

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS MÓVEIS PARA A AGRICULTURA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E REVISÃO DE LITERATURA

DEVELOPMENT OF MOBILE APPLICATIONS FOR AGRICULTURE: BIBLIOMETRIC ANALYSIS AND LITERATURE REVIEW

Mayane Prado de Oliveira¹, Bárbara Elaine Andrade dos Santos², Claudineia Aparecida Queli Geraldí³, Juliana Maria de Paula⁴, Raquel Aparecida Loss⁵, Sumaya Ferreira Guedes⁶

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Faculdade de Ciências Sociais, Aplicadas e Agrárias (FACISAA), Departamento de Agronomia, Nova Mutum-MT, Brasil. E-mail: mayane.prado@unemat.br

² Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Faculdade de Ciências Sociais, Aplicadas e Agrárias (FACISAA), Departamento de Agronomia, Nova Mutum-MT, Brasil. E-mail: santos.barbara@unemat.br

³ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Faculdade de Ciências Sociais, Aplicadas e Agrárias (FACISAA), Departamento de Agronomia, Nova Mutum-MT, Brasil. E-mail: claudineia.geraldi@unemat.br

⁴ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Faculdade de Arquitetura e Engenharias (FAE), Departamento de Engenharia de Alimentos, Barra do Bugres-MT. E-mail: juliana.paula@unemat.br

⁵ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Faculdade de Arquitetura e Engenharias (FAE), Departamento de Engenharia de Alimentos, Barra do Bugres-MT. E-mail: raquelloss@unemat.br

⁶ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Faculdade de Ciências Sociais, Aplicadas e Agrárias (FACISAA), Departamento de Agronomia, Nova Mutum-MT, Brasil. E-mail: sumaya.guedes@unemat.br

RESUMO

Esse trabalho aborda uma revisão bibliográfica e análise bibliométrica sobre pesquisas que objetivaram o desenvolvimento de softwares e aplicativos móveis para o gerenciamento e controle dos processos de irrigação, análises do solo, recomendação de defensivos e fertilizantes, identificação de pragas, doenças e plantas daninhas. Em cada tópico, são mencionados os resultados promissores reportados e os desafios para implementação efetiva para às áreas em estudo. Esperamos que esta revisão possa fornecer informações relevantes para promover o conhecimento das possibilidades e os benefícios da utilização de tecnologias frente a agricultura, que possibilitam uma tomada de decisão com mais agilidade e confiabilidade.

Palavras-chave: Agricultura; Aplicativos; Produtividade.

ABSTRACT

This work addresses a literature review and bibliometric analysis on research aimed at the development of software and mobile applications for the management and control of irrigation processes, soil analysis, recommendation of pesticides and fertilizers, identification of pests, diseases, and weeds. In each topic, the promising results reported and the challenges for effective implementation for the areas under study are mentioned. We hope that this review can provide relevant information to promote knowledge of the possibilities and benefits of using technologies in agriculture, which enable decision-making with more agility and reliability.

Keywords: Agriculture, Apps, Productivity.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é um dos principais setores do mercado mundial, que requer cada vez mais inovações e técnicas para o cultivo, a fim de atender as mudanças no padrão de alimentação da população, objetivando maior produtividade para suprir a demanda por alimentos do mundo, tendo em

vista o aumento populacional, que eleva a procura de recursos finitos, como água, alimentos e energia (EMBRAPA, 2018; LIMA et al., 2019).

No entanto, diversos desafios são iminentes durante todo o ciclo produtivo, na tentativa de alcançar a produtividade esperada. Estes riscos, podem ser diferenciados em três classificações: risco de produção, de mercado e do ambiente de negócios. Dentre esses, o mais preocupante é o risco de produção, levando em conta a possibilidade de perdas por conta de eventos climáticos, e a incidência de pragas e doenças, que são responsáveis pela maior redução da produção e perdas econômicas em todo o mundo (MASSRUHÁ; LEITE, 2016; EMBRAPA, 2018).

Além disso, vale ressaltar que a atividade agrícola recebe forte pressão social para a alimentar toda a humanidade, que está em constante crescimento populacional, levando em consideração, a utilização de uma pequena quantidade de água disponível, principalmente para áreas de irrigação, movimentando uma busca do uso mais eficiente desses recursos, tanto em relação a água, quanto de fertilizantes e defensivos, dois dos grandes desafios para a produção (LOPES; CONTINI, 2012).

Nesse contexto, a tecnologia vem contribuindo no aumento da produtividade, não só na utilização das máquinas e implementos, mas também no uso das plataformas digitais. Essas ferramentas vêm aumentando o protagonismo da agricultura brasileira, e essa possibilidade de acesso a informações na palma da mão (dispositivos móveis) facilitam, principalmente, em uma tomada de decisão e no compartilhamento de informações de forma rápida e eficiente, sobre temas relacionados a produção vegetal ou animal, reduzindo custos e tempo, evitando possíveis danos, na ausência de um especialista (MASSRUHÁ; LEITE, 2016).

Os pequenos, médios e grandes produtores têm buscado auxílio por meio plataformas digitais, que permitem o uso racional dos nossos recursos, a partir do desenvolvimento de aplicativos para a gestão de áreas agrícolas, manejo de rebanhos, tratamentos culturais, previsão de clima, irrigação, comercialização, entre outros, assegurando maior produtividade e eficiência nos sistemas de produção e comercialização (LOPES; CONTINI, 2012).

Dessa forma, diversos pesquisadores têm desenvolvido aplicativos com intuito de auxiliar na agricultura, como no uso adequado de fertilizantes (PÉREZ-CASTRO et al., 2017; RAJESWARI, et al. 2017; SHYLAJA; VEENA, 2017), análise de nutrientes do solo (LAAMRANI et al., 2018; Samonte et al., 2019), melhoramento na qualidade e eficiência no sistema de irrigação (JAGUEY et al., 2015; PATROO et al., 2019; SAVLA et al., 2020) e também na detecção de pragas e doenças que acometem a lavoura (KAMBLE, 2018; SINGH, 2018; YANG et al., 2020).

Diante do contexto apresentado, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica abordando a utilização dos aplicativos para dispositivos móveis no setor agrícola. Para essa reforçar esse propósito, a análise bibliométrica foi realizada afim de correlacionar dados e tecer discussões que gerem novos conhecimentos sobre o uso de aplicativos móveis para aplicações no setor agrícola.

2. METODOLOGIA

O levantamento dos artigos baseou-se na busca de documentos a partir da inserção de determinados termos na base de dados Scopus. Inicialmente, foram pesquisados artigos que abordassem no título, resumo e palavras-chaves os termos “MOBILE APP” e “AGRICULTURE”, e a partir da análise das principais aplicações, foram selecionados os tópicos deste artigo. O período de pesquisa foi de 2012 a 2021.

Os resultados das buscas preliminares no Scopus foram analisados para eliminar artigos com conteúdo sobreposto, para recategorizar determinados artigos ao método considerado mais adequado com base em seu conteúdo, além de artigos que não se enquadrassem no escopo deste trabalho. A Figura 1 apresenta um fluxograma que resume a metodologia deste estudo.

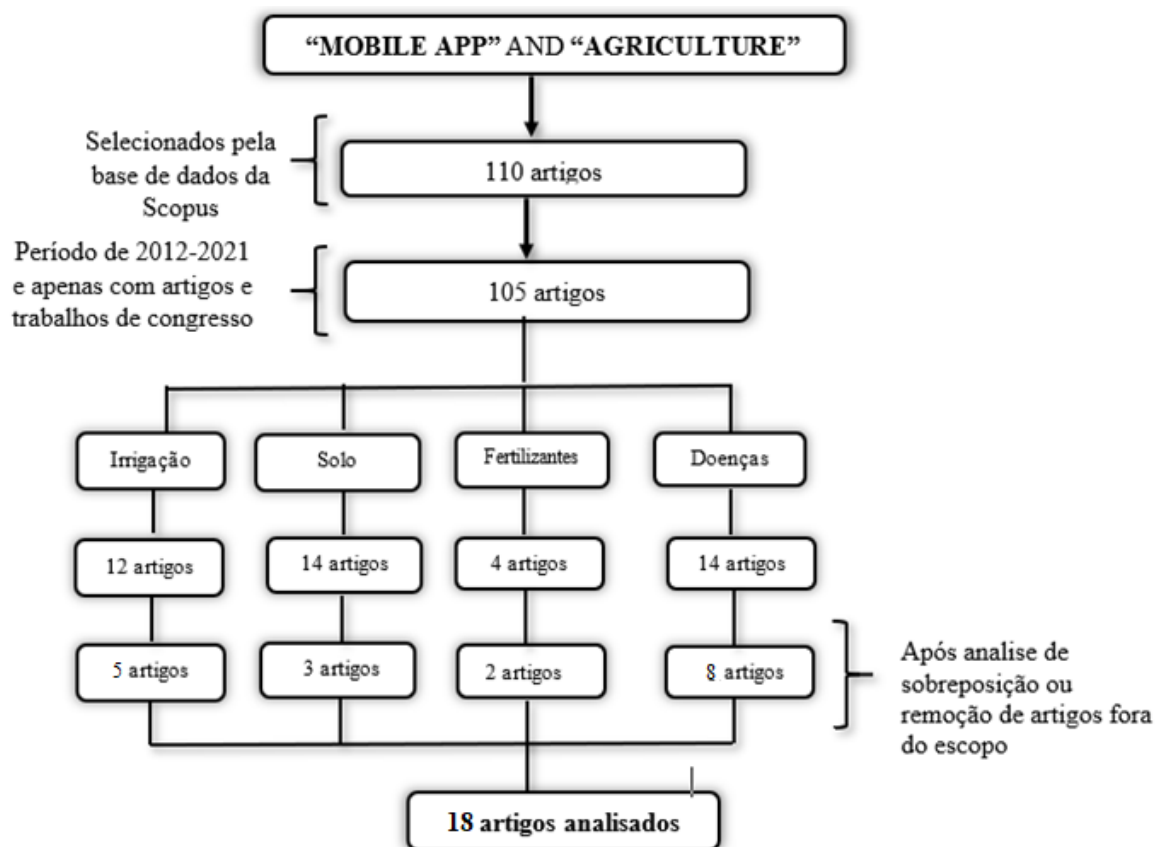


Figura 1 – Condições estabelecidas para a seleção e análise dos artigos deste estudo.

Fonte: Autores (2022).

A partir dos levantamentos e análise de conteúdo, os artigos selecionados foram explorados pelos autores por meio da ferramenta “Bibliometrix” do software RStudio® versão 7.6, como forma de sistematizar o estudo da arte e gerar os tópicos de discussão do presente trabalho.

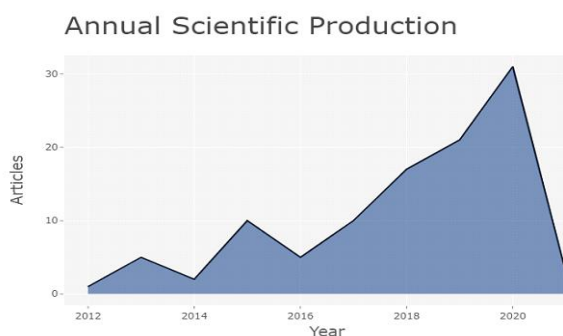
3. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

De acordo com a análise bibliométrica realizada, nota-se que o interesse pelo tema é crescente, com maior pico de publicações em 2020 (Figura 2a). Com relação aos países que mais publicam artigos relacionados à temática do presente review, destacam-se Índia, EUA e China (Figura 2b).

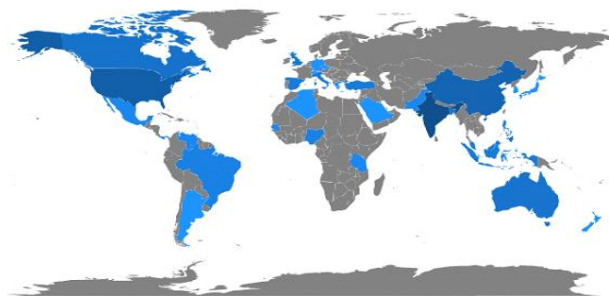
Além disso, na nuvem de palavras gerada com as 50 palavras mais citadas nas palavras-chave dos artigos que abordam o tema aplicativos para dispositivos móveis no setor agrícola (Figura 2c), nota-se que as palavras estão diretamente relacionadas com aplicações na agricultura para solucionar e facilitar tarefas e cuidados diário do agricultor, como a irrigação, doenças e pragas, fertilidade do solo e riscos na produção e colheita.

Com base nos temas apresentados na nuvem de palavras (Figura 2c), os tópicos abordados nesta revisão relacionam-se com o desenvolvimento de aplicativos móveis para usos na agricultura. Em cada tópico, são listados os principais resultados promissores encontrados por cada aplicativo.

a)



b)



c)



Figura 2. a) Produção científica global anual de artigos que abordam o tema aplicativos para dispositivos móveis no setor agrícola; b) Produção científica por país de artigos que abordam o tema aplicativos para dispositivos móveis no setor agrícola; c) Nuvem de palavras com as palavras mais citadas nas palavras-chave dos artigos estudados.

Fonte: Bibliometrix – RStudio (2021).

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Irrigação

O processo de irrigação vem sendo cada vez mais requerido pela agricultura de precisão, tornando a produção cada vez mais eficaz (PATROO et al., 2019). Através de desenvolvimento da tecnologia, alguns aplicativos tem sido desenvolvidos para facilitar a vida o produtor, com a possibilidade de melhoria na tomada de decisão, podendo controlar a sua cultura através de sensores aplicados em sua área, fazendo com que desafios de pesquisas e desenvolvimento de irrigação automática e manual sejam solucionadas através da tecnologia (PÉREZ-CASTRO et al., 2017).

Os aplicativos móveis têm sido implementados para os agricultores gerenciarem e controlarem todos os processos de irrigação e ter acesso aos importantes avisos necessários como umidade do solo, liberação da irrigação de água, auxílio na fertirrigação, calcular as quantidades necessárias e também acessar o banco de dados armazenado (PATROO et al., 2019).

O Quadro 1 apresenta um compilado de estudos recentes que objetivaram o uso de aplicativos móveis para auxiliar na irrigação de culturas.

Quadro 1 – Aplicativos móveis para uso na irrigação de culturas.

Aplicativo	Função	Principais resultados	Referência
1) Automatic Irrigation System Based on Internet of Things for Crop Yield Prediction	▪ Robotizar a estrutura do sistema de irrigação de água, permitindo tornar o trabalho do agricultor menos exigente; ▪ Analisar e relatar dados em tempo real do campo constantemente.	▪ A partir dos sensores para a app móvel, o servidor de IoT o foi o mais adequado, pois, foi possível projetar e implementar um sistema de automação inteligente nas fazendas; ▪ O aplicativo móvel, permite que o agricultor escolha o método de irrigação por gotejamento ou aspersão; ▪ Os dados coletados podem ser usados para mapear a previsão de probabilidade da produção agrícola.	WAKHARE et al. (2020)
2) Virtual Farmer	▪ Propor uma irrigação inteligente, baseada em uma placa arduino, com sensores de umidade e bomba d'água.	▪ Obteve uma melhoria no rendimento, em virtude da redução percentual da destruição de safras após a implementação do sistema proposto (5%), quando comparado com o sistema tradicional (35%); ▪ Fornece uma lista de culturas que podem ser cultivadas naquele local, dependendo das condições ambientais dados.	SAVLA et al. (2020)
3) ATtiny Microcontrolador	▪ Propor uma rede de irrigação integrada.	▪ Aciona o sistema de irrigação automática de acordo com a umidade do solo.	MAHMUD; NAFI (2020)
4) Azure Machine Learning	▪ Implementar o gerenciamento do sistema, controle de irrigação automática e manual, e recebimento de notificações importantes no campo.	▪ O aplicativo da web permite visualizar um gráfico detalhado para cada leitura do sensor; ▪ Prevê as chances de chuva, auxiliando os agricultores se precaverem, evitando irrigação excessiva e desperdício de água.	PATROO et al. (2019)
5) Agriculture Monitoring System	▪ Gerenciar os recursos de dados da cultura, uma vez que as informações (condições do solo, biomassa de animais ou plantas e condições do tempo) são salvos em banco de dados.	▪ Facilita a tomada de decisão para lidar com a irrigação automática da cultura; ▪ Envia notificações sobre o monitoramento de irrigação e sobre detalhes da cultura em cada campo.	DANY; SHUMING (2019)

A Figura 3 demonstra quais as etapas necessárias para criar um sistema de controle no processo de irrigação, na qual é fundamentada em três passos: camada de aplicação, camada de dados e comunicação, e camada de aquisição de dados ambientais.

Com base dos artigos analisados, os aplicativos desenvolvidos para usos na irrigação têm o principal objetivo de substituir a irrigação manual, trazendo facilidades na tomada de decisão e solucionando possíveis problemas que o agricultor possa enfrentar para realizar com rapidez, eficácia e precisão a irrigação de culturas.

Entretanto, o custo de implantação da irrigação automática controlada por aplicativos móveis é um contraponto a ser analisado, visto que, muitos dos sistemas propostos precisam de um investimento

financeiro, que está diretamente relacionado ao tamanho da área a ser monitorada, bem como, a escolha do melhor sistema a ser empregado. Além disso, a necessidade de inserção de alguns equipamentos relevantes como os sensores de monitoramento para verificação da umidade do solo e do ar e outros equipamentos como bombas de água, por exemplo.



Figura 3 – Arquitetura de um sistema para controle da irrigação.
Fonte: Adaptado de DANY; SHUMING (2019).

4.2 Solo / Fertilizantes

Na agricultura o principal componente para o desenvolvimento na produção é o solo, um recurso natural, contendo os principais nutrientes que uma planta necessita para seu desenvolvimento (SHYLAJA; VEENA, 2017). Nesse sentido, o rendimento agrícola está diretamente relacionado à fertilidade do solo, bem como o nível de umidade e o uso de fertilizantes apropriados, ou seja, esses elementos possuem uma grande influência ao longo do todo o seu ciclo produtivo, porém, devido à extensa utilização do solo, faz-se necessário repor esses nutrientes de alguma forma. Logo, se a qualidade do solo não estiver adequada, conseqüentemente, haverá uma redução na produtividade. Além disso, a baixa nutrição do solo facilita também a ocorrência de várias doenças nas plantas (PÉREZ-CASTRO et al., 2017; SHYLAJA; VEENA, 2017).

Com base nesses fatores, é extremamente importante restaurar os nutrientes no solo, de acordo com as necessidades da cultura, já que o uso descabido também não trará mais produtividade, apenas alimentos de baixa qualidade (SHYLAJA; VEENA, 2017).

Dessa forma, com modernização da agricultura, aplicativos que auxiliam o agricultor com as análises do solo têm sido relatados na literatura. Algumas empresas criaram softwares de monitoramento, onde o agricultor pode cuidar na palma da mão da sua lavoura, em que os principais objetivos destes aplicativos, citados no Quadro 2, incluem apresentar soluções para agricultura, mostrando a deficiência de nutriente do solo, o teor de umidade, desenvolvimento das culturas, entre outros (USMAN; VERMA, 2018).

Quadro 2 – Aplicativos móveis para uso na identificação e melhorias no solo, e aplicação de fertilizantes.

Aplicativo	Função	Principais resultados	Referência
1) Virtual Farmer	▪ Capturar informações sobre o solo e seus arredores, usando sensores como de umidade do solo e temperatura; ▪ Enviar os dados para a nuvem, para poder ser monitorado pelo agricultor em seus smartphones; ▪ Sugerir as safras que serão mais lucrativas.	▪ Resolução dos problemas enfrentados (destruição de safra devido à seleção incorreta de cultura) pelos agricultores, através dos recursos dos sistemas de monitoria da área; ▪ Apresentou melhoria na produção agrícola no sistema proposto, em virtude da menor destruição de safra (7%), em comparação com o sistema tradicional (45%); ▪ Prevê a cultura mais adequada para aquela região, a partir de dados sobre o tipo e o pH do solo, temperatura e a umidade do entorno;	SAVLA et al. (2020)
2) Wireless sensor networks (WSN)	▪ Fornecer um sistema de apoio a decisão baseada em dados reais, análise de dados estatísticos, raciocínio baseado em regras e mecanismo de inferência.	▪ Obteve cerca de 92,7% de precisão; ▪ Torna mais rápida e precisa a tomada de decisão rotineira de agrônomos e agricultores; ▪ Gera alertas e avisos sobre o tipo e as necessidades do solo, seu nível de fertilidade, sugerir colheitas e fertilizantes, por meio de SMS e notificações.	MOTIA; REDDY (2019)
4) Internet of Things (IoT)	▪ Notificar e alertar o agricultor sobre qual tipo de cultura pode crescer em um solo específico.	▪ Permite uma seleção de culturas, por meio do monitoramento de fertilidade, do solo e a análise de qualidade, combinado com os fatores de localização, condições climáticas e todos os dados históricos disponíveis; ▪ O aplicativo possibilita ainda iniciar um bate-papo em grupo com os agricultores locais, para se comunicarem, a fim de receber sugestões para a cultura sugerida.	USMAN; VERMA (2018)
5) Real-Time Monitoring of Soil Nutrient Analysis	▪ Medir a fertilidade do solo em termos de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), através de sensores sem fio; ▪ Recomendar o fertilizante a fim de melhorar a qualidade do solo.	▪ O sistema monitora e reporta continuamente os valores NPK, auxiliando na tomada de decisão, a partir da análise do solo; ▪ Permite um maior rendimento e vantagem econômica com relação aos fertilizantes escolhidos.	SHYLAJA; VEENA (2017)

De acordo com Shylaja e Veena (2017), o método manual de medição não é tão preciso devido à diferença existente entre o tempo da coleta e a análise em laboratório. Diante disso, a utilização de redes de sensores sem fio, como demonstrado no Quadro 2, favorece a obtenção de dados em tempo

real durante todo o processo de monitoramento, análise, seleção de culturas e sistema de apoio à tomada de decisões.

Como perspectiva a ser considerada com relação aos aplicativos para monitoria do solo, é a adequação dos sistemas para relatar sobre a quantidade de micronutrientes, como zinco, ferro, manganês, boro, cloro, cobre e molibdênio, presentes no solo, já que os aplicativos citados relatam somente sobre os macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio), deixando a desejar maiores informações com relação aos demais nutrientes, que também são extremamente importantes no solo, porém em quantidades menores. Logo, o excesso ou a falta destes também levam a perda de produtividade, considerando que elas podem causar um desequilíbrio no solo, além de poder implicar em uma toxidade e deficiências nas plantas.

4.3 Doenças e pragas

Na agricultura um dos principais componentes capazes de ocasionar danos na produtividade são as pragas agrícolas (que podem ser insetos ou plantas daninhas), sendo o diagnóstico precoce dessas ameaças, uma estratégia de prevenção e controle, considerando a preocupação dos produtores e agrônomos em relação a essa problemática (SINGH, 2018; YANG et al., 2020; DUBEY et al., 2020).

As doenças também são consideradas grandes desafios para as ciências agrícolas, principalmente em sua identificação, que requer atenção especial, pois as respostas tardias ou conselhos de especialistas aos agricultores podem demandar tempo, podendo ocasionar consideráveis perdas de produção. Além das doenças, outro fator tem se tornado relevante nesse campo da patologia, está diretamente relacionado à quantidade limitada de especialistas capazes de auxiliar nestas medidas preventivas, tendo em mente a vasta extensão geográfica das terras agrícolas, e as várias áreas onde são remotas e o transporte é inadequado, o que favorece a propagação das doenças, já que não são identificadas a tempo, dificultando ainda mais o seu controle (YANG et al., 2020; DUBEY et al., 2020).

Dessa forma, o desenvolvimento de um sistema baseado em tecnologia para identificação e recomendações de soluções para o usuário, tende a minimizar inconvenientes e reduzir o tempo para tomar uma ação corretiva, facilitando todo o processo e auxiliando o produtor, principalmente em áreas com pouca interação com os profissionais da área. Alguns exemplos de aplicativos desenvolvidos com esse propósito podem ser observados no Quadro 3.

A Figura 5 esquematiza um modelo de como foi realizado o processo de identificação da doença, a partir de dados de entrada (imagens), seguindo algumas etapas para posteriormente relatar se a imagem de folha é saudável ou não (dados de saída), noticiando assim, os resultados de detecção da doença.

Contudo, a implantação desses sistemas utilizando os aplicativos móveis para a identificação de pragas e doenças também possuem desafios a serem superados, visto que, para realizar a detecção de forma precisa é necessária uma grande quantidade de informações, como imagens de folhas, flores e/ou frutos saudáveis e não saudáveis, de várias doenças. Portanto, para realizar esse agrupamento é preciso ter um sistema de armazenamento (banco de dados) eficaz e relativamente extenso, para suprir toda a demanda de informações, havendo assim, a necessidade que uma pesquisa mais abrangente sobre o desenvolvimento de programas adequados que incluam uma grande base de dados.

Quadro 3 – Aplicativos móveis para identificação de doenças na lavoura.

Aplicativo	Função	Principais resultados	Referência
1) Recognition of papaya disease by image	- Comparar alguns algoritmos para o reconhecimento da doença do mamão; - Identificar a doença capturando imagens e classificá-las com base em suas doenças, com um sistema inteligente.	Obteve uma precisão com cerca de 98,4% para prever as doenças do mamão por meio do sistema inteligente.	ISLAM et al. (2020)
2) Disease diagnosis application	- Detectar as doenças de forma automática, inteligente e em tempo real, por fotos; - Fornecer conselhos de prevenção, consultoria de especialistas e enciclopédias de culturas.	- Obteve quase 92% de precisão; - Ferramenta de aconselhamento ou alerta precoce é muito útil e traz grande comodidade para o diagnóstico de doenças de culturas.	YANG et al. (2020)
3) Plant disease detection and identification	Identificar doenças presentes nas plantas agrícolas, usando Rede Neural Convolutiva, e recomendar medidas de tratamento.	- Obteve uma precisão média de 99%; - Modelo tem um bom desempenho no conjunto de dados e pode ser usado como meio de classificação das doenças.	DUBEY et al. (2020)
4) Deep Learning	Reconhecer folhas de milho afetadas por lagartas-do-exército (<i>Spodoptera frugiperda</i>).	- Obteve uma precisão de 99,5%; - Os agricultores locais podem detectar e tratar as pragas desde o estágio inicial, em um tempo hábil.	EMERA; SANDOR (2019)
5) “Flower companion”	Realizar o reconhecimento de flores e gramas, para a detecção, reconhecimento de imagens, prevenção e controle eficaz da doença do bicho-da-seda.	- Obteve precisão média de recuperação com cerca de 75%; - Envia automaticamente um relatório de análises de casos para o celular, exibindo a imagem do caso e uma breve descrição.	XIA et al. (2019)
6) The plant doctor	- Diagnosticar, rastrear e realizar a previsão automatizados de doenças, de forma instantânea e precisa, e obter soluções; - Abordagem colaborativa (buscar aconselhamento especializado).	- Obteve mais de 95% de precisão; - Para medidas preventivas, mapas de densidade de doenças com previsão de propagação são demonstrados.	SINGH (2018)
7) Dr.LADA applications	- Diagnosticar pragas e doenças comuns da pimenta; - Recomendar medidas adequadas para resolver os problemas, a partir da identificação dos problemas feita após uma série de perguntas sobre os sintomas apresentados.	- Obteve uma precisão de 97%; - Oferece rápido desempenho, é útil, informativo e capaz de diagnosticar problemas de pragas e doenças da pimenta-do-reino; - Pode ser usado sem qualquer conexão com a internet.	ADAMA et al. (2018)

8) Automatic wheat disease diagnosis	▪ Diagnosticar doenças do trigo, identificar categorias e localizar áreas de doenças correspondentes às imagens de trigo em campo.	▪ Obteve precisões médias de reconhecimento sob duas arquiteturas diferentes, de 97,95% e 95,12%, para VGG-FCN-VD16 e VGG-FCN-S, respectivamente; ▪ O framework DMIL-WDDS proposto supera as arquiteturas convencionais baseadas em tarefas de identificação.	LU et al. (2017)
--------------------------------------	--	--	------------------

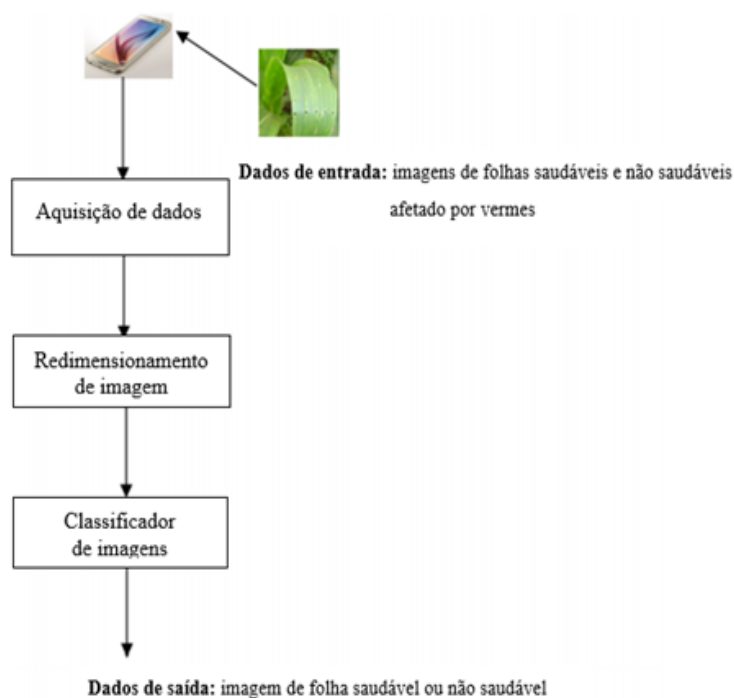


Figura 5 – Diagrama de blocos de um modelo de classificação de imagens.
Fonte: Adaptado de EMERA; SANDOR (2019).

Além disso, outro fator que deve ser considerado nesse processo é a qualidade da foto, nos sistemas citados acima foram apresentadas várias formas para melhorar a identificação, já que as fotos tiradas em campo não passam por edição, são tiradas na hora e são mais rústicas, o que pode causar interferências e análises errôneas, diminuindo a eficiência do sistema.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este review abordou o desenvolvimento de aplicativos móveis reportados para o uso no setor agrícola, para aplicações na irrigação, solo/fertilizante e doenças. Resultados promissores foram evidenciados relacionados à utilização de softwares vinculados à smartphones para obtenção de dados em tempo hábil relacionados à umidade, clima, nutrientes do solo, identificação e recomendações de tratamento de doenças e pragas, possibilitando tomadas de decisão com maior rapidez e confiabilidade,

podendo favorecer um melhor controle do cultivo e, conseqüentemente, uma maior produtividade da colheita e rentabilidade para os produtores.

Os principais desafios para implementação dessas novas tecnologias no setor agrícola também foram sucintamente relatados, e em sua maioria, incluem custos para investimento de equipamentos, monitoria de elevadas áreas, precisão de análise do sistema para identificação e análise e a necessidade de extensas bases dados, dependendo da funcionalidade do aplicativo.

Em relação às perspectivas, acreditamos que um maior foco nas pesquisas que promovam o desenvolvimento de softwares e/ou aplicativos móveis para usos na agricultura permitirão melhorias e avanços em diversas áreas da agricultura, contribuindo positivamente para a vida do agricultor, e reduzindo o desperdício de alimentos, com aumento da produtividade rural.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT).

6. REFERÊNCIAS

ADAMA, A.; PEI-EE, K.; SAHARI, N.; TIDA, A.; SHANG, C. Y.; TAWIE, K. M.; KAMARUDIN, S.; MOHAMAD, H. Dr. LADA: Diagnosing Black Pepper Pest and Diseases with Decision Tree. **International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology**, v. 8, n. 4-2, p. 1584-1590, 2018.

DANY A.E.P.; SHUMING X. Agriculture Monitoring System Using Smart and Innovative Farming: A Real-Time Study. **International Journal of Scientific & Technology Research**, v. 8, n. 12, p. 1214-1219, 2019.

DUBEY, A.; SHANMUGASUDARAM., M. Agricultural Plant Disease Detection and Identification. **International Journal of Electrical Engineering and Technology**, v. 11, n. 3, p. 354-363, 2020.

EMBRAPA. **Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 212p.

EMERA, I.; SANDOR, M. Creation of farmers' awareness on Fall Armyworms pest detection at early stage in Rwanda using Deep Learning. In: **8th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)**, p. 538-541, 2019.

JAGUEY, J. G.; VILLA-MEDINA, J. F.; LÓPEZ-GUZMÁN, A.; PORTA-GÁNDARA, M. Á. Smartphone Irrigation Sensor. **IEEE Sensors Journal**, v. 15, n. 9, p. 5122-5127, 2015.

ISLAM, M. A.; ISLAM, M. S.; HOSSEN, M. S.; EMON, M. U.; KEYA, M. S.; HABIB, A. Machine Learning based Image Classification of Papaya Disease Recognition. In: **4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)**, p.1353-1360, 2020.

LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, Sustentabilidade e Tecnologia. **Agroanalysis**, v. 32, n. 02, p. 27-34, 2012.

- LAAMRANI, A.; LARA, R. P.; BERG, A. A.; BRANSON, D.; JOOSSE, P. Using a mobile device “app” and proximal remote sensing technologies to assess soil cover fractions on agricultural fields. **Sensors**, v. 18, n. 3, p. 708, 2018.
- LU, J.; HU, J.; ZHAO, G.; MEI, F.; ZHANG, C. An in-field automatic wheat disease diagnosis system. **Computers and electronics in agriculture**, v. 142, p. 369-379, 2017.
- LIMA, A. F.; SILVA, E. G. de A.; IWATA, B. de F. Agriculturas e agricultura familiar no Brasil: uma revisão de literatura. **Retratos de Assentamentos**, v. 22, n. 1, p. 50-68, 2019.
- MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agricultura Digital. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 2, n. 1, p. 72-88, 2016.
- MAHMUD, I.; NAFI, N. A. An approach of cost-effective automatic irrigation and soil testing system. **Emerging Technology in Computing, Communication and Electronics**, p. 1-5, 2020.
- MOTIA, S.; REDDY, S. Conceptual Framework of a Prototype Data Driven Decision Support System for Farmland Health Assessment using Wireless Sensor Network. **In: 9^a Annual Conference on Information Technology, Electromechanical and Microelectronic Engineering (IEMECON)**, p. 215-222, 2019.
- PÉREZ-CASTRO, A.; SÁNCHEZ-MOLINA, J. A.; CASTILLA, M.; SÁNCHEZ-MORENO, J.; MORENO-ÚBEDA, J.C.; MAGÁN, J.J. cFertigUAL: A fertigation management app for greenhouse vegetable crops. **Agricultural water management**, v. 183, p. 186-193, 2017.
- PATROO, L.; THACOOREE, K.; MUNGUR, A. A Smart Precision Irrigation and Monitoring System. **In: Conferência Internacional sobre Tendências Emergentes em Engenharia Elétrica, Eletrônica e De Comunicações**, v. 561, p. 105-114, 2019.
- PERAKA, S.; SUDHEER, R.; RAO, B. N.; TEJA, A. R.; KUMAR, E. N. Smart Irrigation based on Crops using IoT. **In: IEEE 15th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)**, p. 611-616, 2020.
- SHYLAJA S. N.; VEENA M. B. Real-Time Monitoring of Soil Nutrient Analysis using WSN. **In: International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)**, IEEE, p. 3059-3062, 2017.
- SAMONTE, M. J. C.; SIGNO, E. P. E.; GAYOMALI, R. J. M.; REY, W. P.; SERRANO, E. A. PHYTO: An IoT urban gardening mobile app. **In: Proceedings of the 2019 2nd International Conference on Information Science and Systems**, p. 135-139, 2019.
- SAVLA, D. V.; PARAB, A. N.; KEKRE, K. Y.; GALA, J. P.; RAMCHANDRA, S.; SONAWANE, P. A. Virtual Farmer: Real Time Crop Forecast and Automatic Irrigation System. **In: 11^a International Conference on Computer, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)**, p. 1-5, 2020.

SINGH, K. K. An Artificial Intelligence and Cloud Based Collaborative Platform for Plant Disease Identification, Tracking and Forecasting for Farmers. **In: 2018 IEEE International Conference on Cloud Computing in Emerging Markets (CCEM)**, p. 49-56, 2018.

USMAN, A.; VERMA, N. K. Internet of Things (IoT): A Relief for Indian Farmers (Stage II). **In: IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)**, p. 1-6, 2018.

WAKHARE, P. B.; SONAWANE, G. S.; NEDUNCHELIYAN, S. Automatic Irrigation System Based on Internet of Things for Crop Yield Prediction. **In: International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI)**, p. 129-132, 2020.

XIA, D.; YU, Z.; CHENG, A.; TANG, L.; SHI, M. Development and Application of Silkworm Disease Recognition System Based on Mobile App. *In: International Conference on image and Graphics (ICIG)*, v. 11902, p. 471-482, 2019.

YANG, M.; LI, D.; CHEN, M.; BOURAS, A.; TANG, Y.; YU, X. The Implementation of a Crop Diseases APP Based on Deep Transfer Learning. **In: 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD)**, p. 22-28, 2020.