



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Tecnologias de IoT em áreas rurais por sistemas de comunicação móvel

Tatiana C. de Severo Pasquini

PPGEP – UTFPR

Tibério Bruno Rocha e Cruz

PPGEP – UTFPR

Regina Negri Pagani

PPGEP – UTFPR

Eliane Fernandes Pietrovski

DAENP - UTFPR

Resumo: O contexto atual de avanços tecnológicos capitaneados pela Indústria 4.0 apresenta inúmeras oportunidades de melhoria para os diversos setores da economia. Dentre as diversas tecnologias, observa-se o destaque da *Internet of Things* (IoT). Neste cenário, este estudo tem como objetivo identificar na literatura um panorama atual dos sistemas de comunicação móvel na implementação da IoT visando aprimorar a tecnologia nas áreas rurais. Para alcançar este objetivo, foi realizado um estudo bibliométrico nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. Os resultados mostram que existem tecnologias de conectividade que atendem soluções de IoT no ambiente fabril, porém há defasagem de cobertura de rede na área rural.

Palavras-chave: Agricultura inteligente, Internet das Coisas, Conectividade, Sistemas de comunicação móvel.

IoT technologies in rural areas by mobile communication systems

Abstract: The current context of technological advances conducted by Industry 4.0 presents numerous opportunities for improvement for the various sectors of the economy. Among the various technologies, it is highlighted is the Internet of Things (IoT). In this scenario, this study aims to provide through the current literature an overview of mobile communication systems in the implementation of IoT aiming to improve technology in rural areas. To achieve this goal, a bibliometric study was carried out on Scopus and Web of Science databases. The results show that there are connectivity technologies that serve IoT solutions in the manufacturing environment, but there is a lag in network coverage in the rural area.

Keywords: Smart Agriculture, Internet of Things, Mobile communication systems, connectivity.

1. Introdução

Na era emergente da *Internet of Things* (IoT) o crescimento da indústria sem fio é exponencial, enquanto os sistemas de comunicação móvel também avançam sem precedentes e com altas taxas de transmissão de dados.

Segundo a *International Telecommunication Union* (IUT) a infraestrutura para “conectar os desconectados” deve ser apoiada por princípios regulatórios eficazes (ITU, 2020), seguindo esta diretriz a evolução dos sistemas de comunicação móvel para atender as tendências tecnológicas como a *Internet of Things* (IoT) demonstra que o alcance do sinal digital nas áreas rurais é uma oportunidade para implementação da IoT no campo. Porém, exigem fortes requisitos de cobertura de rede, existe um potencial dos sistemas de comunicação móvel levar até as áreas remotas das fazendas sinal digital para a implementação da IoT no campo. A demanda de conectividade para *internet of Things* motivou os sistemas de comunicação móvel a introduzir soluções para os dispositivos de IoT.

Para a introdução da IoT no campo, um dos desafios apontado em estudos (KAMIENSKI, SOININEN, et al., 2019) é a conectividade, principalmente nos países em desenvolvimento, problemas de cobertura de sinal de rede podem limitar o uso de IoT. Os dispositivos de IoT como sensores, podem estar presentes em todas as coisas e podem se integrar por meio de redes públicas e privadas de comunicação, apoiando a tomada de decisão do agricultor, reduzindo custos e aumentando o rendimento da propriedade.

Este estudo busca identificar na literatura o panorama atual dos sistemas de comunicação móvel na implementação da IoT no campo. Para atingir este objetivo foi realizado uma análise bibliométrica de literatura nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* com os termos *Agriculture Technology*, *Internet of Things* e *Mobile communication systems* usando a metodologia multicritério *Methodi Ordinatio*.

Este estudo é composto por quatro seções: contextualização do tema pesquisado, problemática e objetivo do estudo, já apresentado, e na sequência é abordado a metodologia utilizada. Na seção três são apresentados os resultados da bibliometria e na seção quatro, a discussão e apresentação dos resultados da análise.

2. Metodologia

O presente estudo tem como procedimento técnico a bibliometria, que é a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos na análise de obras literárias (CHUEKE e AMATUCCI, 2015). Para conduzir a pesquisa, foi realizado uma busca exploratória nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, seguindo a metodologia multicritério *Methodi Ordinatio* (M.O). Para a seleção de material científico esta metodologia difere-se das existentes por considerar três fatores relevantes: número de citações, fator de impacto e ano de publicação permitindo obter uma ordem das pesquisas mais relevantes sobre o tema abordado. É composto por nove etapas que conduzem a pesquisa de maneira objetiva (PAGANI, KOVALESKI e RESENDE, 2015).

Na primeira etapa foram definidas as palavras chaves de acordo com o tema de estudo e foi realizada a combinação dos termos: *Smart Agriculture*, *Internet of Things* e *Mobile communication systems*. A segunda etapa consistiu em refinar a pesquisa, definindo a delimitação temporal, tipos de trabalhos e melhor uso dos operadores booleanos. Na terceira encontrou-se a combinação mais aderente ao objetivo da pesquisa e foi aplicada nas bases de dados selecionadas, *Scopus* e *Web of Science*. A quarta etapa baseia-se em registrar as buscas, utilizando ferramenta de gestão de referência bibliográficas, de posse destas informações, foi realizado análise de conteúdo dos resumos e considerações finais das obras encontradas. Como o objetivo é examinar o estado da arte dos sistemas de comunicação móvel na implementação da IoT no campo, foram utilizados os passos de um a quatro da metodologia. Os resultados são demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados

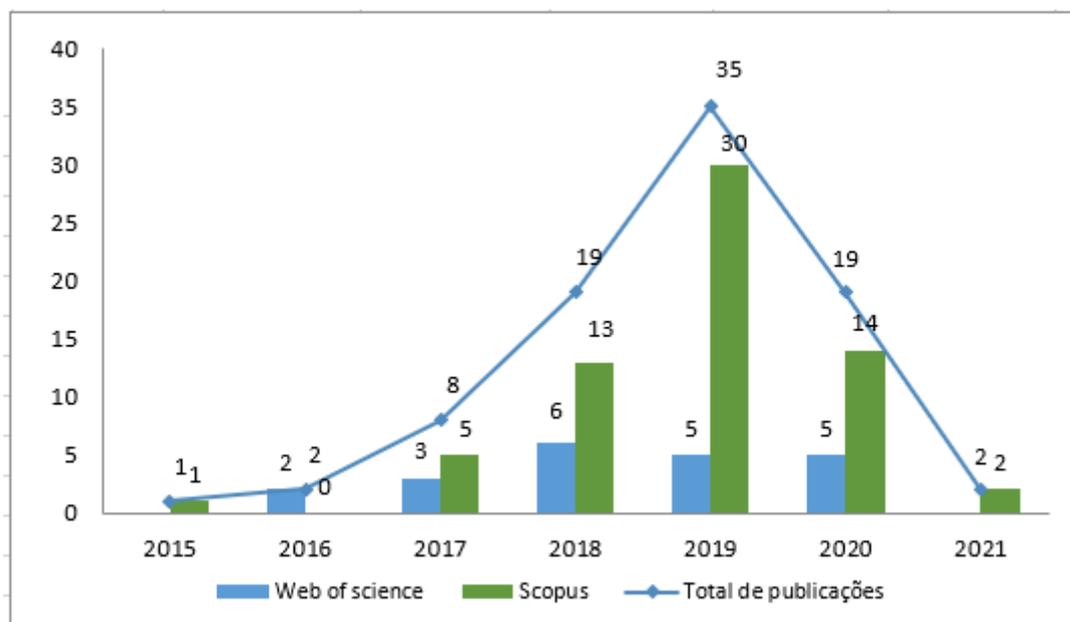
KeyWords	Base de dados		Total
	Scopus	Web of Science	
("smart agriculture" OR "smart farms" OR "Smart Farming" OR "Agriculture Technology") AND ("Internet of Things" OR "IoT platform" OR "IoT") AND ("Mobile communication system" OR "mobile phone" OR connectivity)	65	21	86

Fonte: Dados de Pesquisa (2020)

3. Resultados

A primeira análise traz uma abordagem temporal do tema em pesquisa. A primeira publicação sobre o tema apareceu em 2015, e observa-se que o número de publicações aumentou anualmente, chegando ao pico em 2019 com 35 publicações nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. Os resultados estão na Figura 1.

Figura 1: Número de publicações por ano

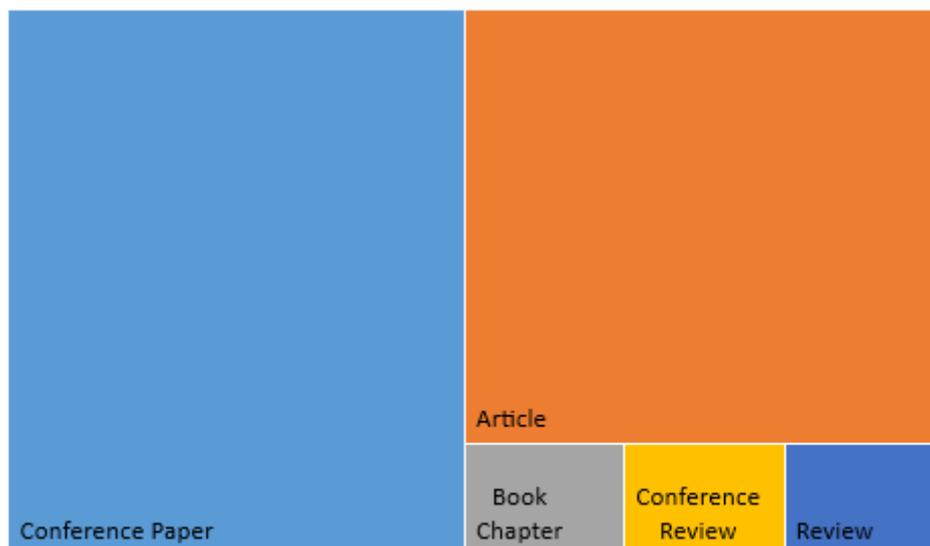


Fonte: Dados de Pesquisa (2020)

Mesmo estando ainda na metade do primeiro semestre de 2020 (período de coleta de dados para a realização desta pesquisa), observa-se que o número de trabalhos já supera em 50% o número de trabalhos do ano de 2019. Verifica-se que, mesmo ainda não estamos em 2021, já existem trabalhos aceitos e divulgados, tamanha a importância do tema.

A maioria das publicações, 49% foram apresentadas em conferências, congressos e similares, seguido por 41% de artigos publicados em periódicos, existe uma diferença de 8% a mais para publicações em eventos do que em periódicos.

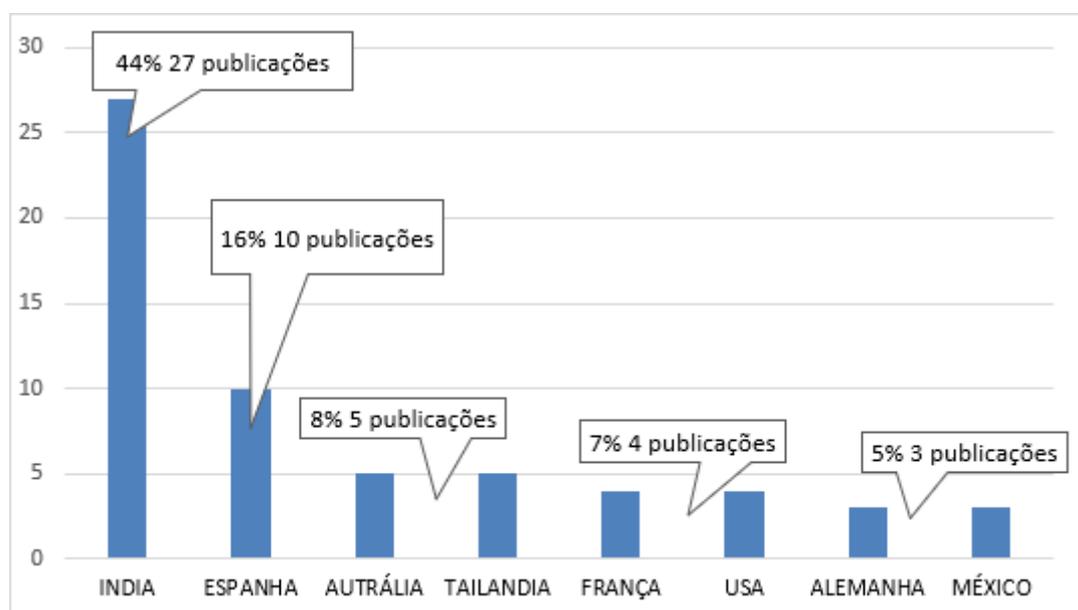
Figura 2: tipo de documento



Fonte: Dados de Pesquisa (2020)

O país com maior número de estudos publicados é a Índia concentrando 44% do total de publicações, seguido da Espanha com 16%, enquanto países como Austrália, Tailândia, França e Estados Unidos possuem oito e sete por cento das publicações sobre o tema, conforme Figura 3.

Figura 3: Países com maior número de publicações



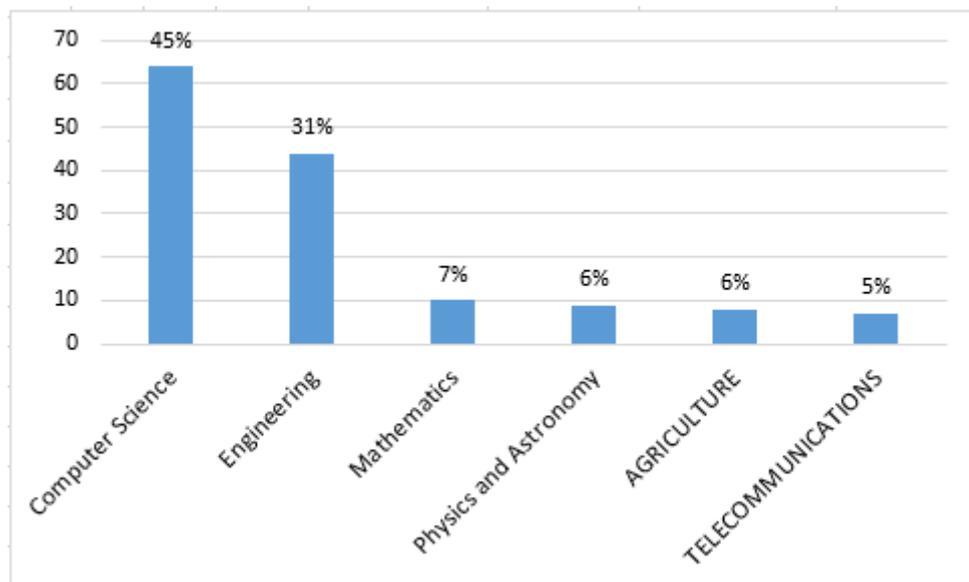
Fonte: Dados de Pesquisa (2020)

Um indicativo que a Índia, através da pesquisa científica busca soluções na agricultura para a crescente população local, conforme o estudo (SEIXAS, CONTINI e SOARES, 2018), a população da Índia em 2015 era de 1,31 bilhão, com previsão de 1,39 bilhão em 2020 e 1,69 bilhão em 2050, coloca luz no aumento dos estudos da produção agrícola.

De acordo com a Figura 4, as principais áreas de pesquisa são Ciências da Computação e Engenharias, somando 76% das publicações, enquanto a área de Agricultura e

Telecomunicações representam seis e cinco por cento dos estudos. Portanto, é possível inferir que a relação entre comunicações, agricultura e tecnologias ainda possuem baixo índice de estudos publicados.

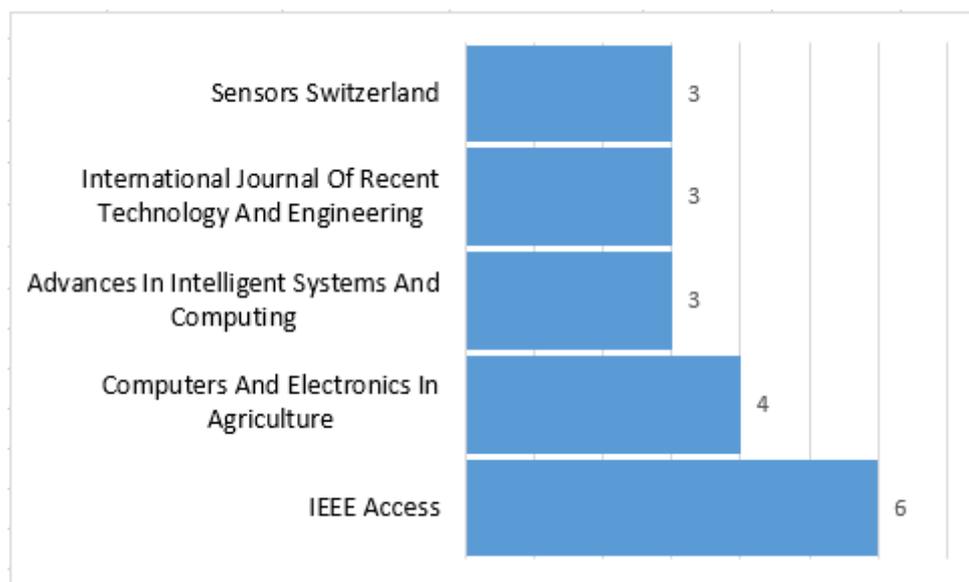
Figura 4: Áreas de pesquisa



Fonte: Dados de Pesquisa (2020)

A revista com número relevante de publicações é a *IEEE Access*, seguida pela revista *Computers and Electronics in Agriculture*, aparecendo estas duas como as mais citadas no portfólio. As demais revistas aparecem com três trabalhos cada uma dentro do portfólio. Os resultados estão na Figura 5.

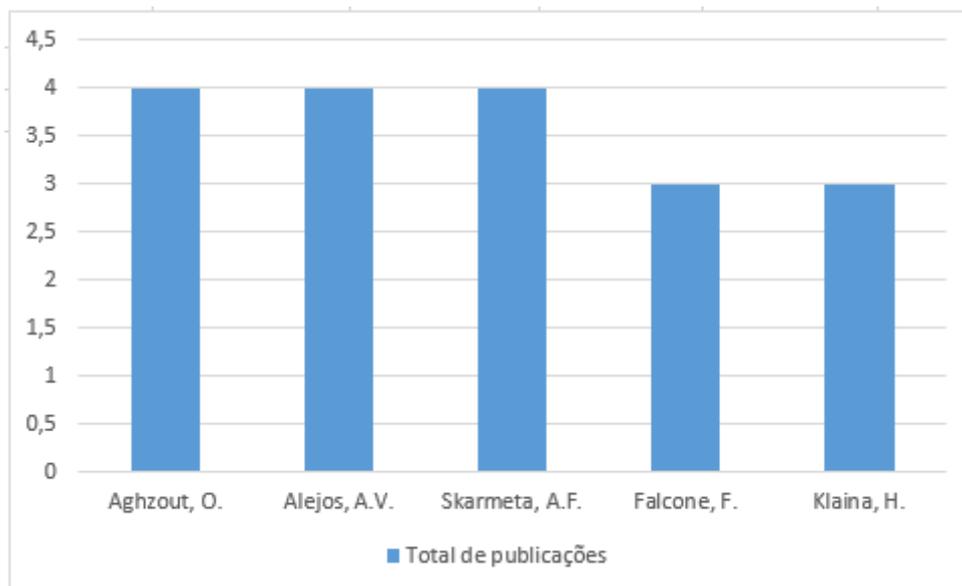
Figura 5: Revistas mais citadas



Fonte: Dados de Pesquisa (2020)

Os pesquisadores com maior número de publicações sobre o assunto são apresentados na Figura 6, nota-se que 4 deles são espanhóis e um é do continente Africano, o número de citações de seus trabalhos estão entre 2 e 36.

Figura 6: principais autores



Fonte: Dados de Pesquisa (2020)

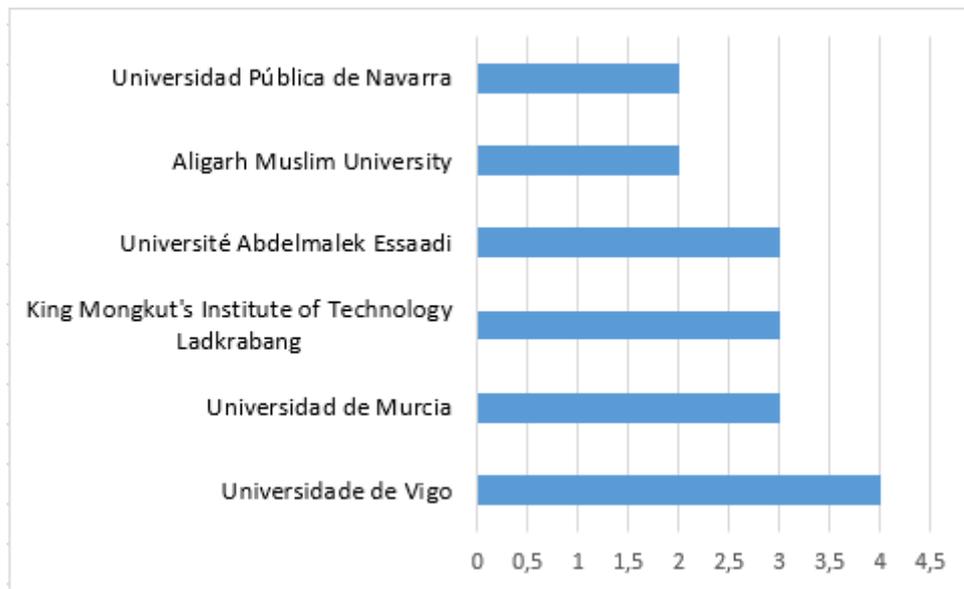
O pesquisador Antônio F. Skarmeta Gomez possui 470 documentos publicados na base de dados *Scopus* e 456 na base de dados *Web of Science*, afiliado a *Universidad de Murcia*.

Segundo a base de dados *Web of Science* das 21 publicações do resultado da pesquisa a média de citação por artigo foi de 8,86%, soma total do número de citações é de 186.

Das 65 publicações na base de dados *Scopus*, 28 são estudos apresentados em conferências e 10 são páginas de livros que constam sobre o assunto, 27 são artigos publicados em revistas. Destes 27 artigos a média de citação é de 33%. O artigo mais citado nas duas bases de dados é: *Literature review of Industry 4.0 and related Technologies* publicado em 2019 na revista *Computers and Electronics in Agriculture* que possui JCR 1.058.

Entre as seis instituições que autores associados apresentaram publicações destacam-se que três delas são espanholas: *Universidade de Vigo*, *Universidad de Murcia* e *Universidad Pública de Navarra* seguido de uma instituição em Marrocos, Tailândia e Índia. Com isso pode-se inferir que apesar da Espanha ser a segunda colocada no *ranking* dos países que mais apresentam publicações, é o país onde há mais autores associados com pesquisas publicadas. Os resultados estão na Figura 7.

Figura 7: Registro por organizações



Fonte: Dados de Pesquisa (2020)

Os dados serão discutidos na próxima subseção.

3.1. Discussões

A busca por obras que combinem *Smart Agriculture*, *Internet of Things* e *Mobile communication systems*, apesar da utilização de diferentes denominações como "*smart agriculture*" OR "*smart farms*" OR "*Smart Farming*" OR "*Agriculture Technology*", para encontrar obras sobre tecnologia no campo e "*Internet of Things*" OR "*IoT platform*" OR "*IoT*" amarrado a *IoT* e "*Mobile communication system*" OR "*mobile phone*" OR *connectivity* junto a tecnologia de comunicação, somando os resultados das duas bases de dados encontram-se 86 obras, após filtragem das duplicatas, parágrafos de livros e materiais apresentados em conferências, obteve-se apenas 38 artigos publicados em revistas científicas, considera-se que é um tema a ser explorado devido as poucas obras encontradas.

A análise dos resumos dos artigos permitiu observar que há muitos estudos relacionados a tecnologias para atender a implantação de IoT na indústria, porém estudos de como chegar sinal digital na área rural ainda são escassos.

Estudos indicam que é necessário avaliar as condições de propagação do local da implantação de uma solução IoT bem como a taxa de transmissão de dados e robustez da rede. Há uma concordância entre estudos que o desafio mais urgente é a 'falta de infraestrutura tecnológica' para implementação de IoT.

Considerando o potencial dos sistemas de comunicação móvel para levar até as áreas remotas das fazendas sinal digital para a implementação da IoT no campo, fornecendo um custo menor aos agricultores, ajudaria a implementação de IoT em áreas rurais tanto para os agricultores que possuem um certo desconforto com tecnologia, quanto para pequenos agricultores que não possuem condições de investir em tecnologias que possam, ajudar a identificar as necessidades de uma determinada área de plantio, identificação de doenças ou pragas, falhas no plantio, excesso ou falta de irrigação, aliados a *softwares* e aplicativos ajudam a diagnosticar e gerenciar uma fazenda aprimorando as técnicas tradicionais e subsidiando a agricultura de precisão.

4. Conclusão

Este artigo abordou o panorama atual, nas publicações científicas, sobre os sistemas de comunicações móvel na implementação da IoT no campo, com o intuito de examinar o estado da arte, através de uma bibliometria nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*.

Os resultados mostram que existem tecnologias de conectividade que atendem soluções de IoT no ambiente fabril. Porém há defasagem de cobertura de rede na área rural. Assim, verifica-se a ausência de trabalhos explorando a setor rural, sendo este um importante setor para a economia dos países, principalmente aqueles com vocação agrícola.

As principais contribuições deste trabalho é fornecer embasamento teórico, na apresentação do panorama mundial dos países, instituições e organizações que estão pesquisando sobre o tema.

Têm como limitação principal uma apresentação dos artigos encontrados que discutem apenas sobre o fornecimento de comunicação móvel nas áreas rurais para a implantação de IoT. Uma análise aprofundada sobre o tema é uma sugestão para trabalhos futuros.

Agradecimentos

Agradecemos ao Governo Brasileiro, ao Ministério da Educação, à UTFPR e ao programa de pós graduação PPGEP pelo apoio e empenho no incentivo a pesquisa acadêmica, dedicamos um agradecimento especial às Doutoras Regina Negri Pagani e Elaine Fernandes Pietrovski pela coordenação deste estudo.

Referências

ABBOTT, D. IEEE. **ieee access**, 2013. Disponível em: <<https://ieeaccess.ieee.org/learn-more-about-ieee-access/>>. Acesso em: 12 setembro 2020.

ANTONY, A. P. et al. A Review of Practice and Implementation of the Internet of Things (IoT) for Smallholder Agriculture. **Sustainability**, v. 3750, p. 12, May 2020.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais**, São Paulo, v. 10, p. 1-5, agosto 2015.

ITU. [itu.int](https://www.itu.int). **International Telecommunication Union (ITU)**, 2020. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/about/Pages/whatwedo.aspx>>. Acesso em: 07 setembro 2020.

KAMIENSKI, C. et al. Smart Water Management Platform: IoT-Based. **Sensors**, Spain, 11 January 2019.

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

OZTEMEL, E.; GURSEV, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 31, p. 127-182, July 2018.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J.; RESENDE, M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select. **Scientometrics**, 12 setembro 2015. 2109–2135.

ROCHA, M. V. abinc. **abinc.org.br**, 2020. Disponível em: <<https://abinc.org.br/agricultura-de-precisao-com-a-internet-das-coisas/>>. Acesso em: 12 setembro 2020.

SEIXAS, M.; CONTINI, E.; SOARES. Índia o despertar de um gigante do agronegócio. **Política Agrícola**, Brasília, v. 3, setembro 2018.

STEVAN JR., S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. Indústria 4.0 Fundamentos, perspectivas e aplicações. 1ª. ed. São Paulo: Erica, 2018. p. 16-38.

ZENIDIN, G. afnews. **afnews agrícola**, 2020. Disponível em: <<https://www.afnews.com.br/noticia.php?id=2883&t=Agricultura-de-Precisao-Tecnologia-associada-a-sustentabilidade-no-campo-e-um-caminho-sem-volta>>. Acesso em: 12 setembro 2020.