



DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA A TOMADA DE DECISÃO NO SETOR AGROPECUÁRIO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR DECISION-MAKING IN THE AGRICULTURE SECTOR: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Autor(es): Claudia de Brito Quadros Gonçalves¹

Filiação: Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

E-mail: claudia.b.quadros@gmail.com

Autor(es): Madalena Maria Schlindwein²

Filiação: Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

E-mail: madalenaschlindwein@ufgd.edu.br

Autor(es): Ana Paula Dalmagro Delai³

Filiação: Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

E-mail: anapauladelai@hotmail.com

Grupo de Trabalho (GT12): Temas emergentes no agronegócio

Resumo

A demanda mundial por alimentos propiciou diversos avanços na agropecuária. Assim, a agricultura digital com o desenvolvimento de software proporciona diversos benefícios como o aumento da produtividade, redução de custos, processos mais eficientes, além de auxiliar os produtores rurais na tomada de decisão. Assim, objetivou-se identificar as metodologias utilizadas para o desenvolvimento de software aplicadas em sistemas agropecuários, suas limitações e potencialidades. Para isso, realizou-se uma revisão sistemática da literatura analisando 32 artigos, publicados entre 2012 e 2022. Desse modo, este trabalho pode contribuir com pesquisas futuras sobre desenvolvimento de software na agropecuária. Identificou-se que a maioria dos artigos não utilizaram metodologias específicas para o desenvolvimento de software limitando-se a linguagem de programação. Verificou-se que a utilização de tecnologia é fundamental para a tomada de decisão, além do aumento da produtividade, melhoramento dos processos e redução de custos. Entretanto, diversos desafios impossibilitam a sua propagação na agricultura familiar como a falta de conectividade, falta de acesso e mão de obra qualificada para esse ambiente digital. Desse modo, existe uma lacuna de pesquisa para o desenvolvimento de software e políticas públicas para a adoção de tecnologias para os pequenos e médios produtores rurais.

Palavras-chave: Agricultura digital, Desenvolvimento Sustentável, Design Science Research, Software, Tecnologia.

Abstract

The global demand for food has led to several advances in agriculture. Thus, digital agriculture with software development provides several benefits such as increased productivity, cost reduction, more efficient processes, in addition to helping rural producers in decision making. Thus, the objective was to identify the methodologies used for the development of software applied in agricultural systems, their limitations and potentialities. For this, a systematic review of the literature was carried out, analyzing 32 articles, published between 2012 and 2022. Thus, this work can contribute to future research on software development in agriculture. It was identified that most articles did not use specific methodologies for software development, limiting themselves to the programming language. It was found that the use of technology is fundamental for decision making, in addition to increasing productivity, improving processes and reducing costs. However, several challenges make it impossible to spread it in family farming, such as lack of connectivity, lack of access and skilled labor for this digital environment. Thus, there is a research gap for the development of software and public policies for the adoption of technologies for small and medium rural producers.

Key words: Digital agriculture, Sustainable Development, Design Science Research, Software, Technology.



1. Introdução

A população mundial está aumentando, com a projeção para 2050 de 9,7 bilhões de habitantes (ONU, 2022). Nesse cenário, novas formas de produção de alimentos são necessárias para garantir a segurança alimentar e a adoção de tecnologia pode contribuir nesse processo (PILAU; MARIN, 2020).

O setor agropecuário passou por diversas transformações com o objetivo de aumentar a produtividade (MONTELEONE et al., 2021). Essas etapas passaram pela mecanização da agricultura, Revolução Verde, biotecnologia e, por fim, a agricultura digital. A agricultura 4.0 ou agricultura digital tem como proposta inserir diversas tecnologias na produção agropecuária, a fim de automatizar suas atividades, sendo uma alternativa viável para atender a demanda mundial por alimentos (VILLAFUERTE et al., 2018).

Essa revolução digital na agropecuária surge com a perspectiva de garantir o desenvolvimento sustentável, melhorando a produtividade, reduzindo custos, proporcionando acesso a informações, além da redução do desperdício (SOUZA; BIDARRA, 2022). Além disso, a utilização de tecnologia auxilia na tomada de decisão, além de proporcionar outras vantagens como eficiência dos processos, satisfação e conforto dos agricultores (XUE-FEN et al., 2019; MUANGPRATHUB et al., 2019; ROTUNDO et al., 2022). Ressalta-se que a permanência dos agricultores no mercado com competitividade depende do uso de tecnologias (MEDICI et al., 2021).

Diversas políticas no Brasil contribuíram para a agricultura digital como: CT-Agronegócio em 2011, Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação em 2016, Lei Geral de Proteção de Dados em 2018, Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT.BR) em 2019 e Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital em 2019. Entretanto, a falta de conectividade, o acesso à tecnologia, principalmente de pequenos e médios produtores, e a qualificação da mão de obra rural para esse ambiente digital continua sendo um desafio para a propagação da agricultura digital no campo, sendo necessário políticas públicas para reduzir desigualdades tecnológicas, proporcionando o acesso para diversos perfis de produtores rurais, beneficiando também a agricultura familiar (SOUZA; BIDARRA, 2022).

Nesse sentido, os pequenos agricultores são carentes de informações para apoiar suas práticas produtivas devido à falta de recursos e conhecimento (LIZZONE et al., 2018; GINIGE et al., 2020). Desse modo, os artefatos podem contribuir em suas atividades, como planejar suas práticas produtivas com retorno em curto, médio e longo prazo, além de possibilitar o planejamento e execução das suas práticas agropecuárias (ARCO-VERDE; AMARO, 2014).

Considerando os benefícios promovidos pela adoção de tecnologias e a carência de informações de pequenos agricultores, surgem as seguintes questões de pesquisa: Quais as metodologias empregadas para o desenvolvimento de software em sistemas agropecuários, quais as lacunas encontradas? Como a utilização dessas tecnologias podem contribuir com os agricultores na tomada de decisão?

Dessa forma, realizou-se este estudo com o objetivo de identificar as metodologias utilizadas para o desenvolvimento de software aplicadas em sistemas agropecuários, suas limitações e potencialidades.

Para a realização do trabalho utilizou-se a revisão sistemática de acordo com o protocolo de Sampaio e Mancini (2007), analisando 32 artigos, publicados entre 2012 e 2022. Assim, este trabalho pode contribuir com pesquisas futuras sobre desenvolvimento de software na agropecuária.

O trabalho estrutura-se em quatro seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção consta a metodologia aplicada ao estudo. A seguir, apresentam-se os resultados da pesquisa e na sequência, as discussões sobre o tema proposto. Por fim, as considerações finais e as referências que embasaram o estudo.

2. Materiais e Métodos

Realizou-se uma revisão sistemática com enfoque quantitativo e qualitativo, a fim de identificar as metodologias utilizadas no desenvolvimento de software em sistemas agropecuários, suas limitações e potencialidades. Assim, os estudos serão esquematizados em conformidade com a temática proposta, com o intuito de identificar lacunas para o desenvolvimento de estudos futuros.

A revisão sistemática da literatura consiste em uma investigação rigorosa, por meio de um protocolo e metodologia previamente definidas para a pesquisa, com o intuito de buscar evidências científicas e identificar lacunas sobre um tema (RAMOS; FARIA; FARIA, 2014).

2.1 Seleção dos Artigos

A revisão sistemática foi realizada durante os meses de setembro a novembro de 2022. Foram realizadas buscas de artigos para o período de 10 anos (2012 a 2022), no banco de dados Web of Science e SCOPUS, para verificar como vem sendo abordado os estudos sobre o desenvolvimento de software na literatura internacional. A busca das strings ocorreram pelo título, resumo e palavras-chave.

Na Web of Science as strings utilizados foram: "Information systems" and "Agricultural management" or "Software development" and farm* or "Software engineering" and agricult* or "Software development" and agricult* or "Information systems" and agricult* and "Design Science research" or "Mobile-based information systems" and agricult* or "Mobile-based information systems" and farm* or "Agricultural management" and "Software development" or "web application" and agricult* or "web application" and farm* or "Agriculture systems" and "Software development" or "Small-scale Farmers" and "Software development" or "Design Science research" and agricult* or "Design Science research" and farm* or "Software development" and "Agroforestry Systems".

Já na base de dados do SCOPUS, as strings utilizados foram: "Information systems" and "Agricultural management" or "Software development" and farm* or "Software engineering" and agricult* or "Software development" and agricult* or "Information systems" and agricult* and "Design Science research"; Mobile-based information systems" and agricult* or "Mobile-based information systems" and farm*; "Agricultural management" and "Software development" or "web application" and agricult* or "web application" and farm* or "Agriculture systems" and "Software development" or "Small-scale Farmers" and "Software development" or "Design Science research" and agricult* or "Design Science research" and farm* ; "Software development" and "Agroforestry Systems".

Para selecionar os artigos optou-se por escolher os idiomas inglês e o português. Após a busca dos artigos, pelas strings, realizou-se uma primeira triagem pelo título, seguido do resumo e finalmente pelo texto. Foram selecionados 553 artigos na base de dados da Web Of Science, 85 na base de dados da SCOPUS, sendo removidos 12 artigos duplicados. Posteriormente, 594 artigos foram excluídos, pois não abordava o escopo do estudo, resultando em 32 artigos, o que corresponde a 5,02% da amostra.



A escolha dos artigos realizou-se com o auxílio da ferramenta *StArt (State of the Art through Systematic Review)* desenvolvida pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES), do Departamento de Computação, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), para a seleção dos artigos e remoção dos duplicados. Em seguida, foram exportados os dados para o *software* excel para a análise dos dados quantitativos e qualitativos.

Para a triagem os artigos foram escolhidos em conformidade com os critérios de inclusão e exclusão, previamente definidos em protocolo, sendo que foram excluídos os artigos de revisão, revisão sistemática e meta-análise, além de artigos de conferências, por não apresentar o mesmo rigor de seleção por pares, comparados com os artigos publicados nas revistas. Na tabela 1, verifica-se os critérios de inclusão e exclusão, utilizados na seleção dos artigos:

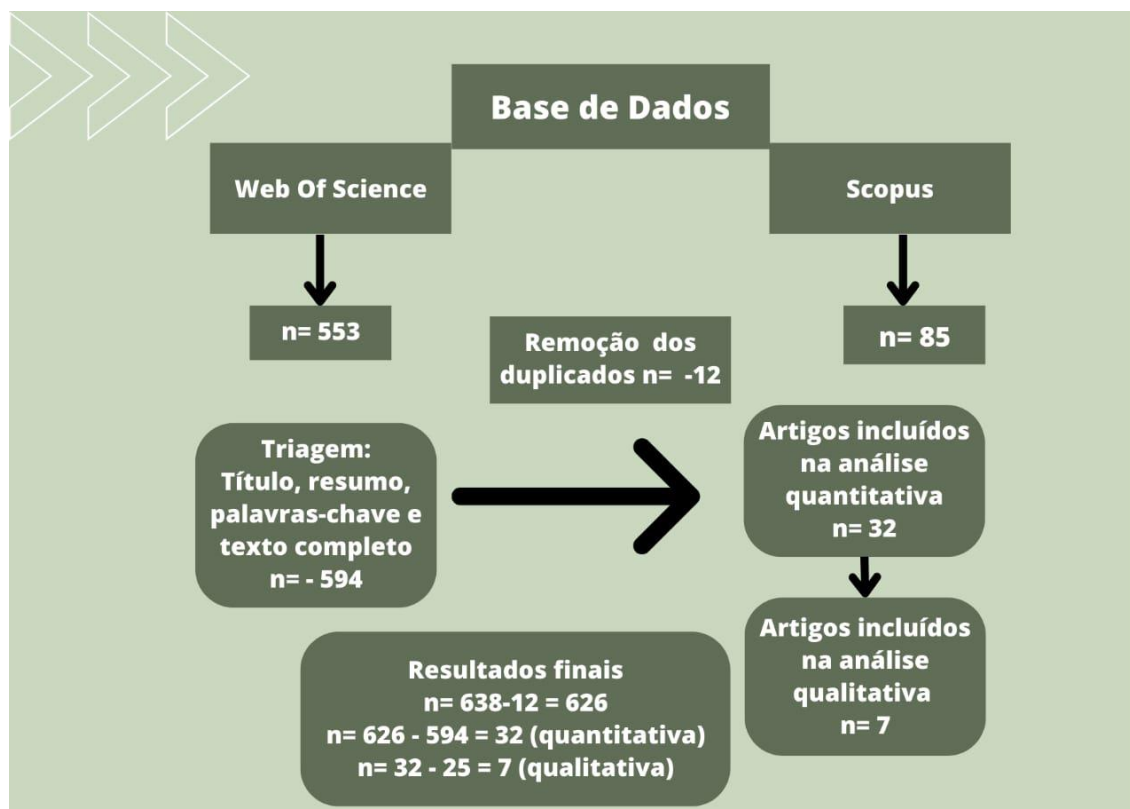
Tabela 1 – Critérios de inclusão e exclusão na seleção dos artigos

Critérios de inclusão	Critérios de Exclusão
a) Trabalhos que descrevam o desenvolvimento de software no setor agrícola;	a) Trabalhos que não identificam o desenvolvimento de software no setor agrícola;
b) Trabalhos dos últimos dez anos (2012-2022);	b) Trabalhos em que os documentos não estejam disponíveis na Web;
c) Publicações escritas em português e inglês;	c) As publicações que não apresentam strings de busca no seu título ou seu resumo.
d) Publicações que apresentam strings de busca no seu título, resumo ou palavras-chave.	

Fonte: elaboração própria, a partir de resultados da pesquisa

Já os critérios de seleção, apresentando a base de dados, o número de artigos encontrado, o critério de seleção e a classificação em critérios quantitativos e qualitativos, podem ser identificados a partir da figura 1:

Figura 1 – Protocolo da Revisão Sistemática



Fonte: elaboração própria, a partir de resultados da pesquisa

2.2 Seleção de dados

Para análise dos dados utilizou-se uma abordagem quantitativa para 32 artigos, contemplando o desenvolvimento de software em sistemas agropecuários. Posteriormente, foram escolhidos 7 artigos que utilizaram metodologias específicas para o processo de desenvolvimento de software.

Essa análise justifica-se, pois uma metodologia adequada, para o desenvolvimento de artefatos pode proporcionar um software útil e de fácil utilização, sendo soluções para utilizar na vida real. Já a análise quantitativa foi extraída especificamente de cada artigo, o ano de publicação, artigos mais citados, quantidade de artigos citados por periódicos, nuvem de palavras e área geográfica onde o estudo foi realizado.

3. Resultados

Nesta seção, apresentam-se uma análise quantitativa e qualitativa sobre o desenvolvimento de software em sistemas agropecuários. Para a análise quantitativa será apresentada as publicações por ano, no período analisado, os artigos selecionados por base de dados, os artigos mais citados, os artigos selecionados por revistas, a localização geográfica dos estudos e a nuvem de palavras-chave. Para a análise qualitativa, será abordado os métodos para o desenvolvimento de software em sistemas agropecuários, dos artigos selecionados.



3.1 Análise quantitativa

Na análise quantitativa foram selecionados artigos com o enfoque em desenvolvimento de software para sistemas agropecuários. Para isso, foi adotado critérios de inclusão e exclusão, previamente definidos e resultaram em 32 artigos.

Na figura 2, observa-se uma oscilação nas publicações, sendo que ocorre um declínio de publicações em 2018. Já em 2021 e 2022 verifica-se um aumento de publicações que pode ser explicado pela evolução na tecnologia e até incentivado pelo período pós pandemia.

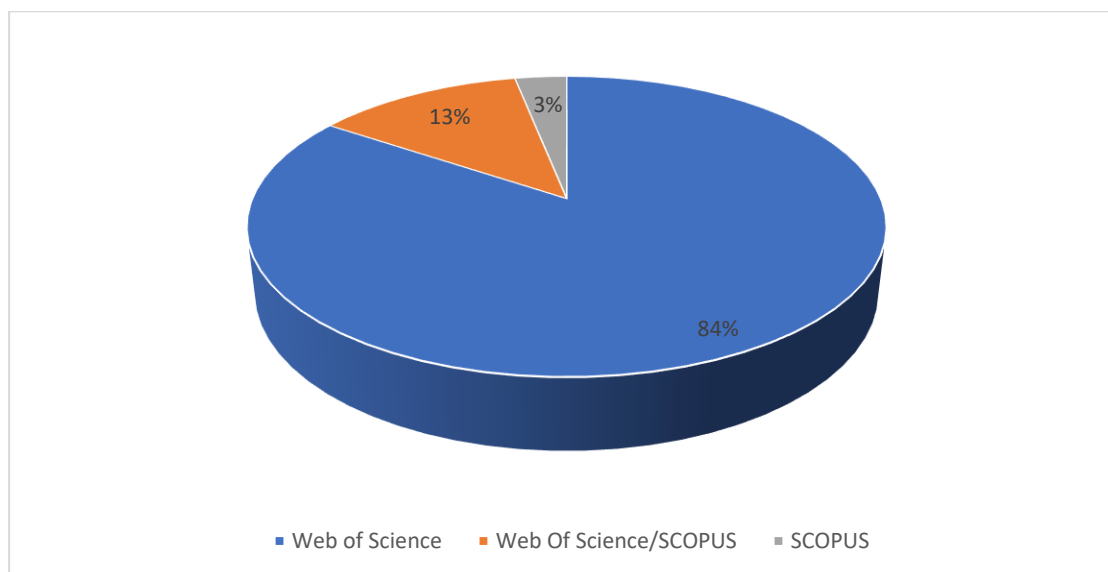
Figura 2. Número de artigos publicados por ano (2012 a 2022)



Fonte: elaboração própria, a partir de resultados da pesquisa

Na figura 3, verifica-se a quantidade de artigos selecionados por base de dados. Identifica-se que a base de dados Web Of Science se destaca em relação a base de dados SCOPUS, pois apresenta 27 artigos. Enquanto apenas 1 artigo encontra-se na base de dados SCOPUS e 4 artigos estavam indexados nas duas bases de dados.

Figura 3. Número de artigos selecionados por base no período de 2012 a 2022



Fonte: elaboração própria, a partir de resultados da pesquisa

Nesse contexto, a maioria dos artigos encontrados estão indexados na base de dados da Web Of Science, representando 84% dos artigos selecionados, seguidos por 13% que estavam nas duas bases de dados e 3% na base de dados SCOPUS.

Na tabela 2, apresenta-se os 5 artigos mais citados, considerando a amostra de 32 artigos. O artigo mais citado com 195 citações foi publicado na revista *Computers and electronics in agriculture*, no ano de 2019. Isso evidencia que o ano de publicação não determina o número de citações, pois os 5 artigos publicados em 2017 apresentaram 3, 5, 7, 20 e 23 citações, respectivamente.

Tabela 2. Artigos com mais citações em outras revistas

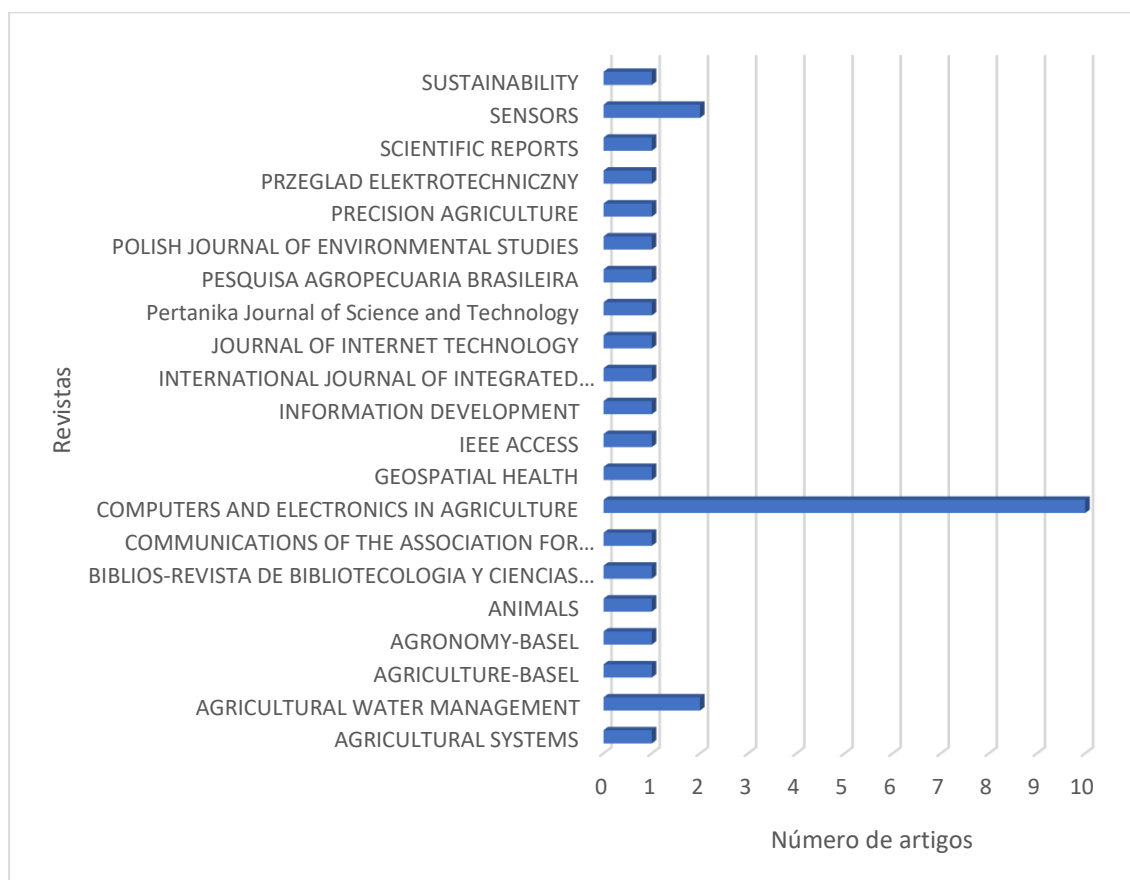
Título	Citações
IoT and agriculture data analysis for smart farm	195
A flexible decision support system for irrigation scheduling in anirrigation district in China	23
Rice and wheat grain counting method and software development based on Android system	20
Monitoring system for agronomic variables based in WSN technology on cassava crops	20
Classification of piglet (<i>Sus Scrofa</i>) stress conditions using vocalization pattern and applying paraconsistent logic E tau	11
RIC-Net: A plant disease classification model based on the fusion of Inception and residual structure and embedded attention mechanism	8

Fonte: elaboração própria, a partir de resultados da pesquisa

Na figura 4, verifica-se o número de publicações por revistas pela temática abordada, sendo que as revistas que predominam o número de artigos são *Computers and electronics in agriculture*, *Sensors* e *Agricultural water management*, que apresentaram no mínimo dois artigos selecionados, em que o fator de impacto JCR era de 6.757, 3.847 e 6.611, respectivamente.

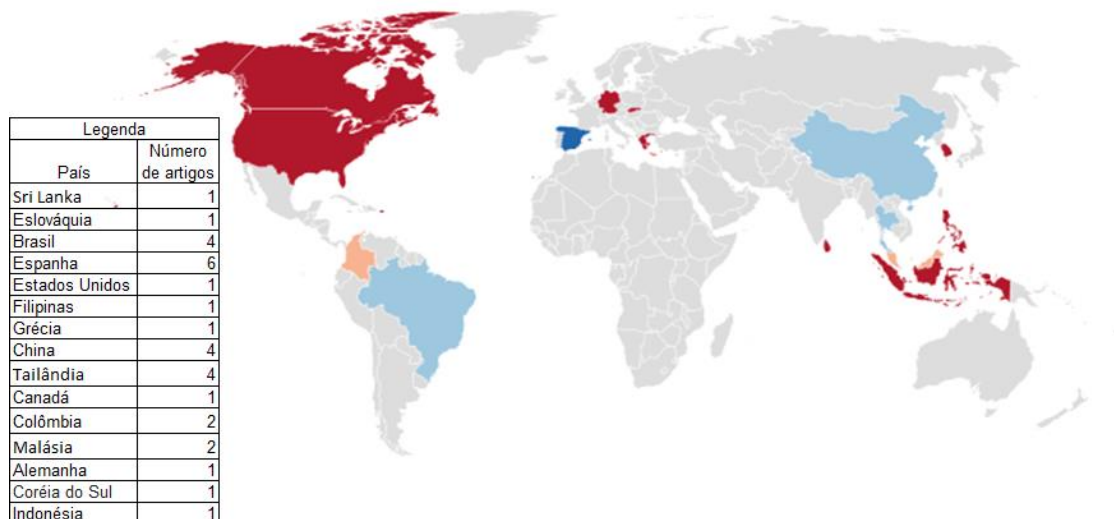


Figura 4. Quantidade de artigos publicados sobre a temática por revista no período de 2012 a 2022



Fonte: elaboração própria, a partir de resultados da pesquisa

Na figura 5, verifica-se a área onde o estudo foi aplicado, na amostra foi considerado 31 artigos, pois 1 artigo definia como área de estudo toda a Europa. Logo, o mapa a seguir apresenta as áreas estudadas, sendo a parte vermelho com menos estudos e a parte azul escuro com mais estudos realizados.



Destaca-se que 1 estudo não foi inserido no mapa, sendo o artigo de Medici et al., 2021 que definiram a área de estudo como norte da Europa, Europa Central, sul e sudoeste da Europa, sudeste da Europa. Ademais, constata-se que a maioria dos estudos foram realizados na Espanha.

Figura 6. Nuvem de palavras-chave dos artigos selecionados no período de 2012 a 2022



Fonte: elaboração própria, a partir de resultados da pesquisa

Percebe-se que as palavras mais destacadas na nuvem de palavras são “*Web application*”, “*Precision agriculture*” e “*Internet of things*”, identificando a preocupação dos pesquisadores em realizar estudos sobre a temática tecnologia, contemplando alguns dos preceitos da agricultura digital. Nenhum estudo com a adoção de tecnologias para sistemas agroflorestais ou produção agroecológica foi encontrado, identificando uma lacuna a ser investigada.

3.2 Análise qualitativa

Na análise qualitativa, será abordado artigos que apresentam metodologias específicas para o desenvolvimento de software, sendo que os artigos que apresentam apenas metodologias sobre a arquitetura de software e linguagem de programação serão analisados apenas quantitativamente. Essa classificação tem o objetivo de identificar as potencialidades e lacunas desses métodos, a fim de oportunizar temáticas para estudos futuros. Desse modo, após essa triagem resultaram 7 artigos.

Algumas metodologias de desenvolvimento de software podem contribuir com a eficácia e utilidade de um sistema (LACERDA *et al.*, 2013). Diante disso, Ginige *et al.*, 2020 e Nova *et al.*, 2022 utilizaram o método design science research (DSR), que consiste em um processo rigoroso para identificar problemas reais na construção de artefatos, desenvolver, avaliar a sua utilidade e comunicar os resultados (BASKERVILLE *et al.*, 2018; MONTEIRO; KAPINGA, 2019).

Nesse cenário, Ginige *et al.*, 2020 desenvolveram um sistema de informação baseado em dispositivos móveis (MBIS) para capacitar os usuários a melhorar suas atividades de subsistência. Nesta pesquisa foi projetado, desenvolvido e avaliado um artefato para capacitar os agricultores do Sri Lanka, no controle de produção, escolha e diversificação de culturas, devido ao problema de superprodução, em que ocasionava a extrema pobreza desses agricultores. Verificou-se o empoderamento dos agricultores após a utilização do aplicativo, sendo que atitudes como senso de controle, motivação e autoeficácia tiveram resultados positivos, como a autoeficácia que aumentou em 25%.

Já Nova *et al.*, 2022 desenvolveram um aplicativo de inclusão financeira para agricultores na zona rural da Colômbia, por meio de uma abordagem de pesquisa em ciência do design, o aplicativo foi concebido, projetado, implementado e avaliado de forma colaborativa. A metodologia DSR apoiou o desenvolvimento deste projeto. Posteriormente, o desenho de avaliação foi realizado com base no modelo de aceitação de tecnologia (TAM) e sessões de debriefing.

Enquanto Morales *et al.*, 2020, Weckesser *et al.*, 2022 e Roslin *et al.*, 2021 utilizaram entrevistas com agricultores e especialistas para o desenvolvimento de software, Weckesser *et al.*, 2022 optou por uma abordagem participativa, pois além das entrevistas com agricultores e especialistas houve a discussão, reflexão e avaliação de testes do protótipo. Entretanto, Lizzone *et al.*, 2018 optaram pela realização de questionário e pesquisa bibliográfica e documental para desenvolvimento de software e Wang *et al.*, 2022 desenvolveram o aplicativo com o processo iniciando pelo design, seguido pelo desenvolvimento, garantia de qualidade, treinamento, implementação e pós-implementação.

Desse modo, Morales *et al.*, 2020 desenvolveram uma plataforma de gestão agrícola, baseada nos princípios do Enterprise Resource Planning (ERP) e com a capacidade de recolher informação geolocalizada de diferentes parcelas relacionadas com vinho de Denominação de Origem Protegida (DOP) e Indicação Geográfica Protegida (IGP). Foi realizado entrevistas com agricultores, responsáveis técnicos de adegas e diretores de entidades de qualidade, para entender a necessidade da plataforma, viabilidade e percepções da utilidade. No caso dos

viticultores, foi realizada uma amostragem aleatória estratificada em toda a Espanha. Verificou-se que agricultores, técnicos e gestores percebem a necessidade de mudanças nos negócios agrícolas para viabilizar o gerenciamento, assim é necessário mudanças tecnológicas que são escassas no setor. Ademais, essa ferramenta pode auxiliar na gestão agrícola, pois permite a inserção de dados, gestão da informação e análise e rastreabilidade de produtos e processos.

Já Weckesser *et al.*, 2022 desenvolveram uma interface de usuário em que as saídas de conhecimento unificadas estejam disponíveis em uma aplicação web, o Crop Portal. Como metodologia, optou-se por abordagem participativa. Foi realizado entrevistas em grupo com agricultores e consultores agrícolas, além de discussão de dados relevantes para a adubação nitrogenada em trigo de inverno. Posteriormente, houve a formalização do conhecimento especializado e desenvolvimento do DSS, reflexão sobre discussões consultivas, anotação de conhecimento especializado, concretização da linguagem subjetiva e do vocabulário utilizado, elaboração de árvores de decisão específicas para consultores, armazenamento de padrões de decisão em ontologias OWL, otimização do protótipo através de vários testes de campo e avaliação do Portal Safra por agricultores e consultores além da avaliação da qualidade percebida por meio de questionário padronizado. E, por fim, teste de campo para classificar quantitativa e qualitativamente o desempenho consultivo.

Roslin *et al.*, 2021 desenvolveram um aplicativo de gerenciamento agrícola para smartphone conhecido como Padi2U e implementaram o teste de aceitação do usuário (UAT) para os usuários finais. Como metodologia, Padi2U foi desenvolvido utilizando o software Master App Builder e integração com as imagens multiespectrais. Padi2U fornece recomendações com base no Departamento de Agricultura (DOA), como verificação de arroz, controle de pragas e doenças e manejo de ervas daninhas. A etapa final envolveu a implementação da pesquisa em que todas as funções do Padi2U foram desenvolvidas e testadas nos usuários. A UAT foi conduzida com 13 entrevistados na Malásia. Os resultados mostraram que todos os usuários não tiveram problemas ao usar o aplicativo. Assim, o índice de satisfação foi de 100%.

Para desenvolver um sistema de Informação que auxilia o agricultor na tomada de decisão por meio de indicadores financeiros, Lizzone *et al.*, 2018 aplicaram um questionário para vinte agricultores familiares do Oeste Paranaense, com abordagem quantitativa. Também, realizaram uma pesquisa bibliográfica e documental para verificar os Sistemas de Informação disponíveis no mercado. Posteriormente, foi elaborado um projeto de software, utilizando elementos da UML, e como framework de desenvolvimento o ASP.NET Core MVC 1.1, com banco de dados PostgreSQL 9.5. A IDE utilizada para desenvolvimento foi o Microsoft Visual Studio 2015 Community Edition. Verificou-se que o aplicativo desenvolvido Planejamento Financeiro Rural (Plafir) auxiliou os agricultores na tomada de decisão para indicar quando o agricultor deve investir em uma atividade, além de disponibilizar indicadores financeiros.

Por fim, Wang *et al.*, 2022 desenvolveram um sistema Bee-Smart baseado em nuvem para otimizar a manutenção e monitoramento de fazendas de abelhas. O sistema de software tem três categorias principais de requisitos, que são requisitos de engenharia, qualificação e entrega. Uma aprovação padrão foi realizada após a conclusão de cada segmento e fase. Verificou-se que o protótipo do sistema é eficaz, ajudando no registro histórico de cada colmeia e atividades de néctar da área. Desse modo, facilita o acesso às informações claras e precisas em tempo real, melhorando a produtividade e eficiência em uma fazenda, onde existe a produção de colmeia.



4. Discussão

Nessa seção, destaca-se os benefícios da tecnologia para a agropecuária, identificando seu papel na tomada de decisão.

Atualmente, para que os empreendimentos agropecuários possam ter competitividade é necessário a adoção de tecnologias (MEDICI *et al.*, 2021). Nesse sentido, a redução de custos são estratégias na gestão agrícola, isso pode ser possível com a utilização de software que pode desempenhar processos mais eficazes com menor tempo (MUANGPRATHUB *et al.*, 2019).

Na agricultura familiar existe uma carência de sistemas de informações para auxiliar o agricultor na tomada de decisão (LIZZONE *et al.*, 2018). Por isso, estudos para o desenvolvimento de software contribuem para a mudança desse cenário. A adoção de tecnologia pode contribuir com a tomada de decisão (KAJORNKASIRAT *et al.*, 2021). Carlson *et al.*, 2017 perceberam que o aplicativo OFoot, que permite estimar a pegada de carbono desde o berço até ao portão em uma fazenda de orgânicos, favorece escolhas para diminuir a emissão de carbonos na agricultura orgânica, sendo um diferencial, pois os artefatos geralmente são construídos para a agricultura convencional.

Agricultores, técnicos e gestores percebem a necessidade de mudanças nos negócios agrícolas para viabilizar o gerenciamento, assim é necessário mudanças tecnológicas que são escassas no setor (NOVA *et al.*, 2022). Morales *et al.*, 2020 identificaram que a ferramenta ERP desenvolvida pode auxiliar na gestão agrícola, pois permite a inserção de dados, gestão da informação e análise e rastreabilidade de produtos e processos. Por meio desse sistema é possível a verificação das informações em tempo real. Essa ferramenta já é utilizada por mais de 1500 fazendas que estão continuamente inserindo informações, podendo futuramente contribuir com um sistema de previsões e modelagens em tempo real, sugerindo modelos e mudanças nas fazendas, beneficiando as atividades.

Outros aspectos também são importantes para o agronegócio, como o aumento da produtividade, eficácia e melhoramento dos processos com a adoção de tecnologias. Xue-Fen *et al.*, 2019 verificaram que o sistema desenvolvido para o serviço de gerenciamento da produção familiar na China pode melhorar a eficiência da produção agrícola. Já Muangprathub *et al.*, 2019 constataram que o software projetado trouxe benefícios para a agricultura, pois a umidade do solo foi controlada, reduzindo custos e aumentando a produtividade agrícola. Enquanto Liu *et al.*, 2019 desenvolveram um aplicativo de contagem de grãos, no sistema android e perceberam que o artefato pode contar grãos de forma rápida, eficiente e com exatidão, contribuindo com os agricultores.

A antecipação de cenários faz parte do planejamento dos gestores e são fundamentais para a tomada de decisão, assim, os softwares podem contribuir com a simulação de dados, fornecendo informações para os agricultores (ROTUNDO *et al.*, 2022). Vourak *et al.*, 2020 verificaram que o software iSAGEDSS possibilita que criadores de ovinos e caprinos de diferentes sistemas de produção e, em diversos países europeus, pressupõem futuras decisões ao estimar valores financeiros robustos, além de dados ambientais do manejo de pastagens. Já Medici *et al.*, 2021 identificaram que a ferramenta web PAMCoBA, permite comparar cenários da tecnologia com a agricultura convencional e a agricultura de precisão, podendo ajudar os agricultores fornecendo os dados necessários para a tomada de decisão, além de ser uma ferramenta inovadora, estimando a possível redução de insumos utilizados para modelar cenários ambientais e também fornecer dados para os formuladores de políticas públicas.

Outros benefícios podem ser proporcionados pelo uso da tecnologia, como a troca de conhecimento entre usuários de sistemas e especialistas. Weckesser *et al.*, 2022 desenvolveram um sistema de apoio a decisão para a fertilização para o trigo de inverno, sendo suporte para a tomada de decisão. O estudo foi realizado de forma participativa e o protótipo foi baseado em

práticas agrícolas. A discussão sobre a fertilização e sensibilização dos usuários, transformaram uma troca de conhecimento por meio dessa ferramenta que beneficiou os usuários com informações para a melhor tomada de decisão. Assim, os agricultores podem ter benefícios com a rede de conhecimento de agricultores e especialistas.

Ademais, a satisfação e o conforto dos agricultores, além do empoderamento na utilização de artefatos pode contribuir com a mudança de uma realidade e reduzir desigualdades sociais, melhorando o bem-estar podendo transformar a realidade (GINIGE et al., 2020). Mraz et al., 2020 verificaram que o aplicativo desenvolvido para a gestão da fazenda possibilitou o acesso à todas as informações importantes da fazenda com tranquilidade e conforto em qualquer lugar. Já Ginige et al., 2020 constataram que após a utilização do aplicativo houve uma mudança no comportamento dos agricultores na seleção de culturas e, com a diversificação, houve uma minimização da superprodução de determinadas culturas, melhorando a sua subsistência.

5. Considerações finais

Identificou-se que a maioria dos artigos não utilizaram metodologias específicas para o desenvolvimento de software, limitando-se a métodos aplicadas para a linguagem de programação.

A utilização de tecnologia é estratégica para a tomada de decisão, pois melhora os processos, reduz custos, possibilita eficiência, proporcionando a competitividade no agronegócio. A agricultura digital por meio da agricultura de precisão, Internet of Things (IoT), Big Data, Cloud Computing, Machine Learning trouxe avanços para a agropecuária, proporcionando o aumento da produtividade, além da redução do desperdício dos insumos. Isso possibilita o desenvolvimento sustentável, entretanto, a realidade no Brasil aponta vários desafios como a falta de conectividade, acesso a tecnologia e mão de obra qualificada no campo, para esse ambiente digital. Assim, as políticas públicas devem contemplar pequenos e médios agricultores, proporcionando a utilização desses recursos a fim de diminuir as desigualdades encontradas.

Alguns estudos podem não estar na presente amostra, pois outras base de dados não foram incluídas, como o Science Direct, Scielo, Periódico Capes, remetendo a algumas limitações. Ademais, os artigos de conferências também foram excluídos, desse modo a amostra qualitativa poderia ser maior e a análise dessas metodologias deve ser ponderada.

Sugere-se estudos futuros aplicados ao desenvolvimento de software com a utilização da metodologia design science research, para os negócios agropecuários, além de desenvolvimento de artefatos para atividades da agricultura familiar como: sistemas agroflorestais e produção agroecológica, além de formulação de políticas públicas para os pequenos e médios produtores.



Referências

ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Análise financeira de sistemas produtivos integrados**. Colombo, Embrapa Florestas, 2014.

BASKERVILLE, R. et al. Design science research contributions: Finding a balance between artifact and theory. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 19, n. 5, p. 358–376, 2018.

CARLSON, B. R. et al. Development of a web application for estimating carbon footprints of organic farms. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 142, p. 211–223, 2017.

GINIGE, T. et al. Design for empowerment: Empowering Sri Lankan farmers through mobile-based information system. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 46, p. 444–483, 2020.

KAJORNKASIRAT, S. et al. Online analytics for shrimp farm management to control water quality parameters and growth performance. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 11, p. 1–11, 2021.

LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: A research method to production engineering. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

LIU, T. et al. Rice and wheat grain counting method and software development based on Android system. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 141, p. 302–309, 2017.

LIZZONI, L.; FEIDEN, A.; FEIDEN, A. PlafiR: Web application for rural financial planning. **Biblios**, v. 73, n. 73, p. 91–104, 2018.

MATZEMBACHER, D. E.; MEIRA, F. B. **Mercantilização e contramovimento: agricultura sustentada pela comunidade (CSA): estudo de caso em Minas Gerais, Brasil**. [s.l.: s.n.]. v. 27, 2020.

MEDICI, M. et al. A web-tool for calculating the economic performance of precision agriculture technology. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 181, n. June 2020, p. 105930, 2021.

MONTELEONE, S. et al. **Proposta De Um Modelo De Simulação Para Análise De Políticas De Difusão Da Agricultura Irrigada De Precisão No Contexto Da Agricultura 4.0**. 59º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER. **Anais...**2021.

MONTERO, C. S.; KAPINGA, A. F. Fortalecimento da pesquisa da ciência do design: integração da co-criação e do co-design. In: NIELSEN, P.; KIMARO, H. C. (ed.). **Information and Communication Technologies for Development**. Strengthening Southern-Driven Cooperation as a Catalyst for ICT4D. Springer: Cham, 2019. p. 486–495

MORALES, D. A. et al. Designing of an enterprise resource planning for the optimal

management of agricultural plots regarding quality and environmental requirements. **Agronomy**, v. 10, n. 9, p. 1–22, 2020.

MUANGPRATHUB, J. et al. IoT and agriculture data analysis for smart farm. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 156, n. November 2018, p. 467–474, 2019.

NOVA, N. A.; GONZÁLEZ, R. A. A financial inclusion app and USSD service for farmers in rural Colombia. **Information Development**, n. 42, 2022.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Disponível em:
<<http://www.nacoesunidas.org>>. acesso em 01 de abril de 2023.

PILAU, F. G.; MARIN, F. R. Agrometeorologia digital: as bases biofísicas para a revolução digital no campo. **TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 20, p. 59–76, 2020.

ROSLIN, N. A. et al. Smartphone application development for rice field management through aerial imagery and normalised difference vegetation index (Ndvi) analysis. **Pertanika Journal of Science and Technology**, v. 29, n. 2, p. 809–836, 2021.

ROTUNDO, J. L. et al. Development of a decision-making application for optimum soybean and maize fertilization strategies in Mato Grosso. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 193, n. October 2021, 2022.

SAMPAIO, R. .; MANCINI, M. . Estudos de revisão sistemática : um guia para síntese. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, p. 83–89, 2007.

SOUZA, M. P. R. DE; BIDARRA, Z. S. Política pública de apoio à agricultura digital. **Revista de Política Agrícola**, p. 18–32, 2022.

VILLAFUERTE, A. et al. **Agricultura 4.0 - Estudo de Inovação Disruptiva no Agronegócios brasileiro**. ISTI/SIMTEC. **Anais...**2018. Disponível em:
<<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110>><https://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001>><https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044>><https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>>

VOURAKI, S. et al. A decision support system for economically sustainable sheep and goat farming. **Animals**, v. 10, n. 12, p. 1–18, 2020.

WANG, C. et al. Cloud-Based System for Sustainable Stingless Bee Farm. **Journal of Internet Technology**, v. 23, n. 3, p. 539–551, 2022.

WECKESSER, F. et al. A Digital Advisor Twin for Crop Nitrogen Management. **Agriculture (Switzerland)**, v. 12, n. 2, 2022.