

# INSIGHTS DE UM ESTUDO DE MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA TECNOLOGIA 5G NO CONTEXTO DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

**Sidney Casemiro do Nascimento<sup>1</sup>**

Universidade Federal de Sergipe

sidneycn@gmail.com

**Francisco Sandro Rodrigues Holanda<sup>2</sup>**

Universidade Federal de Sergipe

fholanda@academico.ufs.br

---

## Resumo

A tecnologia 5G está se tornando essencial para impulsionar a agricultura sustentável nas próximas décadas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar as pesquisas relacionadas à tecnologia 5G no contexto da agricultura sustentável, contribuindo assim para o avanço do conhecimento científico e o estímulo de debates sobre as mudanças tecnológicas na agricultura com o apoio do 5G. Realizou-se um mapeamento sistemático das publicações científicas sobre o uso da tecnologia 5G na agricultura sustentável, abrangendo discussões desde o início da temática até o presente momento. Os resultados revelaram que os termos mais frequentes na pesquisa indicam um foco em tecnologias inteligentes e precisas na agricultura. Foi identificada também uma abordagem interdisciplinar na aplicação do 5G na agricultura sustentável, com interconexões entre diferentes campos de conhecimento. Os resultados destacam o crescente interesse e a relevância do 5G na agricultura sustentável, oferecendo insights para futuras investigações e desenvolvimentos tecnológicos.

**Palavras-chave:** 5G; agricultura; inovação na agricultura; mapeamento sistemático.

## INSIGHTS FROM A SYSTEMATIC MAPPING STUDY OF 5G TECHNOLOGY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

### Abstract

The 5G technology is becoming essential to drive sustainable agriculture in the coming decades. The objective of this work was to characterize research related to 5G technology in the context of sustainable agriculture, thus contributing to the advance of scientific knowledge and stimulating discussions about technological changes in agriculture with the support of 5G. A systematic mapping of scientific publications on the use of 5G technology in sustainable agriculture was conducted, covering discussions from the inception of the topic to the present moment. The results revealed that the most frequent terms in the research indicate a focus on smart and precise technologies in agriculture. Furthermore, an interdisciplinary approach to the application of 5G in sustainable agriculture was identified, with interconnections between different fields of knowledge. The results highlight the growing interest and relevance of 5G in sustainable agriculture, providing insights for future research and technological developments.

**Keywords:** 5G; agriculture; innovation in agriculture; systematic mapping.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Ciência da Propriedade Intelectual pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Mestre em Ciência da Computação pela UFS. Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

<sup>2</sup> Doutor e Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA)/Universidade de Purdue/EUA. Pós-Doutorado pela Universidade de Wisconsin/EUA. Professor Titular da Universidade Federal de Sergipe (UFS).



Esta obra está licenciada sob uma licença

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

P2P & INOVAÇÃO, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 1-21, e-7040, jul./dez. 2024.

## 1 INTRODUÇÃO

A próxima década prevê um papel de grande relevância para a tecnologia 5G nas indústrias agrícolas (Tang *et al.*, 2021), impulsionando outras tecnologias digitais e contribuindo para o desenvolvimento de inovações tecnológicas que promovam a agricultura sustentável (Sadjadi; Fernández, 2023). A tecnologia, nesse contexto, desempenha um papel fundamental na transformação do setor agrícola para uma economia verde e sustentável (Cuong, 2023).

O termo "5G" refere-se à rede móvel de quinta geração, caracterizada por maior velocidade e capacidade em comparação com as gerações anteriores (Tripathi; Rajak; Shrivastava, 2019). O uso do 5G tem o potencial de fortalecer os processos agrícolas (Arrubla-Hoyos *et al.*, 2022) e está ganhando popularidade crescente na agricultura em todo o mundo, possibilitando uma abordagem mais resiliente e de maior rendimento (Wu; Liu, 2022). Dessa forma, a combinação do 5G com outras tecnologias pode contribuir para a transição da agricultura convencional para um modelo mais resiliente, contribuindo para alcançar a agricultura sustentável (Wu, 2022).

A agricultura sustentável busca garantir a segurança alimentar e a viabilidade a longo prazo dos sistemas alimentares, atuando em harmonia com os limites ecológicos e promovendo a justiça social (Francis; Porter, 2011). Nos últimos anos, observa-se um crescente interesse em impulsionar a agricultura sustentável e mitigar o impacto ambiental do sistema alimentar (Elshaer *et al.*, 2023). A modernização da indústria agrícola desempenha um papel crucial nesse esforço, sendo essencial para impulsionar a eficiência e a produtividade agrícola (Das; Damle, 2023).

O 5G se destaca por suas características únicas em comparação com outras tecnologias de comunicação, oferecendo vantagens incomparáveis, como maior largura de banda, conexões mais robustas e menor latência (Dai; Ruiz; Zoltan, 2021). A introdução do 5G pode trazer mudanças e oportunidades inéditas para o modo de produção agrícola em diversos cenários de aplicação (Liu *et al.*, 2023). Devido às suas especificações, a tecnologia 5G habilita outras tecnologias inovadoras, como a Internet das Coisas (IoT) na agricultura, aprendizagem de máquina em tempo real, robótica agrícola, drones agrícolas e veículos autônomos, realidade aumentada (AR) e realidade virtual (VR), pavimentando o caminho para avanços significativos em produtividade, conservação da biodiversidade, gestão de recursos e qualidade dos produtos agrícolas. Esses avanços têm o potencial de contribuir para a sustentabilidade agrícola.

É fundamental promover debates sobre as mudanças tecnológicas na agricultura, com o suporte da tecnologia 5G, diante do atual cenário de desafios e oportunidades no setor agrícola. Este setor enfrenta uma série de questões complexas, desde a necessidade de aumentar a produção para alimentar uma população global em constante crescimento até a pressão por práticas mais sustentáveis e eficientes em termos de recursos (Talukder *et al.*, 2020). Portanto, é essencial entender plenamente o potencial e os desafios da integração da tecnologia 5G na agricultura, assegurando que seja implementada de forma a beneficiar os agricultores, os consumidores e o meio ambiente.

Diante da escassez de estudos acerca do tema e da necessidade de investigar a tecnologia 5G como suporte para mudanças tecnológicas na agricultura sustentável, aliada à ausência de mapeamentos sistemáticos sobre esse assunto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os aspectos das pesquisas sobre a tecnologia 5G no contexto da agricultura sustentável por meio de uma investigação sistemática.

3

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TECNOLOGIA 5G: DEFINIÇÃO, REQUISITOS E CENÁRIOS DE USO

A evolução das redes de telecomunicações está conduzindo o mundo em direção à Quinta Geração das Comunicações Móveis (5G), trazendo uma significativa transformação na infraestrutura e tecnologias utilizadas (Marchese; Moheddine; Patrone, 2019). O 5G representa a principal atualização disponível prometendo melhorias substanciais em relação à tecnologia celular de banda larga de Quarta Geração (4G) (Razaak *et al.*, 2019). As redes móveis 5G representam o próximo passo na revolução da comunicação móvel e desempenharão um papel-chave na criação de uma sociedade mais conectada em rede (Khumalo; Oyerinde; Mfupe, 2019).

O 5G é a próxima geração de redes celulares, projetada para atender à crescente demanda por taxas de dados mais altas podendo interconectar bilhões de dispositivos inteligentes, suportando não apenas o tráfego centrado no ser humano, mas também o tráfego centrado na máquina (Ahamed; Faruque, 2018). Essa tecnologia desempenhará um papel essencial na sociedade futura, criando um ecossistema de informações centrado no usuário, permitindo uma experiência imersiva e interativa, e facilitando a integração entre humanos e objetos, tornando possível uma interconexão inteligente entre pessoas e coisas (Jiang; Liu, 2017). O 5G tornou-se uma força motriz para a inovação e um catalisador para novos tipos de consumo de informações, além de impulsionar a atualização industrial e estimular o

crescimento econômico sustentado (Yang *et al.*, 2021). Além disso, essa tecnologia tem possibilitado o desenvolvimento de novos serviços, aplicativos e modelos de negócios.

5G é a tecnologia de rede móvel de 5ª geração que evoluiu para atender à crescente demanda de tráfego sem fio em todo o mundo, representando uma evolução da atual conexão 4G, para fornecer alta cobertura, maior capacidade de rede e integração de rede heterogênea (Akkari; Dimitriou, 2020). Além da alta capacidade de dados e velocidade, o 5G também possui a capacidade de conectar bilhões de dispositivos devido à sua maior largura de banda (Tang *et al.*, 2021). Dessa forma, a expectativa é que essa nova geração de Internet móvel traga mais velocidade na transmissão de dados, reduza o tempo de resposta entre diferentes dispositivos, torne as conexões mais estáveis e confiáveis em relação às gerações anteriores.

O sistema 5G atenderá às necessidades de comunicação de várias comunidades verticais, abrangendo setores como industrial, agrícola, médico, educacional, de transporte, financeiro e ambiental. Essa tecnologia terá um impacto importante em diferentes aspectos da vida no futuro, incluindo residência, trabalho, entretenimento e transporte. A Figura 1 apresenta uma visão geral do 5G (Liu *et al.*, 2018). Além disso, essa figura demonstra que o 5G permitirá conexões inteligentes e fáceis entre seres humanos e objetos, reduzindo a distância entre eles.

4

**Figura 1** – Visão geral de um sistema 5G



Fonte: Liu et al. (2018)

A *International Telecommunication Union* (ITU) é uma agência especializada das Nações Unidas responsável por regulamentar e coordenar as telecomunicações globais. A *International Mobile Telecommunications-2020* (IMT-2020) é um conjunto de requisitos mínimos relacionados ao desempenho técnico emitidos pela *Radiocommunication Sector of*

ITU (ITU-R) da ITU em 2017, destinados a redes, dispositivos e serviços 5G (ITU-R, 2017). O Quadro 1 apresenta os parâmetros dos requisitos mínimos para as tecnologias de acesso por rádio candidatas ao IMT-2020 (5G), juntamente com o cenário de uso para o qual eles são relevantes.

Os três cenários de uso definidos pelo ITU-R para o 5G são (ITU-R, 2015; Jiang; Liu, 2017): o *Enhanced mobile broadband* (eMBB) – que consiste em acesso de banda larga em áreas densas, oferecendo acesso de banda larga em todos os lugares, maior mobilidade do usuário e serviços do tipo *broadcast*; o *Ultra-reliable and low latency communications* (URLLC) – que consiste em comunicações extremamente confiáveis e em tempo real, incluindo comunicações vitais; e o *Massive machine type communications* (mMTC) – que corresponde à comunicação massiva de dispositivos na Internet das Coisas.

**Quadro 1** – Principais recursos e valores 5G da ITU-R

Capacidade	Descrição	Valores	Cenário de uso
Taxa máxima de dados	Taxa de dados máxima alcançável em condições ideais por usuário (em Gbit/s)	20 Gbit/s	eMBB
Taxa de dados experimentada pelo usuário	Taxa de dados alcançável que está disponível em toda a área de cobertura para um usuário (em Gbit/s)	0.1 – 1 Gbit/s	eMBB
Latência	Duração entre a transmissão de um pacote de dados do nó de origem e a recepção bem-sucedida no nó de destino(em ms)	4 ms para eMBB 1 ms para URLLC	eMBB e URLLC
Mobilidade	Velocidade relativa entre o receptor e o transmissor sob certos requisitos de desempenho (em km/h)	500 km/h	eMBB
Densidade de conexão	Número total de dispositivos conectados e/ou acessíveis por unidade de área (por km <sup>2</sup> )	10 <sup>6</sup> /km <sup>2</sup>	mMTC
Eficiência energética	Número de bits que podem ser transmitidos por joule de energia (em bit/Joule)	100 vezes em comparação com o IMT-Advanced (4G)	eMBB
Eficiência de espectro	Taxa de transferência de dados por unidade de recurso de espectro por célula ou por unidade de área (bit/s/Hz)	3 – 5 vezes em comparação com o IMT-Advanced (4G)	eMBB
Capacidade de tráfego da área	Taxa de tráfego total atendida por área geográfica/cobertura (em Mbit/s/m <sup>2</sup> )	10 Mbit/s/m <sup>2</sup>	eMBB

Fonte: ITU-R (2017)

A tecnologia 5G tem potencial para atender ao setor agrícola em todos os três cenários de uso definidos pelo ITU-R, permitindo o desenvolvimento de soluções avançadas para uma agricultura mais eficiente, sustentável e conectada.

## 2.2 AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Nas últimas décadas, os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável emergiram à medida que a humanidade se tornou mais consciente do seu impacto crescente no mundo (Hutchins; Sutherland, 2008). O desenvolvimento sustentável (DS) pode ser definido como aquele que satisfaz as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem a suas próprias necessidades (Brundtland, 1987; Schaefer; Crane, 2005).

O objetivo final do DS é alcançar um equilíbrio entre a sustentabilidade ambiental, econômica e social, tornando-se assim os pilares sobre os quais ele se baseia (Mensah, 2019). A agricultura sustentável é a produção agrícola economicamente viável e que não degrada o meio ambiente a longo prazo (OECD, 2008). O objetivo geral das políticas agrícolas sustentáveis é garantir a sustentabilidade ambiental, ao mesmo tempo em que aumentam ou, pelo menos, mantêm a produtividade agrícola (Piñeiro *et al.*, 2020).

A produção agrícola sustentável (PAS) é geralmente implementada por meio de governança híbrida, com a participação de atores do setor público, privado e sociedade civil trabalhando em conjunto para definir e implementar intervenções (Erbaugh *et al.*, 2019). Alguns exemplos dessas intervenções incluem o desenvolvimento de políticas agrícolas sustentáveis, incentivos econômicos, pesquisa e desenvolvimento, e parcerias público-privadas. O objetivo da PAS é criar um ciclo de feedback positivo na gestão e produção agrícola (Zhao *et al.*, 2022), buscando atender às futuras demandas por alimentos, rações e fibras de forma responsável, evitando impactos ambientais adversos e minimizando o consumo de terra (Babin *et al.*, 2021).

Desse modo, a agricultura sustentável é uma abordagem multidimensional que se baseia na sustentabilidade ambiental, viabilidade econômica, responsabilidade social e eficiência produtiva.

## 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa, no contexto dos objetivos estabelecidos neste artigo, adotou uma abordagem exploratória e descritiva. Seu foco foi a realização de uma revisão de mapeamento das publicações científicas produzidas sobre o uso da tecnologia 5G no contexto da agricultura sustentável. Na análise dos dados extraídos, utilizou-se uma abordagem quantitativa e qualitativa para melhor descrever e interpretar as variáveis pesquisadas.

O método adotado para coleta de dados foi o mapeamento sistemático em bases de dados multidisciplinar de referência para pesquisa acadêmica e científica. Os Estudos de Mapeamento Sistemático ou Revisão de Escopo (*Scoping Studies*), têm o propósito de oferecer uma visão abrangente de uma determinada área de pesquisa. Eles servem para determinar se há evidências de pesquisa disponíveis sobre um tópico de interesse e avaliar quantas evidências existem na literatura (Kitchenham; Charters, 2007). A seguir, o protocolo de revisão é apresentado:

### 3.1 PERGUNTAS DE PESQUISA

O principal objetivo deste estudo de mapeamento é refinado em duas questões de pesquisa:

- **QP1:** Quais termos são empregados para descrever as mudanças tecnológicas na agricultura moderna e sustentável, incluindo aqueles relacionados ao uso da tecnologia 5G?
- **QP2:** Quais áreas de pesquisa estão relacionadas às mudanças tecnológicas na agricultura sustentável que utilizam a tecnologia 5G?

7

### 3.2 ESCOLHA DAS BASES DE DADOS

As bases *Scopus* e *Web of Science* (WoS) foram selecionadas devido ao seu status como duas das principais bases de dados de pesquisa acadêmica atualmente disponíveis. Ambas passam por revisão por pares e desempenham um papel fundamental na coleta, indexação e disseminação de informações acadêmicas e científicas. A pesquisa foi conduzida em julho de 2023.

### 3.3 BUSCA E SELEÇÃO DE ESTUDOS

Inicialmente, dois grupos de palavras-chave foram definidos (Quadro 1): o primeiro indicando a tecnologia 5G e o segundo especificando a agricultura sustentável. Em seguida, foram estabelecidos os critérios de inclusão. Devido o tema de pesquisa ser bastante recente, não foi estabelecido um limite de ano de publicação.

Na sequência, foram estabelecidos os critérios de exclusão com o objetivo de refinar os resultados da busca e obter apenas artigos relevantes para a pesquisa. Abaixo, estão listados os critérios definidos:

1. documentos que, após análise do título e resumo, estão fora do escopo da pesquisa;
2. documentos pagos ou que não estão disponíveis para leitura;

3. documentos duplicados entre as bases consultadas;
4. documentos que, após análise do documento, estão fora do escopo da pesquisa.

**Quadro 2** – Critérios de inclusão do estudo de Mapeamento Sistemático

Critérios de inclusão	Descrição
Palavras-chave	(5G AND ("fifth generation" OR communication* OR connectivit* OR mobile* OR network* OR technolog* OR wireless*)) AND ("agricultural systems electronic" OR "agriculture 4.0" OR "agriculture 5.0" OR "digital agriculture" OR "digital farm" OR "e-agriculture systems" OR "eco-friendly agriculture" OR "eco-friendly farming" OR "ecological agriculture" OR "ecological farming" OR "electronic farming systems" OR "environmentally friendly agriculture" OR "environmentally friendly farming" OR "farming 4.0" OR "fourth agricultural revolution" OR "green agriculture" OR "green farming" OR "precision agriculture" OR "precision farming" OR "smart agriculture" OR "smart farming" OR "sustainable agriculture" OR "sustainable agri-food systems" OR "sustainable cultivation" OR "sustainable farming")
Idioma	Inglês
Tipos de documentos	Artigos e Conferências
Tipos de fontes	Publicações revisadas por pares e Conferências

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

### 3.4 EXTRAÇÃO DE DADOS

O Quadro 3 apresenta os itens de dados que foram extraídos após a busca e seleção dos artigos, juntamente com suas descrições e as perguntas de pesquisa relacionadas. As informações da extração de dados foram registradas em uma planilha eletrônica. A análise de dados foi conduzida utilizando o Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (Versão 2307 Build 16.0.16626.20170) 32 bits e o Python versão 3.10.12.

**Quadro 3** – Itens de extração de dados

Item de dados	Descrição	QPs
Autores	A lista de nomes dos autores	na
Título	O título do artigo	na
Ano	O ano em que o artigo foi publicado	na
Resumo	O resumo do artigo	na
Palavras-chave	A lista de palavras-chave dos autores	na
Local	O nome do local (periódico ou conferência) onde o artigo foi publicado	na
País	O país do autor principal da publicação	na
Base	O nome da base de dados onde o artigo foi publicado	na
Termos agricultura	A lista de termos utilizados para mudanças tecnológicas na agricultura	QP1
Termos agricultura 5G	A lista de termos relacionados à utilização da tecnologia 5G na agricultura	QP1

Áreas de pesquisa	A lista de áreas de pesquisa relacionadas à tecnologia 5G no contexto da agricultura sustentável	QP2
Área temática (cluster)	O nome do cluster atribuído à área temática de pesquisa para mudanças tecnológicas na agricultura sustentável suportadas por 5G	QP2

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

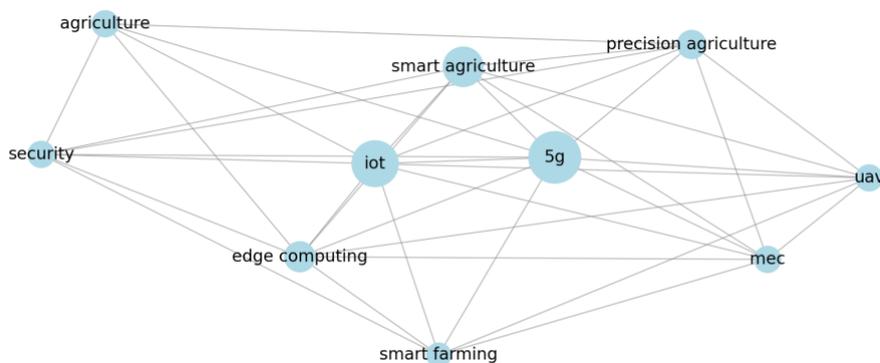
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No anexo A, encontram-se listados os artigos analisados neste estudo. A seguir, serão apresentados alguns insights elaborados a partir dos itens de dados extraídos dos estudos selecionados.

A Figura 2 ilustra a rede de palavras-chave formada a partir das 10 principais palavras-chave, onde se podem observar os seus relacionamentos. Os nós representam as palavras-chave e seus tamanhos são proporcionais à sua frequência no conjunto de dados analisados. As linhas representam as conexões entre as palavras-chave frequentes. Destacam-se três nós maiores: 5G (23 vezes), IoT (18 vezes) e *Smart agriculture* (13 vezes), indicando sua prevalência nos artigos e apontando para termos-chave amplamente discutidos. Esses nós centrais podem sinalizar maior abrangência ou relevância na pesquisa da área. Além disso, observa-se que estão interconectados, evidenciando a frequente associação nos artigos.

9

**Figura 2** – Rede de palavras-chave das publicações



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Com base nos resultados, é importante notar que a base de dados SCOPUS trouxe a maioria das evidências, totalizando 52 ocorrências, o que equivale a quase 95% dos achados. No que diz respeito aos periódicos e conferências, merece destaque a predominância dos

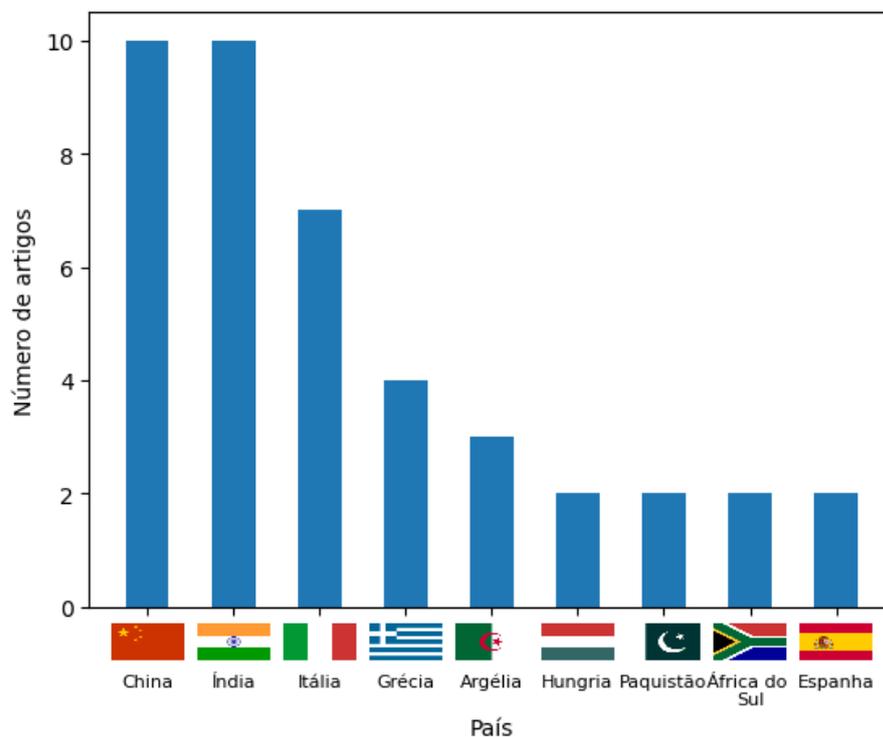
periódicos MDPI, com 11 ocorrências, entre os quais se destacam *Sensors* (MDPI) e *Agriculture* (MDPI), com 4 e 2 ocorrências, respectivamente. Além disso, três periódicos e uma conferência, a saber: *Computers And Electronics In Agriculture*, *Computers Materials And Continua*, *Wireless Communications And Mobile Computing* e *Proceedings Of SPIE The International Society For Optical Engineering*, obtiveram duas ocorrências cada. Os demais periódicos e conferências apresentaram somente uma ocorrência cada.

A Figura 3 mostra um gráfico apresentando os principais países de origem das publicações, destacando a quantidade de artigos publicados por país. Essa análise pode revelar quais países estão mais ativos em termos de produção científica na área abordada pelos artigos. Nesse sentido, a China e a Índia lideram a pesquisa, com cada país contribuindo com 10 artigos (18,2%), seguidos pela Itália com 7 artigos (12,7%) e a Grécia com 4 artigos (7,3%). Quanto à distribuição geográfica das atividades de pesquisa, nota-se uma concentração na Ásia, que apresenta 25 artigos (45,5%), seguida pela Europa, com 20 artigos (36,4%). Entre todos os achados, a América do Norte contribuiu apenas com 2 artigos, provenientes do Canadá, enquanto a América do Sul teve uma única contribuição, da Colômbia. Essa disparidade aponta para a necessidade de ampliar a produção científica nessa região, inclusive no Brasil, onde não foram identificadas publicações sobre o assunto.

Na Figura 4 é perceptível que a linha de tendência apresenta uma inclinação ascendente, sugerindo crescimento ao longo dos anos. O primeiro aumento significativo ocorreu em 2019, com 8 artigos (14,5%), mantendo-se constante em 2020. Notavelmente, entre 2021, com 12 artigos (21,8%), e 2022, com 19 artigos (34,5%), ocorreu um aumento acentuado no número de publicações.

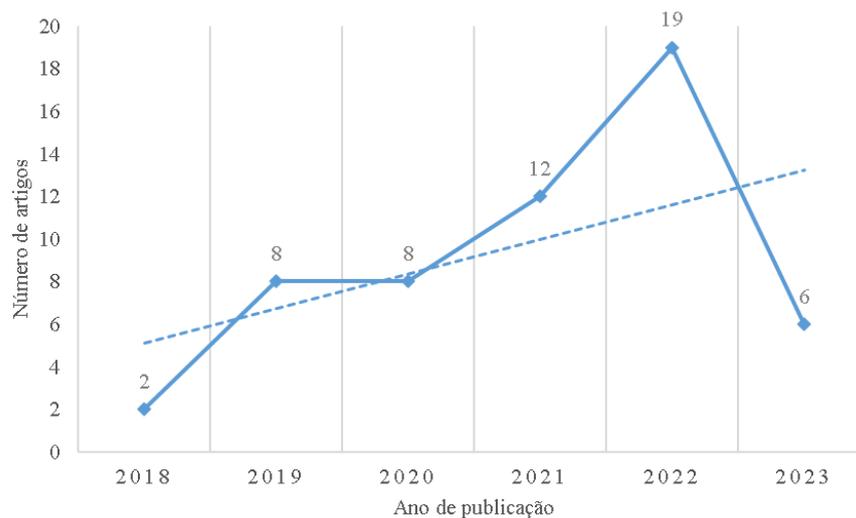
Um estudo realizado revelou que o número de patentes relacionadas à tecnologia 5G entre os anos de 2015 e 2019 experimentou um crescimento surpreendente de 36 vezes. De acordo com os autores, esse aumento expressivo sugere um crescimento explosivo nos depósitos de patentes a partir de 2015, indicando um vigoroso desenvolvimento na área. Para eles, esse ritmo de desenvolvimento na área sugere o surgimento de tecnologias inovadoras, o que marcou o início do desenvolvimento ativo na área do 5G (FIPS; ROSTELECOM, 2020). Este cenário está em consonância com os resultados obtidos e a crescente tendência do número de publicações científicas, o que pode estar correlacionado com uma ampliação na abrangência temática dos depósitos de patentes, possivelmente refletindo avanços tecnológicos em diversas áreas, inclusive na agricultura.

**Figura 3** – Principais países de origem das publicações sobre tecnologia 5G na agricultura



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

**Figura 4** – Distribuição de artigos ao longo dos anos de publicação



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A nuvem de palavras, apresentada na Figura 5, oferece uma visualização dos termos mais recorrentes nos artigos relacionados a mudanças tecnológicas na agricultura. Os termos

de maior tamanho e destaque indicam sua frequência predominante. Ao analisar os termos mais frequentes nos títulos e resumos dos artigos recuperados na pesquisa, nota-se que “*Smart Agriculture*” com 42 ocorrências é o termo mais prevalente, seguido por “*Smart Farming*” com 30 ocorrências e “*Precision Agriculture*” com 29 ocorrências. Estes termos destacados sugerem os principais temas e focos das pesquisas dentro do escopo do estudo. Eles revelam um enfoque significativo na aplicação de tecnologias inteligentes e precisas na agricultura.

**Figura 5** – Nuvem de termos utilizados para mudanças tecnológicas na agricultura



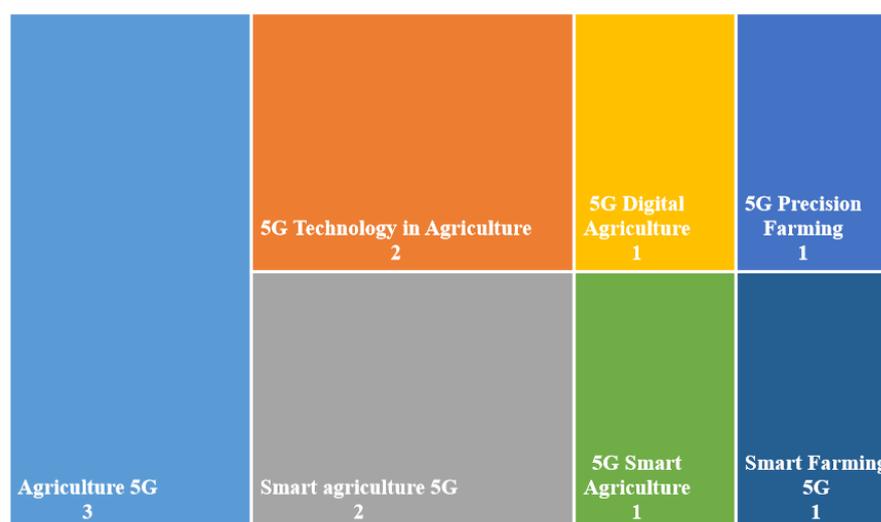
Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A Figura 6 apresenta o mapa de árvore de termos relacionados à utilização da tecnologia 5G na agricultura. Nesse mapa, o tamanho das caixas é determinado pela frequência de ocorrência de cada termo nos artigos recuperados na pesquisa. Normalmente, as caixas maiores estão posicionadas à esquerda. A análise do mapa de árvore de termos revela que o termo mais frequente é "Agriculture 5G", seguido por "5G Technology in Agriculture" e "Smart agriculture 5G". Além desses termos principais, também foram encontrados outros termos relacionados ao tema, como "5G Digital Agriculture", "5G Smart Agriculture" e "Smart Farming 5G". Esses termos estão fortemente conectados à área de pesquisa e estão começando a ser adotados por pesquisadores em seus trabalhos relacionados à temática da pesquisa.

A Figura 7 apresenta a distribuição das áreas de pesquisa relacionadas a tecnologia 5G no contexto da agricultura sustentável. O gráfico mostra a quantidade de artigos em diferentes áreas de pesquisa, categorizadas de forma não exclusiva, dos artigos enquadrados pelas bases consultadas. Entre os achados, 52 artigos foram categorizados pela Scopus e 3 artigos pela WoS. Os autores reenquadraram os três artigos da WoS de acordo com as categorias da

Scopus para permitir uma comparação e análise mais direta dos resultados. A área de pesquisa com maior enfoque foi “*Computer Science*”, identificada em 45 artigos (81,8%), seguida por “*Engineering*” com 33 artigos (60,0%). Além dessas duas áreas, também se destacaram “*Mathematics*” e “*Physics and Astronomy*”, cada uma delas associada a 14 artigos (25,5%). Através da construção de uma rede de áreas de pesquisa, foi possível confirmar a abrangência e relevância predominante nessas áreas, evidenciando o interesse interdisciplinar e a conexão entre múltiplas áreas de pesquisa relacionadas ao tema.

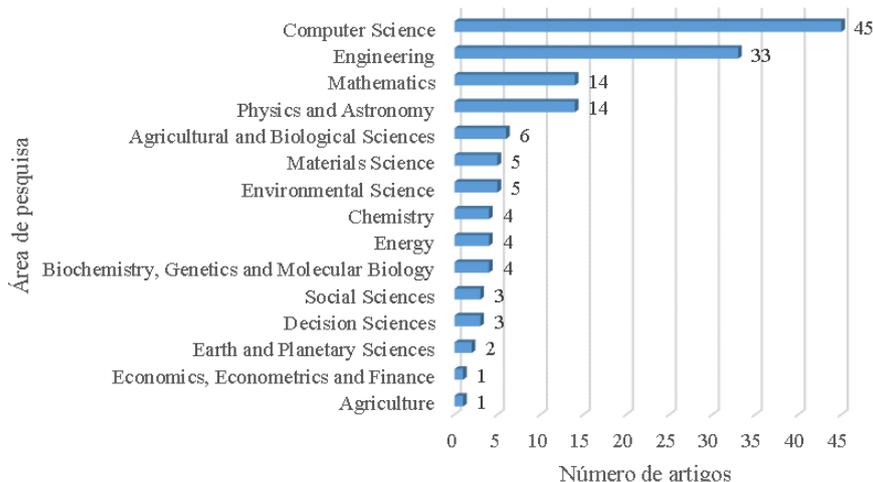
**Figura 6** – Termos relacionados ao uso da tecnologia 5G na agricultura



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

O Quadro 4 apresenta um panorama das áreas temáticas de pesquisa para mudanças tecnológicas na agricultura sustentável, com suporte da tecnologia 5G. As áreas são listadas em ordem decrescente, com a área temática de pesquisa que possui a maior quantidade de artigos no topo da lista. O cluster com o maior número de artigos categorizados foi “Internet das coisas (IoT) e tecnologias 5G/6G para aplicações agrícolas”, com 14 artigos (25,5%), seguido por “Aplicações da Tecnologia 5G na Agricultura”, com 10 artigos (18,2%). Além desses dois clusters, outras duas áreas temáticas de pesquisa estão recebendo mais atenção: “Integração de 5G, Veículos Aéreos Não Tripulados (UAVs) e Internet das Coisas (IoT) na Agricultura”, com 8 artigos (14,5%), e “Integração de 5G e tecnologias de computação inovadoras na agricultura”, com 6 artigos (10,9%).

**Figura 7 – Áreas de pesquisa relacionadas ao tema da pesquisa**



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

**Quadro 4 – Clusters de temas**

Área temática de pesquisa	Número de artigos
Internet das coisas (IoT) e tecnologias 5G/6G para aplicações agrícolas	14
Aplicações da Tecnologia 5G na Agricultura	10
Integração de 5G, Veículos Aéreos Não Tripulados (UAVs) e Internet das Coisas (IoT) na Agricultura	8
Integração de 5G e tecnologias de computação inovadoras na agricultura	6
5G e emissões de gases de efeito estufa na agricultura inteligente	3
Comunicações sem fio e redes móveis em diversas aplicações	3
Segurança e privacidade de dados na agricultura	3
Comunicação dispositivo a dispositivo (D2D) em redes 5G para aplicações de IoT na agricultura	2
Integração de 5G e Veículos Aéreos Não Tripulados (UAVs) para Monitoramento em Áreas Rurais	2
Riscos de segurança e benefícios da aplicação de 5G e GPS na agricultura	2
Comunicação e Serviços de Missão Crítica por Drones em Redes 5G	1
Tecnologias inteligentes de agricultura inteligente	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Ao identificar interações e relações entre as áreas temáticas e as mudanças tecnológicas na agricultura com suporte do 5G, fica evidente o uso de tecnologias como IoT, Drones/UAVs, IA e outras tecnologias de computação em pesquisas voltadas para a agricultura sustentável, como identificado nos artigos desta pesquisa. Isso possibilita uma compreensão mais clara de como diferentes campos interagem por meio dessas tecnologias e abre portas para a identificação de oportunidades de pesquisa e inovação nesse campo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os termos mais frequentemente utilizados para descrever as mudanças tecnológicas na agricultura nos artigos selecionados são "*Smart Agriculture*", "*Smart Farming*" e "*Precision Agriculture*". Isso indica um forte foco em tecnologias inteligentes e precisas na agricultura. A análise também revelou os termos relacionados ao uso da tecnologia 5G na agricultura mais frequentemente mencionados, que são "*Agriculture 5G*", "*5G Technology in Agriculture*" e "*Smart agriculture 5G*".

A análise das áreas de pesquisa mostrou uma interconexão entre diferentes campos, indicando um enfoque interdisciplinar na aplicação da tecnologia 5G na agricultura sustentável. Isso sugere que a pesquisa nessa área está se beneficiando da colaboração entre diferentes campos de conhecimento.

Foram identificados clusters de temas, como "Internet das coisas (IoT) e tecnologias 5G/6G para aplicações agrícolas" e "Aplicações da Tecnologia 5G na Agricultura" que destacam áreas temáticas específicas de pesquisa com um maior número de artigos publicados.

Os resultados deste estudo refletem o crescente interesse e a relevância da tecnologia 5G na agricultura sustentável. Os insights apresentados aqui fornecem uma visão abrangente do estado atual da pesquisa nesse campo e destacam áreas de foco promissoras para futuras investigações e desenvolvimentos tecnológicos.

## REFERÊNCIAS

- AHAMED, Md Maruf; FARUQUE, Saleh. 5G Backhaul: Requirements, Challenges, and Emerging Technologies. **Broadband Communications Networks - Recent Advances and Lessons from Practice**, [s. l.], 2018.
- AKKARI, Nadine; DIMITRIOU, Nikos. Mobility management solutions for 5G networks: Architecture and services. **Computer Networks**, [s. l.], v. 169, p. 107082, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.107082>.
- ARRUBLA-HOYOS, Wilson *et al.* Precision Agriculture and Sensor Systems Applications in Colombia through 5G Networks. **Sensors**, [s. l.], v. 22, n. 19, 2022.
- BABIN, Doreen *et al.* Editorial to the Thematic Topic “Towards a more sustainable agriculture through managing soil microbiomes”. **FEMS Microbiology Ecology**, [s. l.], v. 97, n. 8, p. 10–12, 2021. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/83040705/fiab094.pdf>.
- BRUNDTLAND, G.H. **Our Common Future (‘The Brundtland Report’): World Commission on Environment and Development The Top 50 Sustainability Books**. [S. l.: s. n.], 1987. Disponível em: [https://www.are.admin.ch/dam/are/en/dokumente/nachhaltige\\_entwicklung/dokumente/bericht/our\\_common\\_futurebrundtlandreport1987.pdf.download.pdf/our\\_common\\_futurebrundtlandreport1987.pdf](https://www.are.admin.ch/dam/are/en/dokumente/nachhaltige_entwicklung/dokumente/bericht/our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf.download.pdf/our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf).
- CUONG, Huynh Kim. Research on the role of technology research in delivering green and sustainable economy Research Methodology. **Rare Metal Materials and Engineering**, [s. l.], v. 52, p. 7–12, 2023.
- DAI, Nguyen Huu Phuoc; RUIZ, Lourdes; ZOLTAN, Rajnai. 5G revolution: Challenges and opportunities. **21st IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, CINTI 2021 - Proceedings**, [s. l.], p. 211–216, 2021.
- DAS, Soumyadip; DAMLE, Madhavi. Implementation Challenges & Applications of 5G and Ecosystems. **2nd International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems, ICSCDS 2023 - Proceedings**, [s. l.], p. 1492–1499, 2023.
- ELSHAER, Ibrahim A. *et al.* Farm-to-Fork and Sustainable Agriculture Practices: Perceived Economic Benefit as a Moderator and Environmental Sustainability as a Mediator. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 15, n. 14, 2023.
- ERBAUGH, James *et al.* Toward sustainable agriculture in the tropics. **World Development**, [s. l.], v. 121, p. 158–162, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.05.002>.
- FIPS; ROSTELECOM. **5G NETWORKS AND THE EVOLUTION TO 6G Research Anthology on Developing and Optimizing 5G Networks and the Impact on Society**. [S. l.]: Federal Institute of Industrial Property (FIPS) Project Office, 2020. Disponível em: [https://www.wipo.int/edocs/plrdocs/en/5g\\_networks.pdf](https://www.wipo.int/edocs/plrdocs/en/5g_networks.pdf).

FRANCIS, C. A.; PORTER, P. Ecology in sustainable agriculture practices and systems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, [s. l.], v. 30, n. 1–2, p. 64–73, 2011.

HUTCHINS, Margot J.; SUTHERLAND, John W. An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 16, n. 15, p. 1688–1698, 2008.

ITU-R. **IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond Recommendation Itu-R M.2083-0**. Geneva: [s. n.], 2015.

ITU-R. **M2410 - Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s) Working Party 5D**. Geneva: [s. n.], 2017. Disponível em: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2410-2017-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2410-2017-PDF-E.pdf).

JIANG, Dajie; LIU, Guangyi. An Overview of 5G Requirements. **5G Mobile Communications**, [s. l.], p. 1–691, 2017.

KHUMALO, Nosipho; OYERINDE, Olutayo; MFUPE, Luzango. Fog Computing Architecture for 5G-Compliant IoT Applications in Underserved Communities. **2019 IEEE 2nd Wireless Africa Conference, WAC 2019 - Proceedings**, [s. l.], p. 1–5, 2019.

KITCHENHAM, B.A.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering (Software Engineering Group, Department of Computer Science, Keele ... **Technical Report EBSE 2007- 001. Keele University and Durham University Joint Report**, [s. l.], n. January, 2007.

LIU, Guangyi *et al.* 5G features from operation perspective and fundamental performance validation by field trial. **China Communications**, [s. l.], v. 15, n. 11, p. 51–61, 2018.

LIU, Jun *et al.* Survey of Intelligent Agricultural IoT Based on 5G. **Electronics (Switzerland)**, [s. l.], v. 12, n. 10, 2023.

MARCHESE, Mario; MOHEDDINE, Aya; PATRONE, Fabio. IoT and UAV integration in 5G hybrid terrestrial-satellite networks. **Sensors (Switzerland)**, [s. l.], v. 19, n. 17, 2019.

MENSAH, Justice. Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. **Cogent Social Sciences**, [s. l.], v. 5, n. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>.

OECD. **OECD Glossary of Statistical Terms**. Paris: OECD Publishing, 2008. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-glossary-of-statistical-terms\\_9789264055087-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-glossary-of-statistical-terms_9789264055087-en).

PIÑEIRO, Valeria *et al.* A scoping review on incentives for adoption of sustainable agricultural practices and their outcomes. **Nature Sustainability**, [s. l.], v. 3, n. 10, p. 809–820, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-020-00617-y>.

RAZAAK, Manzoor *et al.* An integrated precision farming application based on 5G, UAV and deep learning technologies. **Communications in Computer and Information Science**, [s. l.], v. 1089, n. December 2020, p. 109–119, 2019.

SADJADI, Ebrahim Navid; FERNÁNDEZ, Roemi. Challenges and Opportunities of Agriculture Digitalization in Spain. **Agronomy**, [s. l.], v. 13, n. 1, 2023.

SCHAEFER, Anja; CRANE, Andrew. Addressing sustainability and consumption. **Journal of Macromarketing**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 76–92, 2005.

TALUKDER, Byomkesh *et al.* Towards complexity of agricultural sustainability assessment: Main issues and concerns. **Environmental and Sustainability Indicators**, [s. l.], v. 6, n. May 2019, p. 100038, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100038>.

TANG, Yu *et al.* A survey on the 5G network and its impact on agriculture: Challenges and opportunities. **Computers and Electronics in Agriculture**, [s. l.], v. 180, n. December 2020, p. 105895, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105895>.

TRIPATHI, Arun Kumar; RAJAK, Akash; SHRIVASTAVA, Ajay Kumar. Role of 5G networks: Issues, challenges and applications. **International Journal of Engineering and Advanced Technology**, [s. l.], v. 8, n. 6, p. 3172–3178, 2019.

WU, Yue. New page of agriculture: On the view of 5G generation and GPS. **ICCC 2022 - IEEE 10th Jubilee International Conference on Computational Cybernetics and Cyber-Medical Systems, Proceedings**, [s. l.], p. 105–110, 2022.

WU, Yue; LIU, Yuchi. The security risks from the application of 5G and GPS in agriculture. **INES 2022 - 26th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems 2022, Proceedings**, [s. l.], p. 115–119, 2022.

YANG, Rui *et al.* Research on 5G related technologies under the new generation of information technology. **Journal of Physics: Conference Series**, [s. l.], v. 1907, n. 1, 2021.

ZHAO, Rui *et al.* Understanding trade-offs and synergies among soil functions to support decision-making for sustainable cultivated land use. **Frontiers in Environmental Science**, [s. l.], v. 10, n. November, p. 1–20, 2022.

ANEXO A

**Quadro 5** – Artigos identificados na revisão da literatura sobre a tecnologia 5G no contexto da agricultura sustentável

Título	Autor	Ano
The Future IoT: The Current Generation 5G and Next Generation 6G and 7G Technologies	Bhatia S., Mallikarjuna B., Gautam D., Gupta U., Kumar S., Verma S.	2023
Mobile Services for Smart Agriculture and Forestry, Biodiversity Monitoring, and Water Management: Challenges for 5G/6G Networks	Tomaszewski L., Kołakowski R.	2023
Lebesgue Measures Based Power Control Annealing in 5G D2D Networks Under QoS Constraints for IoT Applications	Chandra S., Prateek, Arya R., Verma A.K.	2023
Efficient resource utilization scheme for real-time IoT application for D2D communication: A distance and power-driven based approach	Pandey K., Chandra S., Arya R.	2023
At the Confluence of Artificial Intelligence and Edge Computing in IoT-Based Applications: A Review and New Perspectives	Bourechak A., Zedadra O., Kouahla M.N., Guerrieri A., Seridi H., Fortino G.	2023
Advanced precision farming techniques employing WSN and UAV	Bălăceanu C.-M., Streche R.-A., Roșcăneanu R., Osiac F.-E., Hanganu E.-N., Marcu I., Drăgulinescu A.-M., Suciuc G., Jr.	2023
Wireless Communication Technologies for IoT in 5G: Vision, Applications, and Challenges	Khanh Q.V., Hoai N.V., Manh L.D., Le A.N., Jeon G.	2022
Vineyard Digital Twin: construction and characterization via UAV images - DIWINE Proof of Concept	Edemetti F., Maiale A., Carlini C., D'Auria O., Llorca J., Tulino A.M.	2022
UAV-Assisted Joint Wireless Power Transfer and Data Collection Mechanism for Sustainable Precision Agriculture in 5G	Chien W.-C., Hassan M.M., Alsanad A., Fortino G.	2022
The security risks from the application of 5G and GPS in agriculture	Wu Y., Liu Y.	2022
Secure Irrigation System for Olive Orchards Using Internet of Things	Massaoudi A., Berguiga A., Harchay A.	2022
Progress in Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) Applied in China and Prospects for Poland	Wang L., Huang X., Li W., Yan K., Han Y., Zhang Y., Pawlowski L., Lan Y.	2022
Precision Agriculture and Sensor Systems Applications in Colombia through 5G Networks	Arrubla-Hoyos W., Ojeda-Beltrán A., Solano-Barliza A., Rambauth-Ibarra G., Barrios-Ulloa A., Cama-Pinto D., Arrabal-Campos F.M., Martínez-Lao J.A., Cama-Pinto A., Manzano-Agugliaro F.	2022
Over-the-air Tests of a Satellite-backhauled 5G SA Network with Edge Computing and Local Breakout	Gardikis G., Lioprasitis D., Costicoglou S., Georgiades M., Phinikarides A., Watts S., Perentos A., Fornes-Leal A., Palau C.E.	2022
New page of agriculture: On the view of 5G generation and GPS	Wu Y.	2022
Machine Learning Technique for Precision Agriculture Applications in 5G-Based Internet of Things	Murugamani C., Shitharth S., Hemalatha S., Kshirsagar P.R., Riyazuddin K., Naveed Q.N., Islam S., Mazher Ali S.P., Batu A.	2022

Joint Optimization of UAV Trajectory and Task Allocation for Wireless Sensor Network Based on O-RAN Architecture	Pham C., Nguyen K.K., Cheriet M.	2022
Design and research of intelligent agricultural greenhouse based on agricultural internet of things technology	Gu Y., Zhao L., Liu Q., Zhang X.	2022
Crop Recommendation System For Intelligent Smart Farming Technology	Vagisha V., Rajesh E., Johri P.	2022
Applications of IoT for optimized greenhouse environment and resources management	Maraveas C., Piromalis D., Arvanitis K.G., Bartzanas T., Loukatos D.	2022
Antenna Selection Technology Research in Massive MIMO System	Wu T., Yuan L., Zhou A.	2022
An Economic Feasibility Model for Sustainable 5G Networks in Rural Dwellings of South Africa	Maluleke H., Bagula A., Ajayi O., Chiaraviglio L.	2022
A Survey on the Convergence of Edge Computing and AI for UAVs: Opportunities and Challenges	McEnroe P., Wang S., Liyanage M.	2022
A Blockchain-based approach to securing data in smart agriculture	Mancer M., Terrissa L.S., Ayad S., Laouz H.	2022
A 5G-IoT enabled Big Data infrastructure for data-driven agronomy	Berto F., Ardagna C., Torrente M., Manenti D., Ferrari E., Calcante A., Oberti R., Fra C., Ciani L.	2022
The utilization of IoT and remote sensor organizations and their application in agriculture for the improvement of yield productivity in India	Ghutke M.P., Agrawal R.	2021
Smart farming for improving agricultural management	Said Mohamed E., Belal A.A., Kotb Abd-Elmabod S., El-Shirbeny M.A., Gad A., Zahran M.B.	2021
Research on 5G related technologies under the new generation of information technology	Yang R., Hu R., Li Y., Xie W., Xu Y.	2021
From smart farming towards unmanned farms: A new mode of agricultural production	Wang T., Xu X., Wang C., Li Z., Li D.	2021
FPDP: Flexible Privacy-Preserving Data Publishing Scheme for Smart Agriculture	Song J., Zhong Q., Wang W., Su C., Tan Z., Liu Y.	2021
Evaluation of Frequencies for the IoT Telemetry in Smart Agriculture	Vokoun T., Masner J., Vaněk J., Šimek P., Havránek M.	2021
Deployment of 5G experiments on underserved areas using the Open5GENESIS suite	Fornes-Leal A., Gonzalez-Usach R., Palau C.E., Esteve M., Lioprasitis D., Priovolos A., Gardikis G., Pantazis S., Costicoglou S., Perentos A., Hadjioannou E., Georgiades M., Phinikarides A.	2021
Deep learning-based intrusion detection for distributed denial of service attack in agriculture 4.0	Ferrag M.A., Shu L., Djallel H., Choo K.-K.R.	2021
Deep learning-based classification of fruit diseases: An application for precision agriculture	Nasir I.M., Bibi A., Shah J.H., Khan M.A., Sharif M., Iqbal K., Nam Y., Kadry S.	2021
Adaptive Small Cell position algorithm (ASPA) for green farming using NB-IoT	Popli S., Jha R.K., Jain S.	2021
A survey on the 5G network and its impact on agriculture: Challenges and opportunities	Tang Y., Dananjayan S., Hou C., Guo Q., Luo S., He Y.	2021
A Survey on Smart Agriculture: Development Modes, Technologies, and Security and Privacy Challenges	Yang X., Shu L., Chen J., Ferrag M.A., Wu J., Nurellari E., Huang K.	2021
Smart Network Infrastructure to Localise Drones for Supporting Mission Critical Services	Sree Lekshmi S., Bandodkar S.S., Das R.M., Ponnkanti S.	2020

Prospects for the application of 5G technology in agriculture and rural areas	Li T., Li D.	2020
Latency-Adjustable Cloud/Fog Computing Architecture for Time-Sensitive Environmental Monitoring in Olive Groves	Tsipis A., Papamichail A., Koufoudakis G., Tsoumanis G., Polykalas S.E., Oikonomou K.	2020
IoT Based Smart Farming: Are the LPWAN Technologies Suitable for Remote Communication?	Islam N., Ray B., Pasandideh F.	2020
IoT Applications and Protocols: An Air Quality Monitoring Example	Sokullu R., Balci A., Yildiz O.	2020
ID3 algorithm and its improved algorithm in agricultural planting decision	Qiang G., Sun L., Huang Q.	2020
Blockchain for 5G-enabled IoT for industrial automation: A systematic review, solutions, and challenges	Mistry I., Tanwar S., Tyagi S., Kumar N.	2020
A Novel Fog-Based Multi-Level Energy-Efficient Framework for IoT-Enabled Smart Environments	Ammad M., Shah MA, Ul Islam S., Maple C., Alaulamie AA., Rodrigues JJPC, Mussadiq S., Tariq U.	2020
The Digitisation of Agriculture: a Survey of Research Activities on Smart Farming	Bacco M., Barsocchi P., Ferro E., Gotta A., Ruggeri M.	2019
Role of 5G networks: Issues, challenges and applications	Tripathi A.K., Rajak A., Shrivastava A.K.	2019
On the Interplay Between 5G, Mobile Edge Computing and Robotics in Smart Agriculture Scenarios	Valecce G., Strazzella S., Grieco LA	2019
IoT and UAV integration in 5G hybrid terrestrial-satellite networks	Marchese M., Moheddine A., Patrone F.	2019
Fog Computing Architecture for 5G-Compliant IoT Applications in Underserved Communities	Khumalo N., Oyerinde O., Mfupe L.	2019
An Integrated Precision Farming Application Based on 5G, UAV and Deep Learning Technologies	Razaak M., Kerdegari H., Davies E., Abozariba R., Broadbent M., Mason K., Argyriou V., Remagnino P.	2019
Advancing Rational Exploitation of Water Irrigation Using 5G-IoT Capabilities: The AREThOU5A Project	Boursianis A.D., Papadopoulou M.S., Damantoulakis P., Karampatea A., Doanis P., Geourgoulas D., Skoufa A., Valavanis D., Apostolidis C., Babas D.G., Baltzis K.B., Kaifas T.N., Siozios K., Siskos S., Samaras T., Siakavara K., Nikolaidis S., Goudos S.K., Liopa-Tsakalidi A., Barouchas P., Kasimis I., Kalamaras G., Merkouris D., Perrakis G., Tsirogiannis C., Gotsis A., Maliatsos K.	2019
A fleet of MEC UAVs to extend a 5G network slice for video monitoring with low-latency constraints	Grasso C., Schembra G.	2019
Narrowband characterization of near-ground radio channel for wireless sensors networks at 5G-IoT bands	Klaina H., Alejos A.V., Aghzout O., Falcone F.	2018
A 5G platform for Unmanned Aerial Monitoring in Rural Areas: Design and Performance Issues	Faraci G., Raciti A., Rizzo S., Schembra G.	2018

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)