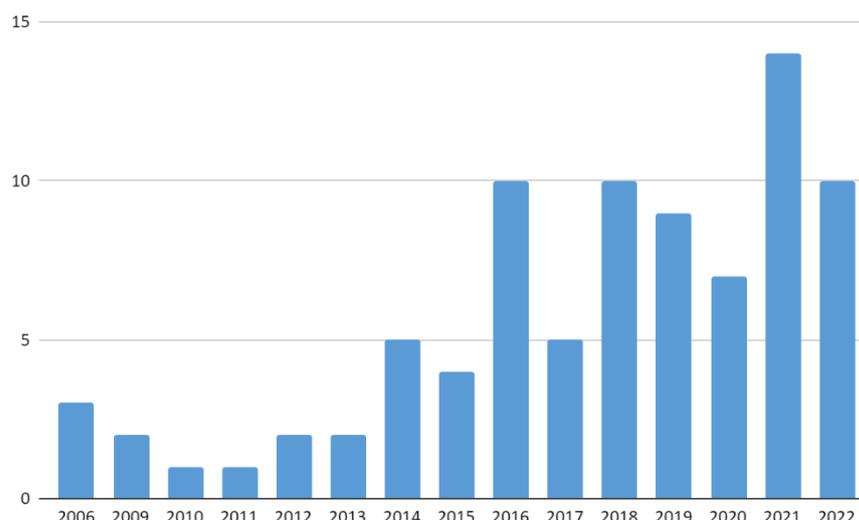
Palavras-chaves da Busca	Teses	Dissertações	Total
“transformação digital” AND “agricultura”	2	3	5
“agricultura de precisão”	241	618	859
“agricultura digital”	14	20	34
“agricultura 4.0” agricultura inteligente”	16	26	40
OR “smart agriculture			

Fonte: Os autores (2023).

3.3 Triagem das Teses

Os dados foram selecionados para permitir que todas as teses do portfólio tivessem relevância para a presente pesquisa. Teses com falta de aderência ao objetivo da pesquisa foram excluídas manualmente. Como critério de exclusão/manutenção da tese buscou-se responder a seguinte pergunta: a tese apresenta uma relação clara entre a transformação digital aplicada à agricultura? Quando a resposta a essa questão for positiva, a tese é mantida na base de dados para análise. A triagem das teses foi realizada com a leitura dos títulos e resumos. A Figura 6 ilustra as teses selecionadas de 2006 a 2022 para análise nesse artigo.

Figura 6 - Número de teses por ano após triagem.



Fonte: Os autores (2023).

3.4 Análise Final

A fase final inclui a análise das 273 teses. A organização dos dados foi feita de forma manual, utilizando o software excel, onde foram identificadas as seguintes informações: identificação da tese, título, autor, orientador, instituição, programa de pós-graduação, ano e resumo. Para melhor visualização dos dados buscou-se elaborar gráficos com os resultados, estes foram elaborados usando os softwares excel e canvas. O software Power BI foi utilizado para a elaboração da “nuvem de palavras”.

4. Análise e Discussão dos Resultados

Neste tópico são apresentados os resultados da análise das teses identificadas na base de dados. Na primeira busca com o termo “transformação digital” AND “agricultura” foi apresentado na base apenas 5 resultados sendo 2 teses e 3 dissertações. Na segunda busca com a palavra-chave “agricultura de precisão” foram encontrados 859 resultados, sendo compostos de 618 dissertações e 241 tese. Para a terceira busca foi utilizado o termo “agricultura 4.0” e foram encontrados 5 teses e 15 dissertações. Buscando abranger todos os nomes possíveis foram realizadas buscas com o termo “agricultura inteligente” OR “smart agriculture”, tendo o resultado de 11 teses e 9 dissertações.

Como proposto na metodologia o presente estudo incube-se de focar diretamente nas teses, disponibilizando um portfólio inicial de dados com 273 teses brasileiras selecionadas na base de dados, para serem analisadas pelos pesquisadores.

4.1. Para a Busca: “transformação digital” AND “agricultura”

Inicialmente para esta busca, foram encontrados cinco resultados, sendo duas teses e três dissertações, sendo as teses revisadas manualmente para identificar o conteúdo relevante e com aderência ao objeto de pesquisa. Das duas teses, encontrou-se aderência ao conteúdo no trabalho “Transformação digital do campo: contribuição dos ecossistemas de inovação agrícola e das *agtechs* no estado de São Paulo”, de autoria de Martha Delphino Bambini e orientado pela professora Maria Beatriz Machado Bonacelli. A autora destacou no estudo a adoção da transformação digital no setor agropecuário com os mecanismos de incentivo ao

empreendedorismo tendo como palavra-chave: inovação, agronegócio, tecnologia da informação, tecnologia agrícola e empreendedorismo.

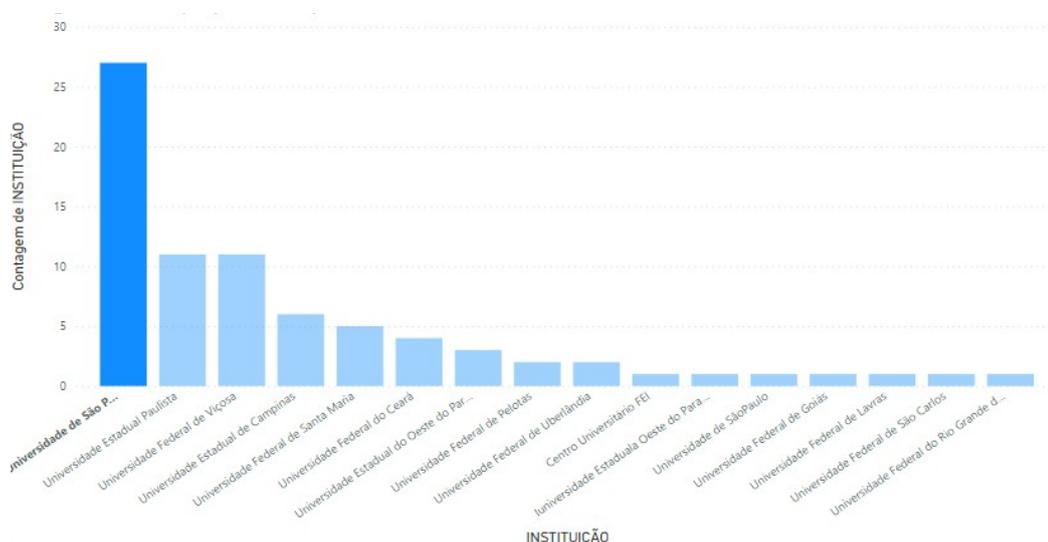
4.2. Busca: “agricultura de precisão”

Ao acessar as 241 teses, foram descartados manualmente 18 teses, pois eram repetidos ou não estavam disponíveis no banco de dados, passando assim para um universo de análise de 223 teses brasileiras com as palavras-chaves “agricultura de precisão”.

As 223 teses foram inicialmente avaliadas com base nos resumos, sendo descartadas as que não se aplicavam à agricultura brasileira ou que tratavam de manipulação de produtos químicos dos solos, chegando então a um novo universo de 78 documentos com aderência ao tema de transformação digital.

Destaca-se na pesquisa a Universidade de São Paulo com expressiva produção no tema Agricultura de Precisão com um total de 27 teses defendidas, o que representa 34,62% de toda a produção com aderência ao tema no período pesquisado e as Universidades Estadual Paulista e Universidade Federal de Viçosa, cada uma com 11 teses defendidas, o que representa 14,10% do total, cada uma. Assim as três instituições são responsáveis pela maior parte da produção nacional de teses com a temática agricultura de precisão. A Figura 7 apresenta o número de teses defendidas com o tema “Agricultura de Precisão” por instituição de ensino.

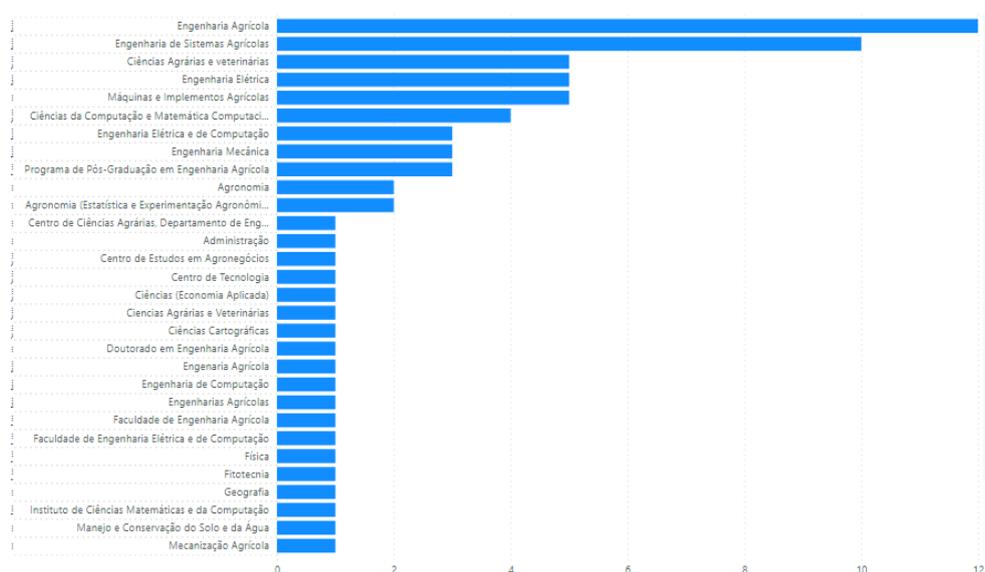
Figura 7: Número de Teses Defendidas por Instituição com o Tema Agricultura de Precisão



Fonte: Os Autores (2023)

Quanto ao programa a que a tese defendida está inserida, o destaque é para Engenharia Agrícola e Engenharia de Sistemas Agrícolas. Seguido pelos programas de Ciências Agrárias e Veterinárias, Engenharia Elétrica e do Programa de Máquinas e Implementações Agrícolas e Ciências da Computação e Matemática Computacional completam o destaque para os programas de pós-graduação com maior produção no tema. A figura 8 apresenta o número de teses defendidas com o tema “Agricultura de precisão” por programa de pós-graduação.

Figura 8: Programas Ligados ao Tema Agricultura de Precisão

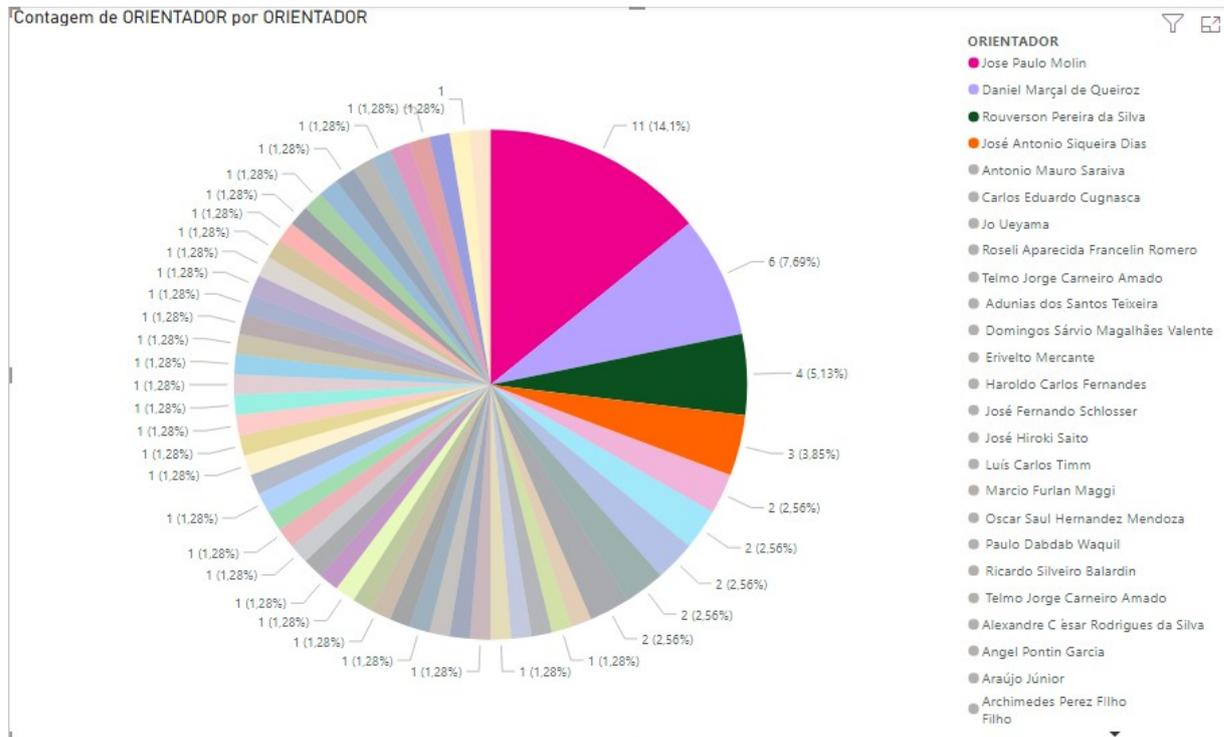


Fonte: Os Autores (2023)

Outro indicador avaliado foram os orientadores que dedicaram maior quantidade de pesquisa para o tema “agricultura de precisão”. O Professor José Paulo Molin, da Universidade de São Paulo, destaca-se no tema com a orientação de 11 teses, no período avaliado, o que representa 14,1% do total da produção brasileira com aderência ao escopo desta pesquisa. Outros destaques são os professores Daniel Marçal de Queiroz, da Universidade Federal de Viçosa, Rouverson Pereira da Silva, da Universidade Estadual Paulista e José Antônio Siqueira Dias, da Universidade Estadual de Campinas. Juntos, os professores destacados, foram responsáveis pela orientação de 30% das teses brasileiras no tema agricultura de precisão. A Figura 9 ilustra o importante papel dos orientadores

no tema, apresentando o número de teses com o tema agricultura de precisão por orientador.

Figura 9 Orientadores das Teses de Maior Destaque ligados à Agricultura de Precisão

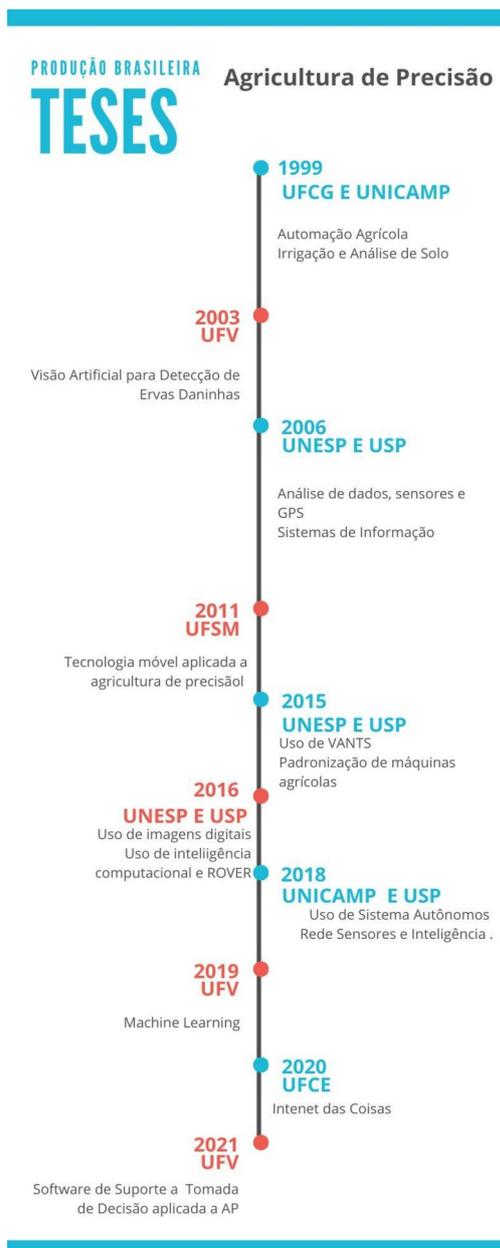


Fonte: Os Autores (2023)

A linha do tempo apresentada na Figura 10 mostra o progresso significativo que tem sido feito na área da agricultura de precisão no Brasil. As teses apresentadas demonstram o potencial dessa área para melhorar a produtividade e a sustentabilidade da agricultura brasileira. As primeiras teses sobre o tema foram publicadas em 1999, pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Essas teses abordaram temas como mapeamento de áreas agrícolas, monitoramento de produtividade e controle de irrigação. Já em 2003, na Universidade Federal de Viçosa (UFV) foi publicada tese sobre o uso de imagens de satélite na agricultura, que representou um avanço significativo na aplicação da agricultura de precisão, pois permitiu a obtenção de dados de áreas agrícolas de forma mais precisa e abrangente. Em 2015 os destaques foram as publicações da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e a Universidade de São Paulo (USP) sobre o uso de veículos aéreos não tripulados

(VANTs) e a padronização de máquinas agrícolas. Pela primeira vez, em uma tese em 2019, publicada na UFV, foi abordado o uso de *Machine Learnig* na agricultura. Os destaques são vários, o que coloca o país em consonância com os estudos apresentados pelo mundo.

Figura 10 - Linha do Tempo com Destaques das Teses Publicadas no Brasil.



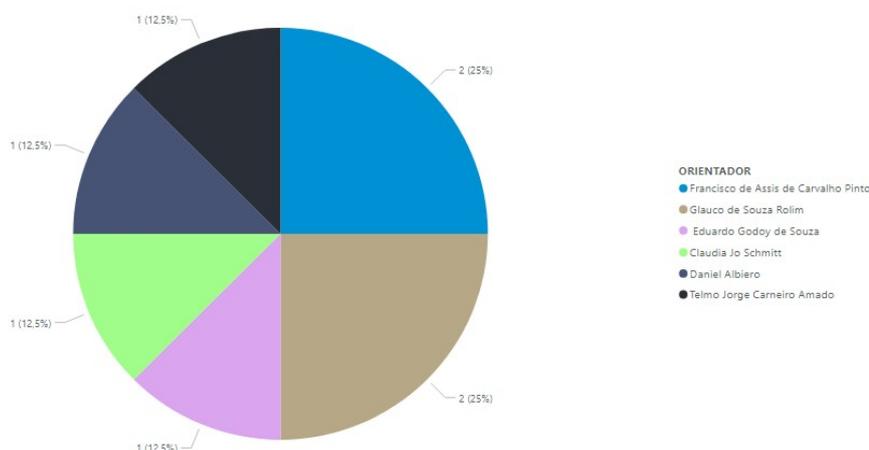
Fonte: Autores (2023)

4.3. Busca: “agricultura digital”

No grupo de teses encontradas para a palavra-chave agricultura digital, encontrou-se 14 teses, sendo apenas 8 teses com aderência ao objetivo da presente pesquisa. Das 8 teses, 4 foram trabalhadas na Universidade Estadual Paulista e Universidade de Viçosa. Diferente da busca por agricultura de precisão o interesse pelo tema é muito recente, sendo a primeira tese publicada em 2019, e ainda prematura afirmar que já exista um polo de estudos para o tema “Agricultura Digital” nas universidades brasileiras.

A mesma constatação é percebida em relação aos orientadores. Com o pequeno número de teses, pode-se identificar os professores Francisco de Assis Carvalho Pinto, da Universidade Federal de Viçosa e Glauco de Souza Rolim, da Universidade Estadual Paulista, como possíveis novos estudiosos no tema agricultura digital. A figura 5 apresenta os orientadores das teses no tema agricultura digital.

Figura 5: Orientadores das Teses de Maior Destaque ligados à Agricultura Digital



Fonte: Os Autores (2023)

Destacando as palavras-chaves dos trabalhos selecionados para este estudo, percebe-se a predominância da palavra “Agricultura de Precisão”, como já esperado. Entretanto a grande variedade de expressões faz concluir que a aplicabilidade dos estudos em agricultura de precisão é multidisciplinar e aborda áreas de “Agricultura”

Universidade de São Paulo, a Universidade Federal de Viçosa, a Universidade Estadual Paulista e a Universidade de Campinas são as instituições com maior número de teses desenvolvidas no tema e que os programas de pós-graduação Engenharia Agrícola e Engenharia de Sistemas Agrícolas se destacam na realização destas teses.

Foram identificados os termos “Agricultura”, “Tecnologia”, “Computação” e “Digital” como os principais temas tratados nestas teses.

A pesquisa se limita à análise das teses encontradas na base de dados selecionada e aos termos de busca escolhidos. Neste sentido, como sugestão de estudos futuros a busca por dissertações e artigos científicos podem ampliar a revisão bibliográfica complementando o panorama geral dos trabalhos acadêmicos na área desenvolvidos no país.

Por fim, a agricultura digital representa uma oportunidade, oferecendo uma gama de benefícios como aumento da produtividade da agricultura brasileira, tornando o país ainda mais competitivo no mercado global e redução da pobreza rural, criando novos empregos e oportunidades de renda para os agricultores.

Referências

BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y.; BERNARDI, A.C. de C.; VAZ, C.M.P.; SPERANZA, E.A.; CRUVINEL, P. E. Agricultura de precisão e agricultura digital. In: TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n. 20, jul./dez. 2019, p. 17-36. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/teccogs/article/view/48542>. Acesso em: 5 nov. 2023.

BOLFE, É.L.; JORGE, L.A. de C.; SANCHES, L. Del’Arco. Tendências, desafios e oportunidades da Agricultura Digital no Brasil. RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, v. 7, n. 2 2021. ISSN: 2448-0452. Disponível em: <https://orcid.org/0000-0003-1296-0933>. Acesso em: 20 out. 2023.

BWAMBALE, Erion; ABAGALE, Felix K.; ANORNU, Geophrey K. Data-Driven Modelling of Soil Moisture Dynamics for Smart Irrigation Scheduling. Smart Agricultural Technology, v. 5, p. 100251, 2023.

BWAMBALE, Erion; ABAGALE, Felix K.; ANORNU, Geophrey K. Data-Driven Modelling of Soil Moisture Dynamics for Smart Irrigation Scheduling. *Smart Agricultural Technology*, v. 5, p. 100251, 2023.

EZENNE, G. I.; JUPP, L.; MANTEL, S.K.; TANNER, J.L. Current and potential capabilities of UAS for crop water productivity in precision agriculture. *Agricultural Water Management*, Elsevier, v. 218, p. 158-164, 2019. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/agiwat/v218y2019icp158-164.html>. Acesso em: 20 out. 2023.

INAMASU, R.Y.; BELLOTE, A.F.J.; LUCHIARI JUNIOR, A.; SHIRATSUCHI, L.S.; OLIVEIRA, P.A.V. de; BERNARDI, A.C. de C. Portfólio automação agrícola, pecuária e florestal. São Carlos: Embrapa Instrumentação, Documento 60, 2016. 14 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1057988/portfolio-automacao-agricola-pecuaria-e-florestal>. Acesso em: 5 nov. 2023.

MASSRUHÁ, S.M.F.S.; LEITE, M.A. de A.; OLIVEIRA, S.R. de M.; MEIRA, C.A.A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L.. Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas [sl] Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1126213/agricultura-digital-pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao-nas-cadeias-produtivas>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MORAES, H.M.F. Aplicação de Pesticidas com Veículos Aéreos Não Tripulados nas Culturas de Café, Citros e Feijão. 87f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2022.

USGS-U.S. Geological Survey. ([s.d.]). EarthExplorer. USGS - U.S. Geological Survey. Recuperado 13 de novembro de 2023, de <https://earthexplorer.usgs.gov/>

GUERRA, S.P.S. Desenvolvimento de um sistema informatizado de menor custo para aquisição e armazenamento de dados de sensores analógicos e receptor GPS. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). 2006. Tese n 2018

SAN EMETERIO DE LA PARTE, Mario et al. Big Data and precision agriculture: a novel spatio-temporal semantic IoT data management framework for improved interoperability. *Journal of Big Data*, v. 10, n. 1, p. 1-32, 2023.

Scopus

SILVA, César de Oliveira Ferreira; MANZIONE, Rodrigo Lilla; OLIVEIRA, Stanley Robson de Medeiros. Exploring 20-year applications of geostatistics in precision agriculture in Brazil: what's next?. *Precision Agriculture*, p. 1-34, 2023.

WOLFERT, S.; GE, L.; VERDOUW, C.; BOGAARDT, Macr-Jeroen. Big data in smart farming—a review. *Agricultural systems*, v. 153, p. 69-80, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>. Acesso em: 10 out. 2023.

ZAMANI, Abu Sarwar et al. Performance of machine learning and image processing in plant leaf disease detection. *Journal of Food Quality*, v. 2022, p. 1-7, 2022.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Brazilian Ministry of Agriculture, Cattle and Supplying (SDI/MAPA), the Fluminense Federal University (UFF), and the Euclides da Cunha Foundation (FEC). This Research is part of the “Technological Research, Development, and Innovation Project for Strengthening Sustainable Agricultural Actions (MAPA UFF 2023 Project)” funded by the Ministry of Agriculture, Cattle and Supplying of Brazil (TED 805/2022, number: 00001420220104-000805).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SDI/MAPA) do Brasil, à Universidade Federal Fluminense (UFF) e à Fundação Euclides da Cunha (FEC). Esta Pesquisa faz parte do “Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Tecnológicos para o Fortalecimento das

Ações da Agropecuária Sustentável (Projeto Mapa UFF 2023)” financiado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (TED 805/2022, número: 00001420220104-000805).