

Um levantamento das tecnologias AgTech para pequenos agricultores a partir de um mapeamento sistemático

João Albano de Oliveira Neto ¹, Luis Nícolas de Amorim Trigo ¹

¹ Coordenação da Licenciatura em Computação, Campus Petrolina, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano/IFSertãoPE. Rua Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral, 791, João de Deus, Petrolina/PE, Brasil, CEP: 56316-686

joao.albano@aluno.ifsertao-pe.edu.br, nicolas.trigo@ifsertao-pe.edu.br

Abstract. *The consequences of climate change and the increase in water consumption in agricultural management affect all sectors of agriculture, especially small producers. The use of technological tools in agriculture can be a solution to mitigate the impacts caused by climate change and the scarcity of water and land. With the imminent arrival of Agronomy 4.0, new startups have emerged that carry out studies on the use of technologies in agriculture, such as AgTechs. This work presents a survey of the practices, tools and digital technologies used in agriculture to try to minimize climate problems, water and land scarcity, among other problems, resulting from a systematic mapping of the literature.*

Resumo. *As consequências das mudanças climáticas e o aumento do consumo de água nos manejos agrícolas afetam todos os setores da agricultura, principalmente os pequenos produtores. A utilização das ferramentas tecnológicas na agricultura pode ser uma solução para mitigar os impactos causados pelas mudanças climáticas e a escassez de água e terra. Com a iminente chegada da Agronomia 4.0, vem surgindo novas startups que realizam estudos sobre o uso de tecnologias na agricultura, como por exemplo as AgTechs. Este trabalho apresenta um levantamento das práticas, ferramentas e tecnologias digitais utilizadas na agricultura para tentar minimizar os problemas climáticos, escassez de água e terra, dentre outros problemas, resultante de um mapeamento sistemático da literatura.*

1. Introdução

A crescente demanda por alimentos exige um aumento de 70% na produção global até 2050 para suprir uma população estimada entre 9,4 e 10,2 bilhões de pessoas (FAO, 2010). O setor agropecuário, especialmente a agricultura familiar, que representa 88% dos estabelecimentos rurais e 74% da mão de obra no campo (EMBRAPA, 2015), enfrenta desafios como mudanças climáticas e escassez de recursos.

O conceito de Agro 4.0 integra tecnologias como sensores, computação em nuvem e comunicação máquina a máquina para otimizar a produção agrícola (FONSECA et al., 2017). A Internet das Coisas também se destaca como uma rede inteligente de dispositivos interconectados que potencializam a eficiência no campo.

Este artigo apresenta o resultado de um mapeamento sistemático dos estudos mais recentes relacionados às ferramentas tecnológicas disponíveis para aplicação na agricultura, visando fornecer técnicas para otimização das práticas agrícolas.

2. Mapeamento Sistemático da Literatura

O mapeamento conduzido foi elaborado baseado no método proposto por Petersen et al.

(2008), que consiste nas seguintes etapas: Definição do escopo da pesquisa, Busca de estudos primários relevantes, Extração de dados, e Análise e síntese dos estudos.

2.1. Definição do Escopo do Mapeamento

Nesta etapa, houve o planejamento do mapeamento sistemático, por meio de um protocolo com a estratégia de busca e 2 questões de pesquisa (QP), guiando o processo.

As bases de pesquisa foram ACM Digital Library, IEEE Computer Society Digital Library e Scopus. A referência dos anos de publicação foi entre 2015 e 2022. As questões de pesquisa foram: (QP1) Quais as soluções AgTechs para pequenos produtores agrários? (QP2) Quais os principais riscos e dificuldades na adoção de soluções AgTechs para pequenos produtores?

2.2. Busca por Estudos Primários

Nesta etapa foi realizada a busca dos Estudos Primários nas bases de pesquisa. A busca de literatura teve o intuito de verificar a natureza, extensão e a avaliação qualitativa dos trabalhos nas áreas de interesse resultando na identificação de trabalhos acadêmicos denominados Estudos Primários (EP). A dificuldade enfrentada foi a elaboração da string de busca com o objetivo de torná-la mais apropriada para o mapeamento sistemático (MS). A string de busca base resultante foi:

("small farm" OR "agroecology" AND "agtech" OR "Ag 4.0" OR "agritech").

Após o uso da string citada nas bases de pesquisa mencionadas anteriormente, foram retornados 192 estudos primários. Entre os estudos primários obtidos, a quantidade de estudos primários por base de busca foram: 73 EPs da ACM, 70 EPs da IEEE e 49 EPs da SCOPUS.

2.3. Extração dos Dados

Nesta etapa foi feita uma análise dos EPs através do título e resumo e aplicados os seguintes critérios exclusão: (1) EP escrito em línguas diferentes da inglesa e da portuguesa; (2) EP não relacionado ao tema da pesquisa; (3) EPs repetidos. Os EPs que não se enquadram nos critérios de exclusão foram selecionados para a próxima etapa.

A Tabela 1 mostra a quantidade dos EPs selecionados na extração de dados, mostrando uma redução de EPs selecionados após a aplicação dos critérios de exclusão.

Tabela 1. Estudos Primários selecionados na extração de dados

Base de Busca	Quantidade de EPs	Ano de Publicação							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ACM	18	4	2	-	2	1	2	2	5
IEEE	20	2	2	-	-	1	4	-	11
SCOPUS	07	-	-	-	-	1	-	1	5
TOTAL	45	6	4	0	2	3	6	3	21

2.4. Análise e Síntese

Nesta etapa foram estabelecidos e aplicados os critérios qualitativos (CQ) para realização da análise qualitativa dos estudos primários (EPs). Os critérios utilizados foram: CQ1: O estudo corresponde a uma possível solução para o problema de pesquisa;

CQ2: O estudo apresenta avaliação de softwares e ou hardwares passíveis de aplicação para pequenos agricultores; CQ3: O estudo demonstra algum indicador de inovação.

Após a seleção dos EPs na etapa anterior, foi realizada uma leitura completa e realizada uma análise levando em consideração os Critérios Qualitativos (CQ) e para cada CQ analisado foi definido um status: AT (Atende) ou NT (Não atende). Após a etapa de análise foi elaborada uma tabela apresentando um Padrão indicador das características (PI) do EP, os estudos foram apresentados na tabela com o PI de zero para aqueles que não atendiam nenhuma CQ a três para os estudos que atendiam todos os CQs. Para os EPs que tiveram PI maior ou igual a dois foram considerados artigos aceitos (AA), para os demais que não atenderam um quantitativo mínimo foram considerados artigos rejeitados (AR). A Tabela 2 apresenta os EPs com suas respectivas análises levando em consideração os CQ, assim como os status encontrados.

Tabela 2. Tabela dos Estudos Primários com as respectivas análises considerando os critérios qualitativos.

ID	Referência	CQ1	CQ2	CQ3	PI	Status	ID	Referência	CQ1	CQ2	CQ3	PI	Status
1	(Fonseca et al., 2017)	AT	AT	AT	3	AA	24	(Hossain et al., 2016)	AT	AT	AT	3	AA
2	(Nugroho et al., 2019)	AT	AT	AT	3	AA	25	(Rosemary Steup, 2022)	NT	NT	NT	0	AR
3	(Spanaki et al., 2021)	AT	AT	AT	3	AA	26	(Liang, Zhao, 2022)	AT	AT	NT	2	AA
4	(Tabaku & Ali, 2020)	AT	AT	AT	3	AA	27	(Eashwar S.ý, 2022)	AT	AT	NT	2	AA
5	(Madhu et al., 2020)	AT	AT	NT	2	AA	28	(Sharad Agarwal, 2022)	AT	AT	NT	2	AA
6	(Plotog et al., 2015)	AT	AT	AT	3	AA	29	(Ekkarin, Pintoo, 2022)	NT	NT	NT	0	AR
7	(Nadeem Akram et al., 2020)	NT	NT	AT	1	AA	30	(Roger Lang, 2022)	NT	NT	NT	0	AR
8	(Gichamba et al., 2015)	NT	AT	NT	1	AA	31	(XIN XIN, 2022)	AT	AT	AT	3	AA
9	(Cunningham et al., 2020)	AT	AT	AT	3	AA	32	(Scott Harper, 2022)	AT	AT	NT	2	AA
10	(Giaffreda, 2019)	AT	NT	NT	1	AA	33	(Fei Zhang, 2022)	NT	NT	NT	0	AR
11	(Abdullah et al., 2016)	AT	AT	AT	3	AA	34	(Nouhaila El Kasmi, 2022)	AT	AT	AT	3	AA
12	(Giri et al., 2017)	AT	AT	AT	3	AA	35	(Jasim Qureshi, 2022)	AT	AT	AT	3	AA
13	(Oduor et al., 2018)	NT	NT	NT	0	AR	36	(Ben Mitchell, 2022)	AT	AT	NT	2	AA
14	(Chandra & Collis, 2021)	NT	AT	NT	1	AA	37	(Xiaoxuan Zhao, 2022)	AT	AT	NT	2	AA
15	(Dupont et al., 2018)	AT	AT	AT	3	AA	38	(Piyapoj Kasempakdeepong, 2022)	NT	NT	NT	0	AR
16	(Sarangi et al., 2016)	NT	AT	AT	2	AA	39	(Amirhossein Hassanzadeh, 2022)	NT	NT	NT	0	AR
17	(Heldreth et al., 2021)	NT	NT	NT	0	AR	40	(Fei Zhang, 2022)	AT	AT	NT	2	AA
18	(Naji & Salman,	AT	AT	AT	3	AA	41	(Katharine Legun,	NT	NT	NT	0	AR

	2021)						2022)					
19	(Vangala et al., 2015)	NT	NT	AT	1	AA	42 (Hansen BD, 2022)	NT	NT	NT	0	AR
20	(Iyer et al., 2019)	NT	AT	AT	2	AA	43 (Konstantina Spanaki, 2022)	NT	NT	NT	0	AR
21	(Malhotra & Anand, 2020)	AT	AT	NT	2	AA	44 (Gloire Rubambiza, 2022)	NT	NT	NT	0	AR
22	(Khanal et al., 2015)	NT	NT	NT	0	AR	45 (Jiping Ding, 2022)	AT	AT	NT	2	AA
23	(Pickering et al., 2020)	NT	NT	NT	0	AR						

3. Resultados

Na etapa de Extração de Dados, 192 EPs foram analisados, sendo 45 aceitos (23%) e 147 rejeitados (76%). Já na etapa de Análise Qualitativa, dos 45 EPs analisados, 31 foram aceitos (69%) e 14 foram rejeitados (31%).

A Figura 2 mostra um Mapa Mental com a descrição referente às temáticas obtidas durante a Análise Qualitativa. Segundo Buzzan (2009), o mapa mental pode ser considerado como uma técnica que ajuda durante o processo de organização do pensamento, ou seja, consegue apresentar o conhecimento de forma clara e objetiva, com poucos elementos, formando um painel visual.

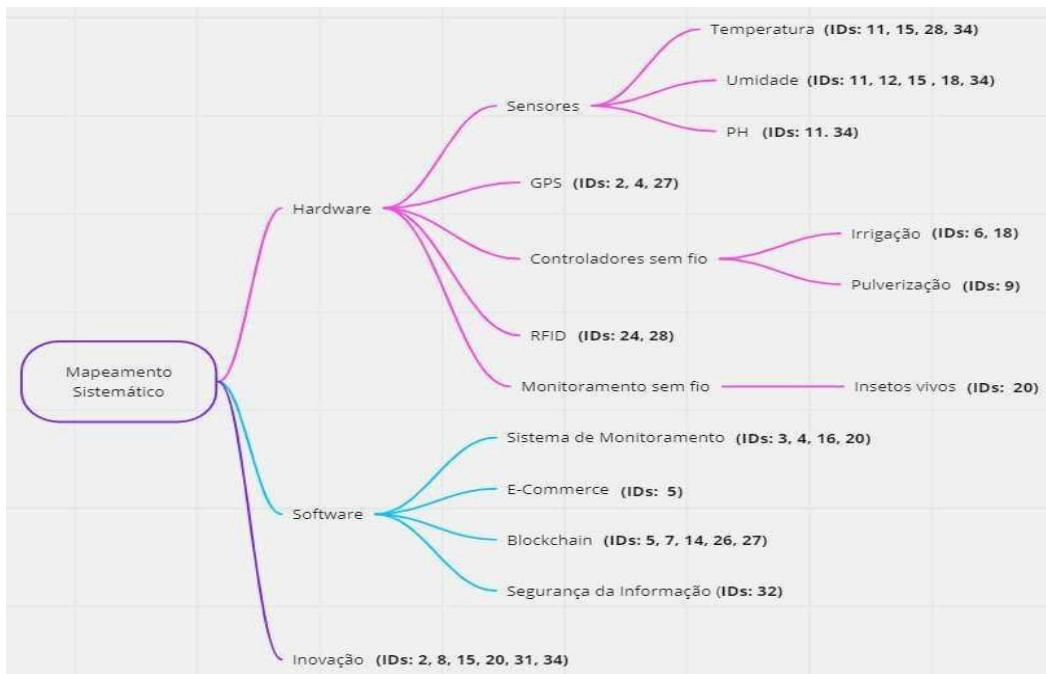


Figura 2. Mapa Mental com temáticas.

O Mapa Mental agrupa os EPs com as seguintes temáticas: Hardware – estudos que apresentam a importância e eficácia sobre o uso de alguns dispositivos de hardware para minimizar os impactos das mudanças climáticas ou utilizar estas tecnologias para obter economia de recursos e otimizar o trabalho no campo; Software – estudos que apresentam o uso de softwares com o objetivo de auxiliar os produtores rurais em algumas situações, como comércio eletrônico, rede de apoio com especialista e acesso a

métodos para economia de recursos e minimizar os impactos das mudanças climáticas; Inovação - estudos que apresentam algum indicador de inovação.

4. Discussões

Através dos resultados alcançados por meio do mapeamento sistemático da literatura, foi possível identificar quais as tecnologias AgTechs que são mais adotadas para maximizar o desempenho e diminuir os custos da produção agrícola, além de buscar minimizar os impactos das mudanças climáticas cada vez mais constantes, visando solucionar as questões de pesquisa: (QP1) Quais as soluções AgTechs para pequenos produtores agrários? As tecnologias baseadas em hardware e software tiveram um grande destaque nos estudos analisados. As tecnologias baseadas em hardware, através de sensores, foram as mais citadas, através delas observa-se um grande benefício com seu uso economizando recursos naturais. As tecnologias baseadas em software melhoraram o estudo das doenças nas lavouras ao conectar produtores agrícolas a especialistas por meio de uma plataforma. (QP2) Quais os principais riscos e dificuldades na adoção de soluções AgTechs para pequenos produtores? As tecnologias baseadas no Blockchain e plataformas de apoio foram os meios encontrados para tentar solucionar os principais riscos e dificuldades dos pequenos produtores que são: a confiança nas informações obtidas e aprendizagem sobre o uso das novas tecnologias no campo. Para uso destes recursos, esses produtores devem ter o mínimo conhecimento sobre o uso de algum tipo de celular ou smartphone e em alguns casos acesso à internet.

Os resultados do mapeamento sistemático demonstram como respostas à questão de pesquisa: 14 EPs sobre o uso de hardware e 10 EPs sobre o uso de softwares. Em relação aos EPs de hardware: 7 EPs abordam o uso de sensores (temperatura, umidade, PH), 1 EP sobre sistema de monitoramento sem fio através do uso de insetos vivos, 2 EPs sobre o uso da RFID em fazendas. Em relação aos EPs sobre software: 2 EPs sobre o uso de blockchain e criação de e-commerce para eliminar “atravessadores” entre o produtor do campo e o comprador, 5 EPs sobre o uso de blockchain e criação de um bloco de dados seguros para transações agrícolas, 1 EP sobre criação de uma plataforma para armazenamento de imagens sobre as doenças que afetam as lavouras, 1 EP relata técnicas baseadas em análise de dados através do uso de softwares, 2 EPs mostram um sistema de comunicação por meio de portais, aplicativos, alertas por SMS, etc.

A análise dos EPs mostra o uso de tecnologia, porém, observa-se que estes estudos mostram uma quantidade reduzida de pesquisas mesclando diversas tecnologias e ainda uma quantidade mínima acerca do uso de softwares. Este cenário pode ser visto como favorável para realização de pesquisas que resultem em softwares de apoio ao agricultor combinados com o uso de sensores.

5. Conclusão

Este artigo mostra o resultado de um mapeamento sistemático que procurou responder às seguintes questões de pesquisa: (1) “Quais as soluções para pequenos produtores agrários?”; (2) “Quais os principais riscos e dificuldades na adoção de soluções AgTechs para pequenos produtores?”. Após a execução do mapeamento sistemático utilizando os métodos descritos por Petersen et al. (2008), foram analisados 192 estudos primários e selecionados os 45 considerados mais relevantes para a pesquisa.

Ainda que se tenha vários EPs demonstrando o uso de hardware e software como meios para melhoria da produção rural, ainda faltam estudos que mesclam essas tecnologias. Além disso, não foram identificados estudos com a aplicação destas tecnologias voltadas para o pequeno produtor agrário. Assim, constitui-se uma oportunidade de pesquisa, o estudo sobre o uso de sistemas de hardware e software para os pequenos produtores agrários, visando romper uma barreira que ainda existe sobre o uso de tecnologia no campo por parte dos pequenos produtores agrários.

References

- Abdullah, A.; Enazi, S. Al; Damaj, I. “AgriSys: A smart and ubiquitous controlled-environment agriculture system”. 2016 3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City, ICBDESC 2016. Anais. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 26 abr. 2016.
- Agarwal, S.; Rashid, A.; Gardiner, J. Old MacDonald had a smart farm: Building a testbed to study cybersecurity in smart dairy farming. ACM International Conference Proceeding Series. Anais...Association for Computing Machinery, 8 ago. 2022.
- Buzzan, T. (2009). “Mapas mentais: Métodos criativos para estimular o raciocínio e usar ao máximo o potencial do seu cérebro”. São Paulo: Editora Sextante.
- Chandra, R.; Collis, S. “Digital agriculture for small-scale producers”. Communications of the ACM, v. 64, n. 12, p. 75–84, 1 dez. 2021.
- Cunningham, P. (Paul M.) et al. 2020 “IST-Africa Conference”: 18-22 May 2020, Virtual Conference. [s.l: s.n.].
- Ding, J. et al. The effects of combined digital and human advisory services on reducing nitrogen fertilizer use: lessons from China’s national research programs on low carbon agriculture. International Journal of Agricultural Sustainability, v. 20, n. 6, p. 1136–1149, 2022.
- Dupont, C. et al. “An open IoT platform to promote eco-sustainable innovation in Western Africa: Real urban and rural testbeds”. Wireless Communications and Mobile Computing, v. 2018, 2018.
- El Kasmi, N. et al. Hydroponic System in a Controlled Atmosphere and Substrate: Case Study in Morocco. 2022 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, ICMA 2022. Anais. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022.
- Fonseca, S. M. et al. “JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil Agro 4.0-Rumo à Agricultura Digital”. [s.l: s.n.].
- Gichamba, A.; Waiganjo, P.; Oowa, D. M. “Agriculture among small holder farmers in Kenya: Challenges and lessons”. IEEE AFRICON Conference. Anais...Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 18 nov. 2015.
- Giri, A.; Dutta, S.; Neogy, S. “Enabling agricultural automation to optimize utilization of water, fertilizer and insecticides by implementing Internet of Things (IoT)”. 2016 International Conference on Information Technology, InCITE 2016 - The Next

- Generation IT Summit on the Theme - Internet of Things: Connect your Worlds. Anais...Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 15 fev. 2017.
- Hansen, B. D. et al. "Current status of and future opportunities for digital agriculture in Australia". *Crop and Pasture Science* CSIRO, 2022.
- Hossain, M. A.; Quaddus, M.; Islam, N. "Developing and validating a model explaining the assimilation process of RFID: An empirical study". *Information Systems Frontiers*, v. 18, n. 4, p. 645–663, 1 ago. 2016.
- IEEE Internet of Things Magazine. AROUND THE WORLD OF IOT. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/info/food-farming-fi>>.
- Iyer, V. et al. "Living IoT: A flying wireless platform on live insects". Proceedings of the Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, MOBICOM. Anais...Association for Computing Machinery, 7 ago. 2019.
- Khanal, A. R.; Mishira, A. K.; Koirala, K. H. "Access to the Internet and financial performance of small business households". *Electronic Commerce Research*, v. 15, n. 2, p. 159–175, 1 jun. 2015.
- Lang, R. et al. "A Cavity System for Seawater Dielectric Measurements at P-Band". International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). Anais...Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022.
- Legun, K.; Burch, K. A.; Klerkx, L. "Can a robot be an expert? The social meaning of skill and its expression through the prospect of autonomous AgTech". *Agriculture and Human Values*, 2022.
- Liang, Z.; Adnan, S.; Leilei, C. "Blockchain Technology in Post-Covid Agriculture". ACM International Conference Proceeding Series. Anais...Association for Computing Machinery, 21 jan. 2022.
- Madhu, A. et al. "Smart Bot and E-commerce Approach based on Internet of Things and Block- chain Technology". Proceedings of the 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, ICECA 2020. Anais. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 5 nov. 2020.
- Malhotra, C.; Anand, R. "Accelerating public service delivery in India: Application of internet of things and artificial intelligence in agriculture". *PervasiveHealth: Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. Anais. ICST, 23 set. 2020.
- Massruhá, S. M. F. S.; Leite, M. A. de A. "Agricultura Digital". RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452
- Nadeem Akram, N.; Ilango, V.; Thiagarajan, G. "Secure Agritech Farming Using Staging Level Blockchain and Transaction Access Control Using Micro QR Code". 4th International Conference on Computer, Communication and Signal Processing, ICCCSP 2020. Anais. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 28 set. 2020.
- Naji, A. Z. A.; Salman, A. M. "Water saving in agriculture through the use of smart irrigation system". ACM International Conference Proceeding Series.

Anais...Association for Computing Machinery, 18 fev. 2021.

Nugroho, A. P. et al. "Development of GPS-based Tracking System to Evaluate the Effectiveness of Tillage using Four-wheel Tractor". IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Anais...Institute of Physics Publishing, 19 nov. 2019.

Oduor, E. et al. "Practices and technology needs of a network of farmers in Tharaka Nithi, Kenya". Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. Anais...Association for Computing Machinery, 20 abr. 2018.

Pickering, N.; Duke, M.; Lim, S. H. "A time constrained System of Systems discovery process and canvas. A case study in agriculture technology focusing on an automated Asparagus Harvester". SOSE 2020 - IEEE 15th International Conference of System of Systems Engineering, Proceedings. Anais...Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 1 jun. 2020.

Pintoo, E.; Guo, Y.; Bal, J. "The network analysis for AgriTech and FoodTech start-up and support organisations: Twitter analytic perspective in Thailand". ACM International Conference Proceeding Series. Anais...Association for Computing Machinery, 16 jul. 2022.

Plotog, I. et al. "Small farm complex irrigation controller based on wireless communication". Proceedings of the 2015 7th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence, ECAI 2015. Anais...Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 19 out. 2015.

Rubambiza, G.; Sengers, P.; Weatherspoon, H. "Seamless Visions, Seamful Realities: Anticipating Rural Infrastructural Fragility in Early Design of Digital Agriculture". Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. Anais. Association for Computing Machinery, 29 abr. 2022.

Sarangi, S.; Umadikar, J.; Kar, S. "Automation of Agriculture Support Systems using Wisekar: Case study of a crop-disease advisory service". Computers and Electronics in Agriculture, v. 122, p. 200–210, 1 mar. 2016.

Spanaki, K. et al. "Disruptive technologies in agricultural operations: a systematic review of AI- driven AgriTech research". Annals of Operations Research. Springer, , 1 jan. 2022.

Steup, R. et al. "A Reasonable Life: Rhythmic Attunement and Sustainable Work at the Intersection of Farming and Knowledge Work". Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, v. 6, n. CSCW2, 11 nov. 2022.

Tabaku, B.; ALI, M. "Wireless Technology for Autonomous Albanian Farming and Crop Monitoring". Proceedings - 2020 International Conference on Computing, Networking, Telecommunications and Engineering Sciences Applications, CoNTESA 2020. Anais. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 9 dez. 2020.

Vangala, R. N. K.; Mukerji, M.; Hiremath, B. N. "ICTs for Agriculture Knowledge Management: Insights from DHRUVA, India". ACM International Conference Proceeding Series. Anais...Association for Computing Machinery, 15 maio 2015.