

# Uma revisão sistemática com relação à internet das coisas no âmbito da agricultura para avaliar os temas mais relevantes

Luís Eduardo Silva Brito<sup>1</sup> Víctor Macêdo Carvalho<sup>2</sup>  
E-mails: <sup>1</sup>victmacc@ufpi.eu.br, <sup>2</sup>duardos36@gmail.com

## Resumo

**Contexto:** Em tempos contemporâneos, a agricultura tornou-se o setor em crescimento em todo o mundo devido ao aumento da população. A agroindústria é melhorar a eficiência e a qualidade da lavoura sem constantes monitoramento físico para preencher completamente a demanda crescente para a comida.

**Problema:** É presente dificuldades em encontrar modelos e algoritmos indicados para cada tipo de aplicação e problema, haja vista que possui grande gama de combinações para implementar técnicas, bem como ferramentas como sensores e veículos automotores aéreos. Essa intempérie afasta o foco da equipe de pesquisa do problema principal.

**Resultados:** Fornecer escolhas e orientações e apresentar soluções para quais algoritmos de aprendizagem profunda e modelos de ferramentas devem ser usados com relação a aplicabilidade, facilitando o foco da equipe de pesquisa para complementar seus estudos.

**Palavras-chave:** revisão; orientações; agricultura.

## 1. Introdução

A Internet das Coisas (IoT) provou ser um grande volume de negócios em muitos domínios do nosso dia-a-dia, como automação residencial inteligente, serviços de saúde, em automóveis indústrias e assim por diante. Uma dessas esferas afetadas, por exemplo, é na agricultura.

Com o grande avanço tecnológico, os drones e sensores tiveram grandes melhorias e se tornaram algo mais simples, especializados e acessíveis para os consumidores. Por meio dessa contextualização, eles foram aprimorados, e potencializam os estudos na atualidade.

As dificuldades em descobrir modelos e tecnologias (algoritmos) indicados para cada tipo de aplicação e problema, avança como uma das grandes dificuldades, haja vista que afasta a focagem da equipe de pesquisa do problema com grandes índices de complexidade.

Os resultados da revisão sistemática da literatura estão voltados para o uso de drones e sensores em áreas específicas, para que facilitem a realização de pesquisas científicas, bem como estudos de modo a servir de embasamento teórico-científico-informacional à ciência.

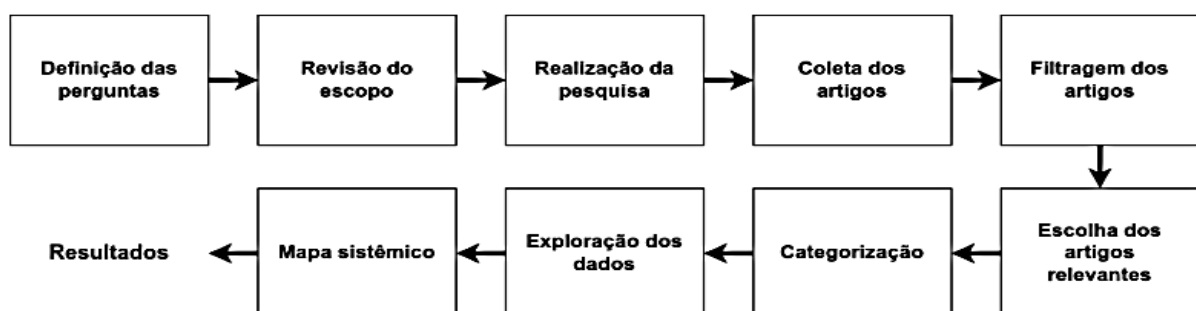
Na introdução é apresentado três abordagens como o contexto, o problema e os resultados. Para isso é feita uma análise sobre duas questões específicas (aplicabilidades, modelos e algoritmos), presente na metodologia e os resultados são sintetizados em diferentes apresentações para simplificar o entendimento do conteúdo e logo após isso, a conclusão, onde fica a par as limitações para com a realização da revisão sistemática.

## 2. Metodologia

Estudo de mapeamento sistemático é um processo que fornece um resumo geral sobre os resultados de trabalhos publicados sobre um determinado campo de pesquisa.

Para isso, ele procura responder perguntas previamente definidas e que norteiam a realização das buscas, bem como permitem filtrar e classificar os objetos de estudo de maneira objetiva.

Dessa forma, um mapeamento sistemático foi utilizado neste trabalho. As etapas essenciais seguidas nesta revisão sistemática foram esboçadas na Figura 3, na qual faz uma abordagem simplificada sobre tal revisão sistemática nesse projeto.



**Figura 3. Etapas do mapeamento sistemático**

Inicialmente foi definido o escopo, estruturadas algumas perguntas e organizados procedimentos para tornar a tomada de decisões assertiva e estabelecer os propósitos desta pesquisa. O principal objetivo da definição dessas perguntas é contribuir para que futuros trabalhos relacionados possam encontrar lacunas e oportunidades com maior facilidade no campo de uso de drones e sensores. As perguntas são declaradas a seguir:

- Com qual objetivo a IoT tem sido usada na agricultura?
- Quais os benefícios de usar IoT na agricultura?
- Quais tecnologias a IoT usa na agricultura?

Nas próximas seções são detalhadas as demais etapas utilizadas.

## 2.1. Realização da pesquisa e coleta dos artigos

Nesta etapa foi realizada a busca pelos artigos, com o uso do site IEEEExplore como fonte de pesquisa, foi feita a escolha de 20 artigos apenas observando o título para realizar o mapeamento sistemático. A estratégia de pesquisa resumiu-se em pesquisar por as palavras chaves “internet of things” AND “agriculture”, e descartar os trabalhos que tivessem as palavras “review” e “survey” no título.

A Tabela 1, trata-se dos artigos que foram escolhidos com base nas palavras chaves presentes em seus títulos, esta seleção foi feita somente em artigos que possuíssem as 2 palavras chaves no título.

**Tabela 1: Artigos selecionados através do título**

| Referência                   | Título do artigo                                                                    |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| [M. de Jesús Díaz Lara 2021] | Bibliometric Analysis of the Use of the Internet of Things in Precision Agriculture |

|                                        |                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [P. Kundu 2020]                        | Cloud Monitoring System for Agriculture using Internet of Things                                                                 |
| [S. C. Shah 2021]                      | A Novel Approach towards using Internet-of-Things in Smart Agriculture Monitoring System                                         |
| [S. Gutiérrez 2019]                    | Smart Mobile LoRa Agriculture System based on Internet of Things                                                                 |
| [S. Liu, 2019]                         | Internet of Things Monitoring System of Modern Eco-Agriculture Based on Cloud Computing                                          |
| [B. K. Mohanta 2021]                   | Secure Trust Model Based on Blockchain for Internet of Things Enable Smart Agriculture                                           |
| [K. Grgić 2020]                        | Internet of Things in Smart Agriculture – Possibilities and Challenges                                                           |
| [H. Kuang 2021]                        | A Framework for Multi-Event Data Collection Using Unmanned Aerial Vehicle Aided Internet of Things in Smart Agriculture          |
| [A. Salam and S. Shah 2019]            | Internet of Things in Smart Agriculture: Enabling Technologies                                                                   |
| [M. K. Saini and R. K. Saini 2020]     | Agriculture monitoring and prediction using Internet of Things (IoT)                                                             |
| [K. Fizza 2022]                        | Evaluating Sensor Data Quality in Internet of Things Smart Agriculture Applications                                              |
| [A. El-magrous 2019]                   | Internet of Things Based Weather-Soil Sensor Station for Precision Agriculture                                                   |
| [ S. Salotagi and J. D. Mallapur 2022] | Optimization of Multicast Routing Using Forward Chain Algorithm for Internet of Things Application (IoT) Agriculture Application |
| [ S. Kumar 2019]                       | gCrop: Internet-of-Leaf-Things (IoLT) for Monitoring of the Growth of Crops in Smart Agriculture                                 |
| [R. Gunawan 2019]                      | Chatbot Application on Internet Of Things (IoT) to Support Smart Urban Agriculture                                               |

|                                      |                                                                                                                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [M. Biswas 2021]                     | BloT: Blockchain based Smart Agriculture with Internet of Thing                                                                       |
| [V. K. Akram and M. Challenger 2021] | A Smart Home Agriculture System Based on Internet of Things                                                                           |
| [K. T. Chew 2021]                    | Organic Black Soldier Flies (BSF) Farming in Rural Area using Libelium Waspmote Smart Agriculture and Internet-of-Things Technologies |
| [H. J. kaur 2020]                    | The Role of Internet of Things in Agriculture                                                                                         |
| [R. Gill and P. Chawla 2022]         | Energy Harvesting Sensors based Internet of Things System for Precision Agriculture                                                   |

## 2.2. Filtragem dos artigos

Depois da escolha dos 20 artigos foram feitos os processos de filtragem, estes processos de filtragem dos artigos ocorreram de duas formas. A primeira filtragem foi feita através da leitura do resumo dos artigos, e foram excluídos os artigos que possivelmente não responderiam as perguntas especificadas. Já na segunda filtragem foram lidos os artigos completos, com o objetivo de responder as perguntas então estabelecidas.

A Tabela 2, trata-se das filtrações dos artigos que foram realizadas, dessa forma, foram excluídos 10 trabalhos que não respondiam as perguntas então propostas, e que o resumo não satisfazia a condição das perguntas.

**Tabela 2: Artigos removidos após as filtrações**

| <b>Referência</b> | <b>Motivo de remoção</b>                                                            |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| [S. Kumar 2019]   | Foco do escopo. O foco do artigo é o crescimento adequado de uma planta específica. |

|                                             |                                                                                                     |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M. K. Dehury<br>2021]                       | Fora do escopo. Esse trabalho aborda a segurança e privacidade da IoT na agricultura inteligente.   |
| [K. T. Chew<br>2021]                        | Fora do escopo, na qual não especifica as tecnologias utilizadas na agricultura.                    |
| [S. Salotagi and<br>J. D. Mallapur<br>2022] | Fora do escopo, visto que não especifica quais benefícios de se usar na agricultura.                |
| [A. Salam and S.<br>Shah 2019]              | Fora do contexto, pois não responde as perguntas definidas para criação do projeto.                 |
| [ K. Fizza 2022]                            | Sem coerência. O artigo foca na utilização de tecnologias e não na parte de demonstração.           |
| [V. K. Akram and<br>M. Challenger<br>2021]  | Fora do escopo. Os resultados não são eficientes na agricultura, com a ausência de demonstração.    |
| [R. Gunawan<br>2019]                        | Fora do escopo. Embora o título chame a atenção do leitor, o conteúdo não consegue fazer o mesmo.   |
| [M. Biswas<br>2021]                         | Fora do escopo, pois aborda sobre Blockain e não contribui para as respostas das perguntas.         |
| R. Gill and P.<br>[Chawla 2022]             | Fora do escopo, não faz uma abordagem sobre temas mais relevantes e mais utilizados na agricultura. |

### 2.3. Escolha dos artigos relevantes

Logo depois do processo de filtragem, ficaram somente os artigos que possuíam todas as respostas as perguntas então definidas. Dessa forma, foi possível construir a Tabela 3

**Tabela 3: Artigos restantes após as filtrações**

| Referência              | Objetivo                                                                                                                                     | Benefícios                                                                                                                        | Tecnologias                                                                                           |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [K.Grgić 2020]          | Melhorar o rendimento agrícola, aumentar a produtividade e reduzir custos.                                                                   | Seleção adequada de terras, resposta à seca e irrigação, otimização de rendimento, controle de produtos químicos.                 | Sensores, e tecnologias como: redes celulares, WiFi, Bluetooth, IEEE 802.15.4, LoRa, Sigfox e NB-IoT. |
| [S. Liu 2019]           | Aumentar a eficiência e a segurança da produção e gestão da agricultura moderna.                                                             | Vigilância por vídeo baseada em detecção de movimento, aquisição e upload de dados de detecção e controle remoto de equipamentos. | Rede de sensores sem fio Zigbee, Gateway Inteligente, serviço de mensagens MQTT.                      |
| [S. Gutiérrez 2019]     | Ter uma ampla rede de sensores instalada em uma grande área e ser capaz de ler todos os sensores em um quilômetro.                           | Reduz o custo mantendo monitoramento preciso e mobilidade.                                                                        | Gateway móvel de Lorawan, Nó LoRa 32 e The Things Network, Nó WiFi LoRa 32 DHT11 e Heltec.            |
| [A. A. El-magrous 2019] | Coletar mapas específicos do local em tempo real de propriedades do solo, condições climáticas e informações de safra para o cultivo de soja | Monitoramento de campo em tempo real, para as condições climáticas, propriedades do solo e saúde da cultura                       | W-Sss, Arduino Mega 2560.                                                                             |

|                                          |                                                                                                                    |                                                                                                                           |                                                                                                                       |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [H. J. kaur, Himansh and Harshdeep 2020] | Melhorar a produtividade, a eficiência e também a reduzir o tempo e o custo dos agricultores.                      | Coleção de dados, Redução de risco, Qualidade de produção, o negócio torna-se robotizado, o custo operacional é reduzido. | Drones terrestres, drones aéreos, Boni Rob, FarmBot, Ferragens da John Deere, Hardware SemiosBIO, estufa inteligente. |
| [H. Kuang 2021]                          | Coletar os dados de detecção, especialmente para as grandes áreas de plantio.                                      | Coleta de dados.                                                                                                          | Veículo aéreo não tripulado (UAV).                                                                                    |
| [S. C. Shah 2021]                        | Tomar ações adequadas e um aplicativo Android para exibição de dados em tempo real.                                | Técnica proposta é de baixo custo e fácil implementação.                                                                  | Unidade de Microcontrolador Node, um microchip Wi-Fi para conectividade.                                              |
| [M. K. Saini and R. K. Saini 2020]       | O objetivo deste trabalho Pesquisa é propor um sistema inteligente modelo agrícola baseado na Internet das Coisas. | Monitoramento de Umidade, solo condição, temperatura e abastecimento de água para o campo.                                | Sensores de pressão, Detecção de chuva e umidade.                                                                     |
| [M. de Jesús Díaz Lara]                  | Análise bibliométrica foi realizado, onde foi realizado um estudo de tendência das publicações.                    | Mostra a precisão da lot na agricultura.                                                                                  | Ferramenta estatística Rstudio juntamente com a base de dados Scopus.                                                 |
| [P. Kundu 2022]                          | Para acompanhar o crescimento produtivo da lavoura.                                                                | Para ajudar os agricultores a combater cada das dificuldades que enfrenta no campo.                                       | Uso da sensores de IoT acessíveis.                                                                                    |



## 2.4. Definição das categorias dos artigos

A partir das tecnologias presentes nos trabalhos, que passaram pelos processos de filtragem, foi possível estabelecer 3 tipos de tecnologias que utilizam IoT na agricultura, são elas: monitoramento, coleta e análise de informações regular e sistematicamente para identificar o bom andamento de um projeto ou sistema bem como possíveis alterações em sua rotina ao longo do tempo; sensores: é um dispositivo que tem a função de detectar e responder com eficiência algum estímulo; outras tecnologias: outras técnicas utilizadas nos processos da agricultura, como por exemplo: hardwares e softwares.

Na Tabela 4, são apresentados os trabalhos selecionados e a classificação deles de acordo com as categorias descritas acima.

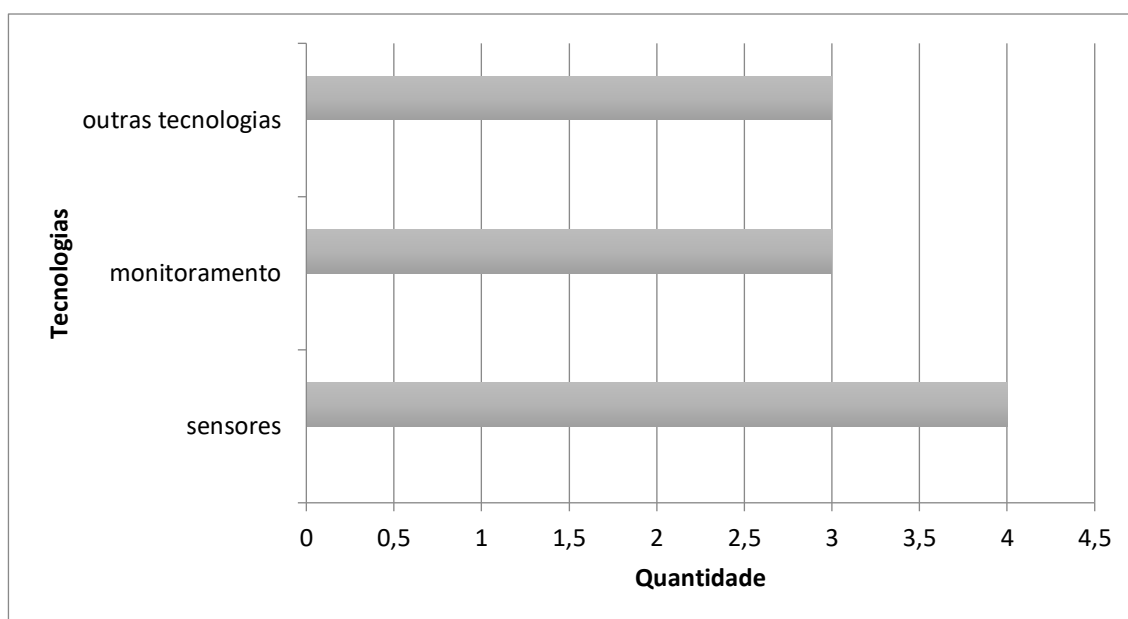
**Tabela 4: Classificação dos artigos em relação as tecnologias abordadas**

| <b>Categoria</b>   | <b>Referências</b>                                                                    |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Sensores           | [k.Grgić 2020], [S. Liu 2019], [P. Kundu 2022],<br>[M. K. Saini and R. K. Saini 2020] |
| Monitoramento      | H. J. kaur, Himansh and Harshdeep 2020],<br>[S. C. Shah 2021], [H. Kuang 2021],       |
| Outras tecnologias | [S. Gutiérrez 2019], [A. A. El-magrous 2019],<br>[M. de Jesús Díaz Lara].             |

## 3. Resultados

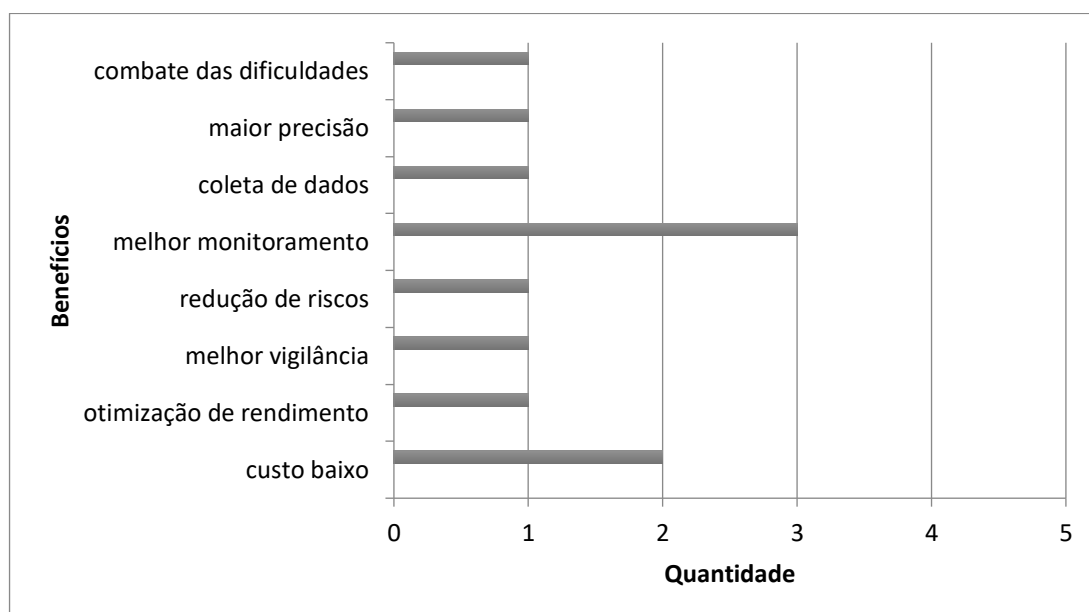
No estudo então realizado, a forma de representar os dados foi através de gráficos de barras, com intuito de mostrar a frequência com que cada pergunta aparecia nos artigos selecionados.

Na Figura 4, é possível perceber que a maioria dos trabalhos que foram selecionados, utilizaram sensores para promover soluções eficientes por meio da IoT para então resolver os problemas enfrentados pela agricultura.



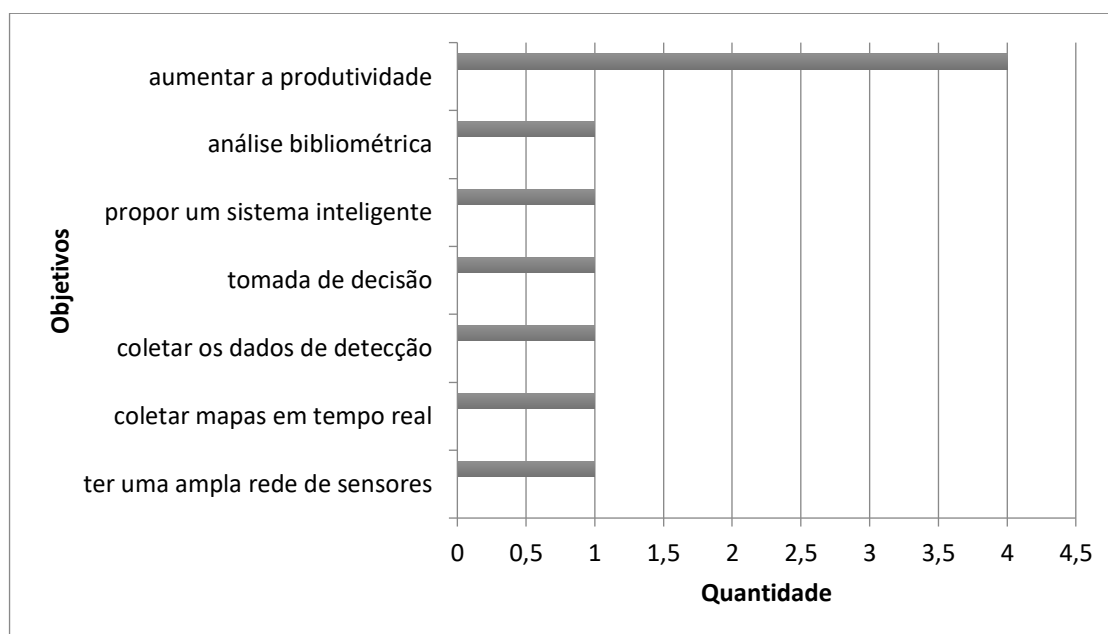
**Figura 4: Quantidade de aparições das tecnologias**

Já na Figura 5, é possível notar que os benefícios de monitoramento foram ocorrentes em mais trabalhos do que os demais benefícios, obtendo um total de 3 trabalhos relacionados ao monitoramento como maior benefício.



**Figura 5: Quantidade de aparições dos benefícios**

Na figura 6, é perceptível que o objetivo de aumentar a produtividade esteve presente em mais trabalhos selecionados, totalizando 3 aparições, relacionadas aos objetivos propostos pelos artigos.



**Figura 6: Quantidade de aparições dos objetivos**

#### **4. Conclusões e Limitações**

Portanto, o referido trabalho apresentou os resultados de uma revisão sistemática sobre o uso de ferramentas e aprendizagem profunda para dar maior autonomia a esses veículos em tarefas realizadas nas diferentes áreas de aplicações da vida humana. Ao final, iniciando com 20 artigos, foi possível filtrá-los de modo a restar 10 que respondessem de maneira satisfatória as perguntas estabelecidas. Cabe ressaltar que o principal objetivo foi trazer um breve mapeamento sistemático sobre o que está definido na literatura, não sendo do escopo deste trabalho introduzir e explicar assuntos específicos relacionados. Usar uma única base de dados e string de consulta específica para pesquisa limitou a variabilidade nas respostas das questões levantadas. Dessa forma, para futuros trabalhos, é esperado minimizar as restrições, bem como trazer os resultados com maior acurácia e abrangência.

## Referências bibliográficas

- K. Grgić, D. Žagar, J. Balen e J. Vlaović, "Internet of Things in Smart Agriculture — Possibilities and Challenges," *2020 International Conference on Smart Systems and Technologies (SST)*, Osijek, Croácia, 2020, pp. -244, doi: 10.1109/SST49455.2020.9264043.
- A. Salam and S. Shah, "Internet of Things in Smart Agriculture: Enabling Technologies," *2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, Limerick, Ireland, 2019, pp. 692-695, doi: 10.1109/WF-IoT.2019.8767306.
- S. Gutiérrez, I. Martínez, J. Varona, M. Cardona and R. Espinosa, "Smart Mobile LoRa Agriculture System based on Internet of Things," *2019 IEEE 39th Central America and Panama Convention (CONCAPAN XXXIX)*, Guatemala City, Guatemala, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/CONCAPANXXXIX47272.2019.8977109.
- A. El-magrous, J. D. Sternhagen, G. Hatfield and Q. Qiao, "Internet of Things Based Weather-Soil Sensor Station for Precision Agriculture," *2019 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)*, Brookings, SD, USA, 2019, pp. 092-097, doi: 10.1109/EIT.2019.8833811.
- S. Kumar, G. Chowdhary, V. Udutalapally, D. Das and S. P. Mohanty, "gCrop: Internet-of-Leaf-Things (IoLT) for Monitoring of the Growth of Crops in Smart Agriculture," *2019 IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (iSES) (Formerly iNiS)*, Rourkela, India, 2019, pp. 53-56, doi: 10.1109/iSES47678.2019.00024.
- [H. J. kaur, Himansh and Harshdeep, "The Role of Internet of Things in Agriculture," *2020 International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, Trichy, India, 2020, pp. 667-675, doi: 10.1109/ICOSEC49089.2020.9215460.
- B. K. Mohanta, S. Chedup and M. K. Dehury, "Secure Trust Model Based on Blockchain for Internet of Things Enable Smart Agriculture," *2021 19th OITS International Conference on Information Technology (OCIT)*, Bhubaneswar, India, 2021, pp. 410-415, doi: 10.1109/OCIT53463.2021.00086.
- K. T. Chew, R. S. Jo, M. Lu, V. Raman and P. H. Hui Then, "Organic Black Soldier Flies (BSF) Farming in Rural Area using Libelium Waspote Smart Agriculture and Internet-of-Things Technologies," *2021 IEEE 11th IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*, Penang, Malaysia, 2021, pp. 228-232, doi: 10.1109/ISCAIE51753.2021.9431801.
- S. Salotagi and J. D. Mallapur, "Optimization of Multicast Routing Using Forward Chain Algorithm for Internet of Things Application (IoT) Agriculture Application," *2022 First International Conference on Electrical, Electronics, Information and Communication Technologies (ICEEICT)*, Trichy, India, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICEEICT53079.2022.9768483.

S. Liu, L. Guo, H. Webb, X. Ya and X. Chang, "Internet of Things Monitoring System of Modern Eco-Agriculture Based on Cloud Computing," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 37050-37058, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2903720.

VICTOR:

K. Fizza, P. P. Jayaraman, A. Banerjee, D. Georgakopoulos and R. Ranjan, "Evaluating Sensor Data Quality in Internet of Things Smart Agriculture Applications," in *IEEE Micro*, vol. 42, no. 1, pp. 51-60, 1 Jan.-Feb. 2022, doi: 10.1109/MM.2021.3137401.

H. Kuang, H. Cao, X. Li and H. Cheng, "A Framework for Multi-Event Data Collection Using Unmanned Aerial Vehicle Aided Internet of Things in Smart Agriculture," *2021 IEEE 2nd International Conference on Information Technology, Big Data and Artificial Intelligence (ICIBA)*, Chongqing, China, 2021, pp. 174-177, doi: 10.1109/ICIBA52610.2021.9688027.

S. C. Shah, A. Chakraborty, Y. S. Kumar, T. Samant and S. Swayamsiddha, "A Novel Approach towards using Internet-of-Things in Smart Agriculture Monitoring System," *2021 IEEE 15th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*, Baku, Azerbaijan, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/AICT52784.2021.9620508.

V. K. Akram and M. Challenger, "A Smart Home Agriculture System Based on Internet of Things," *2021 10th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*, Budva, Montenegro, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/MECO52532.2021.9460276.

M. K. Saini and R. K. Saini, "Agriculture monitoring and prediction using Internet of Things (IoT)," *2020 Sixth International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC)*, Waknaghat, India, 2020, pp. 53-56, doi: 10.1109/PDGC50313.2020.9315836.

M. de Jesús Díaz Lara, J. G. Bernabe, R. Á. G. Benítez, J. M. Toxqui and M. K. Huerta, "Bibliometric Analysis of the Use of the Internet of Things in Precision Agriculture," *2021 IEEE International Conference on Engineering Veracruz (ICEV)*, Boca del Río, Veracruz, Mexico, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICEV52951.2021.9632663.

R. Gunawan, I. Taufik, E. Mulyana, O. T. Kurahman, M. A. Ramdhani and Mahmud, "Chatbot Application on Internet Of Things (IoT) to Support Smart Urban Agriculture," *2019 IEEE 5th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, Yogyakarta, Indonesia, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICWT47785.2019.8978223.

M. Biswas, T. M. N. U. Akhund, M. J. Ferdous, S. Kar, A. Anis and S. A. Shanto, "BloT: Blockchain based Smart Agriculture with Internet of Thing," *2021 Fifth World Conference on Smart Trends in Systems Security and Sustainability (WorldS4)*, London, United Kingdom, 2021, pp. 75-80, doi: 10.1109/WorldS451998.2021.9513998.

P. Kundu, S. Debdas, S. Kundu, A. Saha, S. Mohanty and S. Samaanta, "Cloud Monitoring System for Agriculture using Internet of Things," *2020 4th International Conference on Electronics, Communication*

*and Aerospace Technology (ICECA)*, Coimbatore, India, 2020, pp. 617-622, doi: 10.1109/ICECA49313.2020.9297405.

R. Gill and P. Chawla, "Energy Harvesting Sensors based Internet of Things System for Precision Agriculture," *2022 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*, Gautam Buddha Nagar, India, 2022, pp. 270-273, doi: 10.1109/ICIPTM54933.2022.9754203.