

Patentes de Aplicativos Móveis Acerca do Uso de Agrotóxicos e da Saúde do Trabalhador Rural: uma prospecção científica e tecnológica

Mobile Application Patents About the Use of Pesticides and Rural Worker Health: a scientific and technological prospection

Renan Macêdo da Silva¹

Tatiane Luciano Balliano¹

Guilherme Benjamin Brandão Pitta²

Karol Fireman de Farias¹

¹Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil

²Universidade Estadual de Ciências da Saúde, Maceió, AL, Brasil

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo identificar a produção científica e tecnológica relacionada aos aplicativos móveis acerca do uso de agrotóxicos e saúde do trabalhador rural. As buscas foram realizadas nas bases de dados WIPO, EPO/Espacenet, INPI, Web of Science, Science Direct, Scopus, CAPES e SciELO, utilizando as palavras-chave: agrotóxico, pesticida, “aplicativo móvel”, “trabalhador rural”, saúde, consulta e prevenção. Foram encontrados 298 artigos científicos, destes, 12 foram incluídos neste estudo. Em relação às patentes, foram localizados 185 registros, dos quais, seis se tratavam de aplicativos móveis, porém, nenhum possuía relação direta com o tema específico. Assim, com base na análise dos resultados, foi possível observar que a maioria das produções relacionadas ao tema era de artigos científicos, evidenciando uma lacuna nessa área tecnológica.

Palavras-chave: *Softwares*. Ciência e Tecnologia. Saúde da População Rural.

Abstract

The present work aims to identify the scientific and technological production related to mobile applications about the use of pesticides and the health of rural workers. The searches were carried out in the WIPO, EPO/Espacenet, INPI, Web of Science, Science Direct, Scopus, CAPES and SciELO databases, using the keywords: pesticide, pesticide, “mobile application”, “rural worker”, health, consultation and prevention. A total of 298 scientific articles were found, of which 12 were included in this study. Regarding patents, 185 records were located, of which 6 were mobile applications, however, none had a direct relationship with the specific topic. Thus, based on the analysis of the results, it was possible to observe that most of the productions related to the theme were scientific articles, evidencing a gap in this technological area.

Keywords: *Softwares*. Science and Technology. Health of the Rural Population.

Área Tecnológica: Inovação e Tecnologia.



1 Introdução

Desde 2008, o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Seu importante papel na economia do setor agropecuário e a influência desse setor no âmbito político impulsionaram a liberação e a comercialização de cerca de 450 produtos, no entanto, parte ainda é proibida em vários países (SIQUEIRA; KRUSE, 2008; INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2019). Aprovado em junho de 2019, por meio da Resolução-RE n. 2.080 – Anvisa, o novo marco regulatório para agrotóxicos utilizou como base para a mudança o Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS), estendendo as categorias de classificação de agrotóxicos existentes no Brasil de quatro para cinco, além de adicionar uma categoria denominada como “Não Classificado”, contendo produtos de danos muito baixos, além de determinar um sistema de listas com cores que facilitam a compreensão da periculosidade do agrotóxico (ANVISA, 2019).

Os agrotóxicos, também conhecidos como pesticidas, estão presentes em vários segmentos econômicos e setores de produção, no armazenamento, no beneficiamento de produtos agrícolas, de diversos ecossistemas e também em ambientes urbanos e industriais. Essas substâncias são utilizadas na rotina agrícola com o objetivo de combater o ataque de seres vivos nocivos às lavouras, tendo como principais consequências a modificação da fauna e da flora, além dos danos à saúde humana (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

No ano de 2016, o uso de agrotóxicos no Brasil gerou um custo de R\$ 33.273 milhões, cujas principais lavouras responsáveis por esses gastos foram soja (56%), milho (10%), cana-de-açúcar (10%), algodão herbáceo (5%), café (3%) e outros (17%) (IPEA, 2019). Além disso, o amplo uso dessas substâncias ultrapassa o âmbito econômico, haja vista que os múltiplos componentes dos agrotóxicos têm sido detectados em alimentos, leite materno e no próprio sangue humano, estando envolvidos no aumento do risco de desenvolvimento de doenças mentais, reprodutivas, congênitas e diversos tipos de cânceres (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020; SIQUEIRA; KRUSE, 2008).

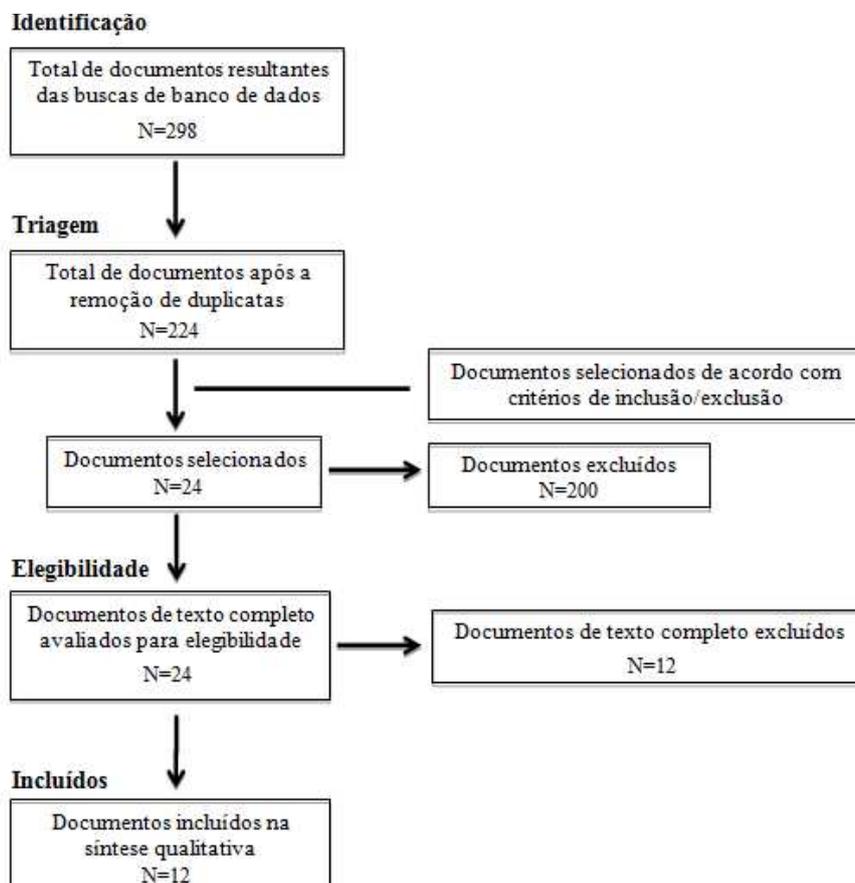
Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 370.000 mortes ocorrem por ano devido à ingestão indeliberada de pesticidas, consequência da liberação irrestrita de agrotóxicos altamente tóxicos e de contaminação do ambiente (OMS, 2016). Diante dos inúmeros riscos expostos, se faz necessária a introdução de novas tecnologias, como os sistemas mHealth, a fim de reduzir os danos à saúde humana causados por esse empecilho, que se configura como um problema de saúde pública. O mHealth, abreviação para Mobile Health, que significa saúde móvel, refere-se a um meio para prática de saúde utilizando dispositivos móveis para tratamento de pacientes de forma remota. A aplicação do mHealth desde o seu surgimento vem ganhando força na área da saúde, projeta-se que, em poucos anos, o mHealth esteja presente em grande parte do mercado levando soluções para diversos problemas e enfermidades (ISTEPANIAN; LAXMINARAYAN; PATTICHIS, 2007).

A rapidez no atendimento fornecido pelas soluções mHealth é um fator determinante na preservação de vidas. Esse tipo de instrumento promove a prática de saúde de forma ágil e com dados confiáveis. O mHealth tem grandes perspectivas de evolução nas mais variadas áreas da saúde, com ampla disseminação de dispositivos móveis entre a população. Esse meio de promoção da saúde tem diversas aplicações as quais seus benefícios podem ser perpetuados (ISTEPANIAN; LAXMINARAYAN; PATTICHIS, 2007). Assim, o presente trabalho tem por objetivo identificar a produção científica e tecnológica relacionada aos aplicativos móveis acerca do uso de agrotóxicos e saúde do trabalhador rural.

2 Metodologia

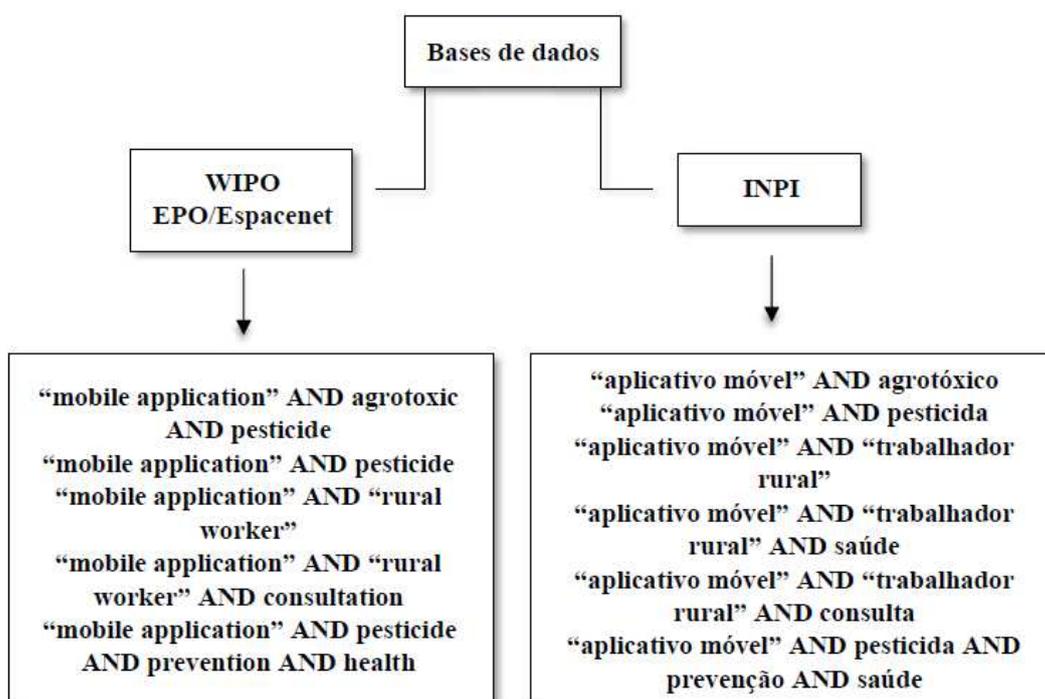
Trata-se de uma prospecção científica e tecnológica realizada utilizando metodologia sistemática. Os artigos científicos foram encontrados por meio das seguintes bases de dados: Web of Science, Science Direct, Scopus, Portal de Periódicos da CAPES e SciELO (Figura 1). As patentes foram localizadas por meio de busca no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), World Intellectual Property Organization (WIPO) e European Patent Office (EPO/ Espacenet) (Figura 2). Foram realizadas também buscas na PlayStore, a fim de localizar aplicativos móveis que não possuíam registro nas bases de patentes. As buscas foram realizadas em agosto de 2020, utilizando os operadores booleanos AND e OR, e as palavras-chave: agrotóxico, pesticida, “aplicativo móvel”, “trabalhador rural”, saúde, consulta, prevenção e os respectivos termos em inglês e seus sinônimos. Os critérios de inclusão foram artigos e patentes relacionados à aplicativos móveis acerca do uso de agrotóxicos e saúde do trabalhador rural. Não foram feitas restrições em relação ao idioma ou ao período de publicação dos artigos e patentes. Foram excluídos artigos duplicados, não disponibilizados na íntegra e que não tinham relação com o objetivo deste trabalho. Os artigos selecionados tiveram os seguintes dados extraídos para caracterização dos estudos: autor, ano de publicação, país do estudo, título e objetivo principal. As patentes inseridas tiveram os seguintes dados extraídos: inventores, ano de publicação, país, Classificação Internacional de Patentes (CIP) e requerentes. Para organização dos dados, foi utilizado o Microsoft Office Excel 2010; para análise dos dados e produção dos gráficos, foi utilizado o *software* GraphPad Prism® (versão 7.0).

Figura 1 – Metodologia utilizada para seleção dos artigos científicos



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Figura 2 – Metodologia utilizada para busca das patentes



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

3 Resultados e Discussão

De acordo com a Tabela 1, foram encontrados 298 documentos, sobressaindo-se o banco de dados Science Direct com 162 artigos, seguido pela Scopus, cujo resultado foi 76 documentos. Por meio da estratégia de busca “mobile application” AND pesticide”, foi obtido o maior número de resultados (N=245), sendo 159 na Science Direct, nove na Web of Science, 36 na Scopus e 41 na CAPES.

Tabela 1 – Número de artigos científicos encontrados nas bases de dados de acordo com a estratégia de busca

ESTRATÉGIA DE BUSCA	ARTIGOS CIENTÍFICOS				
	BASES DE DADOS				
	SCIENCE DIRECT	WEB OF SCIENCE	SCIELO	SCOPUS	CAPES
“aplicativo móvel” AND agrotóxico	0	0	0	0	0
“mobile application” AND agrotoxic	1	0	0	0	0
“aplicativo móvel” AND pesticida	0	0	0	0	0
“mobile application” AND pesticide	159	9	0	36	41
“aplicativo móvel” AND “trabalhador rural”	0	0	0	0	0
“mobile application” AND “rural worker”	2	0	0	0	0

ARTIGOS CIENTÍFICOS					
ESTRATÉGIA DE BUSCA	BASES DE DADOS				
	SCIENCE DIRECT	WEB OF SCIENCE	SCIELO	SCOPUS	CAPES
“aplicativo móvel” AND “trabalhador rural” AND saúde	0	0	0	0	0
“mobile application” AND “rural worker” AND health	0	0	0	1	0
“aplicativo móvel” AND “trabalhador rural” AND consulta	0	0	0	0	0
“mobile application” AND “rural worker” AND consultation	0	0	0	1	0
“aplicativo móvel” AND pesticida AND prevenção AND saúde	0	0	0	0	0
“mobile application” AND pesticide AND prevention AND health	0	9	1	38	0
TOTAL	162	18	1	76	41

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Em relação aos documentos de patentes de aplicativos móveis, foram encontrados 185 resultados, todos concentrados na base de dados EPO/Espacenet e localizados por meio da estratégia de busca ““mobile application” AND pesticide” (Tabela 2), dos quais, apenas seis eram referentes a aplicativos móveis. Não foram encontrados resultados em nenhuma das bases de patentes quando utilizados termos de busca em português. Com base na análise dos resultados, foi possível observar que a maior parte das produções relacionadas ao tema tratava-se de artigos científicos, havendo uma carência de patentes relacionadas a essa área temática. Na PlayStore não foram encontrados aplicativos móveis com foco na temática.

Tabela 2 – Número de patentes encontradas nas bases de dados de acordo com a estratégia de busca

PATENTES			
ESTRATÉGIA DE BUSCA	BASES DE DADOS		
	WIPO	EPO/ESPACENET	INPI
“aplicativo móvel” AND agrotóxico	0	0	0
“mobile application” AND agrotóxico	0	0	0
“aplicativo móvel” AND pesticida	0	0	0
“mobile application” AND pesticide	0	185	0
“aplicativo móvel” AND “trabalhador rural”	0	0	0
“mobile application” AND “rural worker”	0	0	0
“aplicativo móvel” AND “trabalhador rural” AND saúde	0	0	0

ESTRATÉGIA DE BUSCA	PATENTES		
	BASES DE DADOS		
	WIPO	EPO/ESPACENET	INPI
"mobile application" AND "rural worker" AND health	0	0	0
"aplicativo móvel" AND "trabalhador rural" AND consulta	0	0	0
"mobile application" AND "rural worker" AND consultation	0	0	0
"aplicativo móvel" AND pesticida AND prevenção AND saúde	0	0	0
"mobile application" AND pesticide AND prevention AND health	0	0	0
TOTAL	0	185	0

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Dos 298 artigos encontrados, 74 eram referentes a duplicatas, as quais foram removidas, restando 224 documentos. Após leitura do título e do resumo, foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão 24 artigos, dos quais, 12 foram excluídos após leitura na íntegra. Ao total, 12 documentos foram incluídos na síntese qualitativa para composição deste estudo, dos quais, todos foram classificados como artigos de pesquisas originais pelos respectivos periódicos. Estes foram publicados em periódicos, como a *Procedia Technology*, o *Journal of Occupational and Environmental Medicine* e a *BMC Medical Informatics and Decision Making*, e em conferências, como a *MEDES: Management of Emergent Digital EcoSystems*, a *International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON)* e a *International Conference on Computational Science and Engineering*.

Em relação ao ano de publicação, foi possível observar que os artigos se concentraram em sua maioria nos anos de 2019 (N=3) e 2013 (N=3). Ao avaliar os países em que os estudos foram realizados, nota-se uma maior distribuição das pesquisas voltadas para essa temática nos Estados Unidos (N=3) e Canadá (N=2). Essa predominância de publicações provenientes de países norte-americanos, como os Estados Unidos, pode estar relacionada ao fato de este ser um dos líderes em inovação e pesquisa no mundo (NATIONAL SCIENCE BOARD, 2018). Além disso, esse país é caracterizado como uma grande potência agrícola no cenário mundial, cuja produção advém, principalmente da agricultura familiar de médio e grande porte (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2016), fator este que pode influenciar na preocupação em relação à saúde dos trabalhadores rurais expostos a pesticidas.

Apesar de ser um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018), o Brasil aparece na lista de artigos selecionados com apenas uma publicação, a qual se refere a um aplicativo móvel cujo objetivo é medir a qualidade de máquinas de pulverização de controle de pragas por meio da análise de imagem (MACHADO *et al.*, 2018). Tal fato pode estar associado ao desinteresse no desenvolvimento de pesquisas voltadas para a produção de ferramentas tecnológicas que visem prevenir ou diminuir os impactos nocivos do

uso desses compostos, especialmente para a saúde de quem os manipula, o que demonstra a negligência diante da problemática.

As publicações identificadas descrevem ou avaliam sistemas de aplicativos móveis desenvolvidos acerca de informações sobre rótulos de pesticidas com foco na saúde e na segurança do trabalhador (GALVIN *et al.*, 2020), atendimento às necessidades de horticultores amadores até a indústria agrícola e o uso de produtos químicos (WANG *et al.*, 2019), avaliação da diretriz de notificação de pesticidas (KABANDA; ROTHER, 2019), automonitoramento da saúde e ambiente de trabalho (JAIME CARO *et al.*, 2019), medição da qualidade de máquinas de pulverização de controle de pragas por meio de análise de imagem (MACHADO *et al.*, 2018), pré-inspeção de equipamentos de tratamento fitossanitário (GUANTER *et al.*, 2015), provisão e uso relatado de EPI por trabalhadores agrícolas imigrantes mexicanos (SNIPES *et al.*, 2015), identificação e triagem de compostos e grupos funcionais de 62 pesticidas comumente utilizados no estado de Delaware, por meio da construção de um banco de dados (D'SOUZA; BARILE; GIVENS, 2015), informações sobre cultivo de vegetais (AGGARWAL; KAUSHIK; SENGAR, 2014), sugestão e análise de tarefas agrícolas, como o uso de fertilizantes e de pesticidas, a fim de melhorar o cultivo (LIOPA-TSAKALIDI; TSOLIS; PANTELIS, 2013) e orientações sobre o uso de pesticidas (LOMOTÉY *et al.*, 2013a; 2013b).

Quanto ao desenvolvimento dos aplicativos móveis, foram utilizadas aplicações nativas ou multiplataformas, possibilitando o uso em diferentes sistemas operacionais. Para o desenvolvimento de plataformas nativas, são utilizados sistemas operacionais próprios, enquanto para aplicações multiplataformas podem ser usados *frameworks*, como o Qt, permitindo, assim, sua execução em diferentes ambientes e aumentando as possibilidades de uso pelos mais diversos usuários (SILVA; SANTOS, 2014; THE QT COMPANY LTD, 2015).

Nos artigos selecionados, foram observados o uso das seguintes tecnologias: Wang *et al.* (2019) desenvolveram um aplicativo iOS por meio de modelos de aprendizado de máquina criados com o *framework* Core ML da Apple; Machado *et al.* (2018) utilizaram a metodologia DropLeaf, baseada na técnica de processamento de imagem construída em um aplicativo móvel que funciona em celulares convencionais; Aggarwal, Kaushik e Sengar (2014) desenvolveram o aplicativo móvel utilizando o sistema Android e a linguagem de programação Java no ambiente Eclipse Juno integrado ao plugin ADT; Guanter *et al.* (2015) usaram a linguagem Java e o *kit* de desenvolvimento de *software* Android Studio; Galvin *et al.* (2020) utilizaram a prototipagem rápida para desenvolvimento do aplicativo através do Ionic, que interage com uma base de dados SQLite relacional para uso no Android; D'Souza, Barile e Givens (2015) empregaram a plataforma Appery.io™, que é um construtor de aplicativos móveis híbridos que usa HTML5 baseado em nuvem e jQuery Mobile para tornar o aplicativo compatível com todos os smartphones Android, iOS e Windows; Lomotey *et al.* (2013a) fizeram uso do jQuerymobile, CSS e JavaScript para desenvolvimento do padrão *mobile web* e implementação da estrutura SQLite para armazenamento cache no celular; Liopa-Tsakalidi, Tsolis e Pantelis (2013) desenvolveram um aplicativo móvel para Apple iOS, Google's Android e Windows 8; Lomotey *et al.* (2013b) realizaram o desenvolvimento do aplicativo através da linguagem de programação Erlang e a implementação por meio do HTML5, auxiliando na implantação do aplicativo em diferentes dispositivos, como o BlackBerry Playbook, o iPad3 e o Asus Transformer.

Ao analisar os estudos de Snipes *et al.* (2015) e de Kabanda e Rother (2019), não foi possível identificar as ferramentas empregadas no desenvolvimento do aplicativo móvel, visto que a

publicação se trata da descrição dos resultados identificados durante o teste com o público-alvo. Também não foram especificadas as tecnologias utilizadas por Jaime Caro *et al.* (2019) para a criação do app móvel.

Tabela 3 – Artigos científicos incluídos no estudo

AUTOR	ANO	PAÍS	TÍTULO	OBJETIVO PRINCIPAL
Galvin, K. <i>et al.</i>	2020	Estados Unidos	Bridging Safety Language Disparities in Orchards: A Pesticide Label Mobile App	Identificar a viabilidade de um aplicativo móvel que exibe informações do rótulo de pesticidas em espanhol e em inglês para lidar com as disparidades de segurança e de saúde para trabalhadores de pomar.
Wang, K. Y. <i>et al.</i>	2019	Austrália	A Mobile Application for Tree Classification and Canopy Calculation using Machine Learning	Apresentar uma nova aplicação de aprendizado de máquina por meio de um aplicativo móvel que é usado para atender às necessidades de horticultores amadores até a indústria agrícola e o uso de produtos químicos, por exemplo, pesticidas, a serem usados em suas safras, de acordo com o tamanho de suas árvores frutíferas.
Kabanda, S.; Rother, H. A.	2019	África do Sul	Evaluating a South African mobile application for healthcare professionals to improve diagnosis and notification of pesticide poisonings	Avaliar a Diretriz de Notificação de Pesticidas (PNG) presente no aplicativo móvel de orientação médica “EM Guidance”.
Jaime Caro, D. L. <i>et al.</i>	2019	Filipinas	Monitoring Application for Farmer Pesticide Use	Descrever um aplicativo móvel no qual os agricultores podem monitorar sua saúde pessoal e ambiente de trabalho, principalmente o uso de pesticidas. Profissionais médicos e formuladores de políticas podem usar os dados para obter um vislumbre dos efeitos do uso de produtos químicos na saúde de nossos agricultores.
Machado, B. B. <i>et al.</i>	2018	Brasil	A smartphone application to measure the quality of pest control spraying machines via image analysis	Avaliar experimentalmente uma nova metodologia baseada no uso de um aplicativo móvel baseado em smartphone, denominado DropLeaf. Experimentos realizados com o DropLeaf mostraram que, além de sua versatilidade, ele pode prever com alta precisão a pulverização de pesticidas.
Guanter, J. M. <i>et al.</i>	2015	Espanha	Aplicación Móvil para la Pre-Inspección de equipos de Tratamientos Fitosanitarios	Descrever um aplicativo móvel gratuito para autoavaliação que permite ao proprietário ou técnico agrícola verificar o estado do pulverizador antes da inspeção.
Snipes, S. A. <i>et al.</i>	2015	Estados Unidos	Provision increases reported PPE use for mexican immigrant farmworkers: An mhealth pilot study	Avaliar o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) durante a exposição a pesticidas, por meio de um aplicativo móvel.

AUTOR	ANO	PAÍS	TÍTULO	OBJETIVO PRINCIPAL
D'Souza, M. J.; Barile, B.; Givens, A. F.	2015	Estados Unidos	Evolution of a Structure-Searchable Database into a Prototype for a High-Fidelity SmartPhone App for 62 Common Pesticides Used in Delaware	Descrever um aplicativo móvel para smartphones que exibe o banco de dados de pesticidas usando Appery.io (TM), um HyperText Markup Language (HTML5) baseado em nuvem, construtor de aplicativos jQuery Mobile e Hybrid Mobile.
Aggarwal, M.; Kaushik, A.; Sengar	2014	Índia	Agro App: An Application for Healthy Living	Apresentar um aplicativo móvel construído para atualizar os agricultores com informações relacionadas à cultura de vegetais, pesticidas, inseticidas, setor financeiro, etc. Ele fornece informações detalhadas sobre qual cultura cultivar em qual estação e qual cultura é adequada para aquela área específica em que o agricultor está vivendo.
Liopa-Tsakalidi, A.; Tsolis, D.; Pantelis, B.	2013	Grécia	Application of Mobile Technologies through an Integrated Management System for Agricultural Production	Descrever um aplicativo que analisa todas as tarefas possíveis que um agricultor realiza no campo, desde a aração do solo, fertilização e uso de herbicidas, até a rastreabilidade dos produtos agrícolas.
Lomotey, R. K. <i>et al.</i>	2013	Canadá	Web Services Mobile Application for Geographically Dispersed Crop Farmers	Apresentar um aplicativo móvel denominado MobiCrop que auxilia os agricultores na aplicação de pesticidas.
Lomotey, R. K. <i>et al.</i>	2013	Canadá	Distributed mobile application for crop farmers	Descrever um aplicativo móvel implantado para ajudar os agricultores a tomar decisões oportunas sobre a aplicação de pesticidas (ou seja, quais pesticidas aplicar, quando, onde e como aplicá-los).

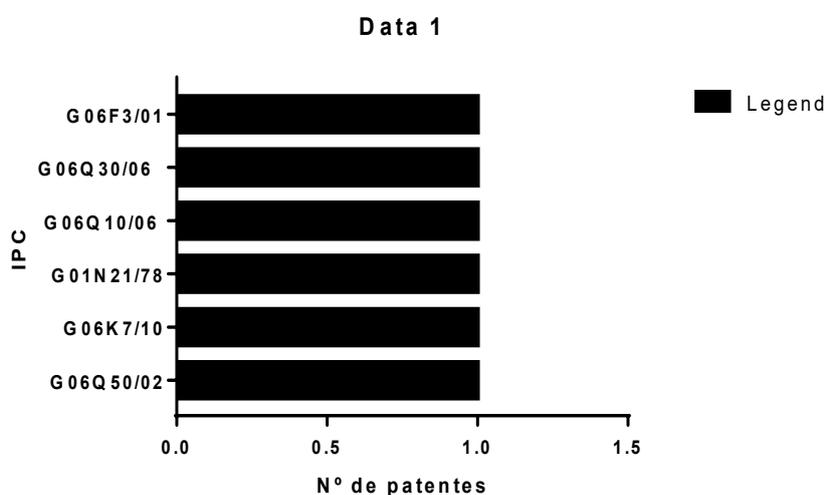
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Durante as buscas, foram encontrados 185 registros de patentes, dos quais, seis se tratavam de aplicativos móveis, porém nenhum dos documentos encontrados apresentou pertinência ao tema abordado neste trabalho. As patentes encontradas tratavam de assuntos como sistemas para melhoria do suporte de decisões para o controle de peste na proteção de saúde ambiental, controle e monitoramento da segurança sanitária das plantas de um sistema aquapônico, fornecimento de mapa de segurança alimentar, agricultura e irrigação inteligente baseadas em Internet das Coisas e distribuição de produtos agrícolas.

Ao analisar os documentos encontrados quanto à Classificação Internacional de Patentes (CIP), foi possível observar que a principal seção observada foi a G – Física (N=6), com as classes G01 – Medição; Teste (N=1) e G06 – Cômputo; Cálculo ou contagem (N=5). Os principais códigos encontrados foram G06Q50/02 (Sistemas ou métodos especialmente adaptados para setores de negócios específicos, agricultura, pescaria, mineração), G06K7/10 (Métodos ou arranjos para detectar portadores de registro por radiação eletromagnética, por exemplo, detecção óptica, por radiação corpuscular), G01N21/78 (Investigar ou analisar materiais pelo

uso de meios ópticos, ou seja, usando luz infravermelha, visível ou ultravioleta produzindo uma mudança de cor), G06Q10/06 (Administração, gestão, recursos, fluxos de trabalho, gestão humana ou de projeto, por exemplo, organização, planejamento, programação ou alocação de tempo, recursos humanos ou de máquina, planejamento empresarial, modelos organizacionais), G06Q30/06 (Comércio, por exemplo, compras ou comércio eletrônico, operações de compra, venda ou leasing) e G06F3/01 (Arranjos de entrada ou arranjos combinados de entrada e saída para interação entre o usuário e o computador) (Gráfico 1). Esse fenômeno pode estar relacionado à falta de investimento no campo da inovação e da tecnologia voltada para a análise e o combate aos riscos ocasionados pelo uso de agrotóxicos, principalmente pelos trabalhadores rurais (DUTRA; SOUZA, 2017).

Gráfico 1 – Principais códigos das patentes encontradas de acordo com a Classificação Internacional de Patentes

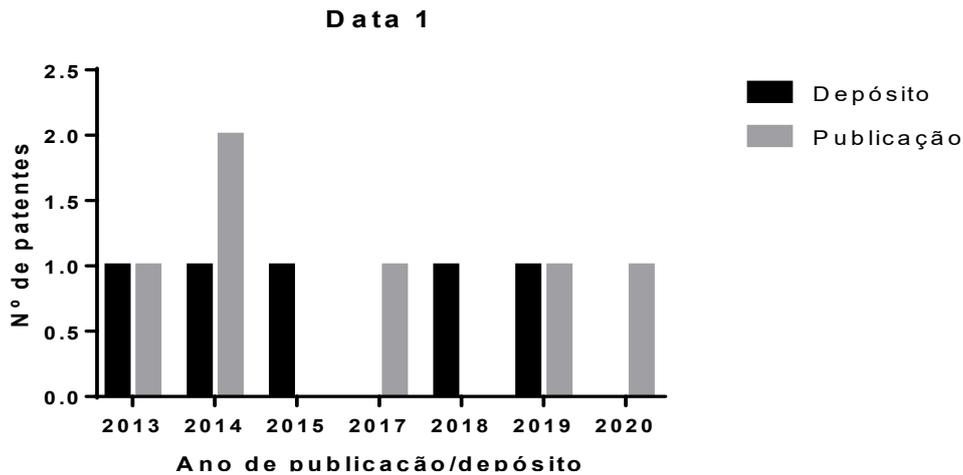


Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2020)

Foram observados depósitos e publicações entre os anos de 2013 e 2020, mantendo-se o número de depósitos constante. Em relação à data de publicação, sobressaiu-se o ano de 2014, com duas patentes publicadas (Gráfico 2). Com base nos dados, pode-se observar que essa área vem sendo pouco explorada ao longo dos anos, apesar dos altos níveis de exposição ocupacional aos agrotóxicos (MOURA *et al.*, 2020).

Esse tema é relevante por razões de saúde pública, meio ambiente e sustentabilidade da produção agrícola, especialmente em função do elevado crescimento da produção agrícola e do uso de agrotóxicos no país desde o início dos anos 1990. Trata-se, ainda, de tema que ganhou especial relevância em período recente em função de Projetos de Lei (PLs), que, caso aprovados, alterariam os níveis de restrição na regulação de pesticidas. Enquanto alguns setores apontam a redução de custos e o aumento da produtividade que decorreriam de um ambiente menos regulado, outros enfatizam as externalidades negativas de regulações menos restritas, especialmente danos ambientais, à saúde pública e às exportações para mercados fortemente regulados. Críticas provêm, sobretudo, de grupos de cientistas, Organizações não Governamentais (ONGs) e segmentos do governo, especialmente técnicos das áreas ambiental e de saúde pública.

Gráfico 2 – Número de depósitos e publicações de patentes encontradas na EPO/Espacenet

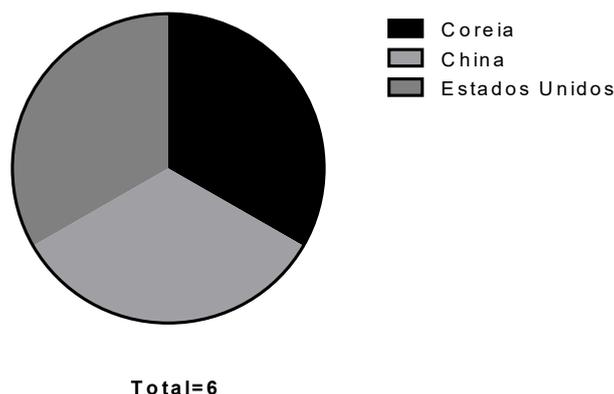


Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2020)

Outro parâmetro analisado foi o número de patentes depositadas por cada país, pode-se observar que Coreia (N=2), China (N=2) e Estados Unidos (N=2) tiveram o mesmo número de depósitos de patentes (Gráfico 3). Esses países são grandes potências mundiais e possuem um alto nível de tecnologia agrícola. Ainda que o Brasil ocupe um papel de destaque no mercado agropecuário, nenhuma das patentes é advinda do País (BESSI *et al.*, 2013). Em contrapartida, até o ano de 2016, foram registrados 45.074 pedidos de patentes referentes à defensivos agrícolas (SCHUMACHER; ANTUNES; RODRIGUES, 2016).

Segundo o Instituto de Estatísticas da Unesco (2019), os Estados Unidos destinam anualmente cerca de US\$ 476,5 bilhões (2,7% do PIB) para Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), cujo valor divide-se entre o setor de negócios que recebe US\$ 340,7 bilhões, governo com US\$ 54,1 bilhões, universidades com US\$ 62,4 bilhões e o setor privado sem fins lucrativos com US\$ 19,3 bilhões. A China ocupa a segunda posição no *ranking* de países que mais investem em P&D, com US\$ 372,3 bilhões anuais (2% do PIB), destinando esse valor ao setor de negócios (US\$ 287,8 bilhões), ao governo (US\$ 58,8 bilhões) e às universidades (US\$ 25,7 bilhões). Em quinto lugar encontra-se a Coreia do Sul, em que são destinados anualmente US\$ 73,1 bilhões (4,3% PIB), divididos entre o setor de negócios (US\$ 57,2 bilhões), o governo (US\$ 8,2 bilhões), as universidades (US\$ 6,6 bilhões) e o setor privado sem fins lucrativos (US\$ 1,1 bilhões) (UNESCO INSTITUTE FOR STATISTICS, 2019).

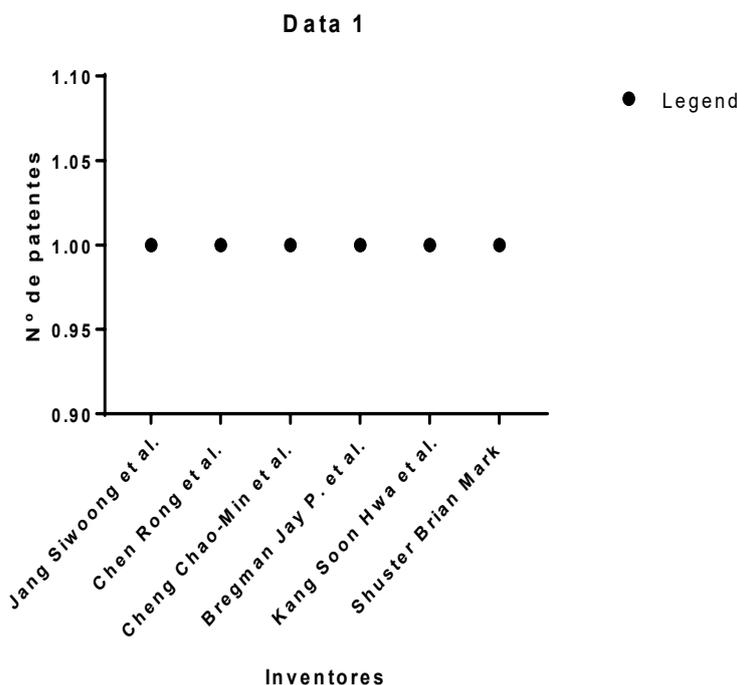
Gráfico 3 – Número de depósitos de patentes encontradas na EPO/Espacenet de acordo com o país



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2020)

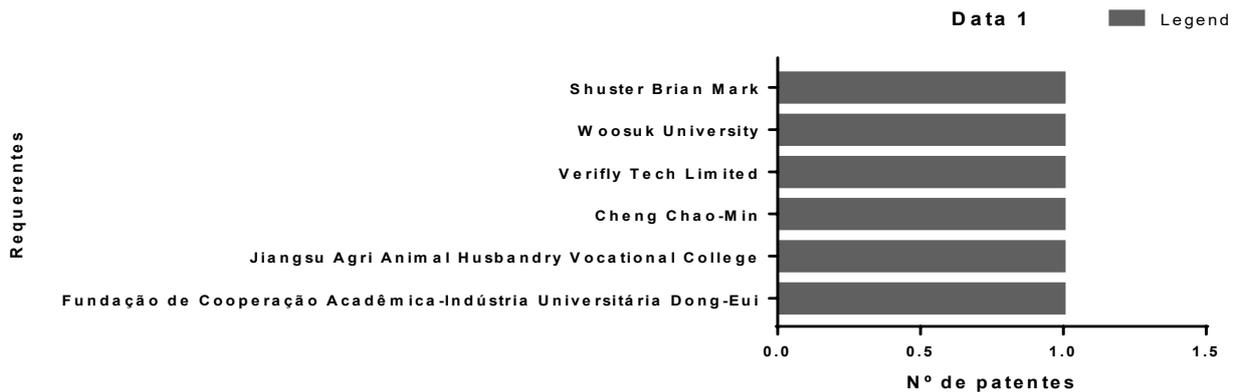
No Gráfico 4, estão apresentados os números de depósitos realizados pelos inventores Jang Siwoong *et al.* (N=1), Chen Rong *et al.* (N=1), Cheng Chao-Min *et al.* (N=1), Bregman Jay P. *et al.* (N=1), Kang Soon Hwa *et al.* (N=1) e Shuster Brian Mark (N=1). De acordo com a análise dos dados, é possível observar que todos os inventores das patentes depositadas são pessoas físicas e residentes em países com alto grau de investimento em inovação, o que reflete diretamente no número de pesquisadores nesses países, visto que a Coreia do Sul possui cerca de 6.826 pesquisadores por milhão de habitantes, seguida pelos Estados Unidos com aproximadamente 4.205 (milhão/hab.) e a China com cerca de 1.089 (milhão/hab.), ocupando posições de destaque no cenário mundial (UNESCO INSTITUTE FOR STATISTICS, 2019).

Gráfico 4 – Número de depósitos de patentes de acordo com os inventores



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2020)

Por meio dos dados do Gráfico 5, é possível observar que os requerentes das patentes depositadas se tratavam em maioria de instituições educacionais, destacando-se a Dong-Eui Academic Cooperation-University Industry Foundation (N=1), Jiangsu Agri Animal Husbandry Vocational College (N=1) e Woosuk University (N=1). Apenas um depósito foi realizado por uma empresa privada. Tal fato demonstra que, apesar de as empresas possuírem maior parte da atividade geral de patenteamento (VEER; JELL, 2012), não existe uma grande demanda de investimentos privados nesse setor específico. Sendo assim, é possível considerar, ainda, que as empresas se baseiam em questões como o retorno financeiro esperado ao patentear um produto (VEER; JELL, 2012).

Gráfico 5 – Número de depósitos de patentes por requerente na EPO/Espacenet

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Ainda em relação aos requerentes das patentes analisadas, foram realizados dois depósitos por inventores individuais. Observa-se que a geração de receita com licenciamento é um fator relevante para o requerimento de patentes por inventores individuais, aumentando também as chances de visibilidade para o seu trabalho e, conseqüentemente, atraindo um maior número de potenciais investidores e clientes (VEER; JELL, 2012). Nas universidades, as patentes também funcionam como fontes alternativas para captação de investimentos do setor privado, por meio de parcerias ou venda dos direitos de licenciamento das patentes que detêm (VEER; JELL, 2012).

4 Considerações Finais

Os resultados obtidos por meio deste estudo permitiram observar que as produções científicas e tecnológicas voltadas para o uso de aplicativos móveis com foco na saúde do trabalhador rural e no uso de agrotóxicos ainda são escassas, principalmente no que se refere às patentes e aos registros de *softwares*. Apesar disso, observa-se que o uso de sistemas mHealth apresenta um crescimento acelerado, especialmente pela facilidade de uso e de acesso, permitindo um alcance cada vez maior como método auxiliar na prevenção de doenças e no acompanhamento remoto dos pacientes.

Constata-se ainda que há uma concentração maior de estudos voltados para o desenvolvimento de aplicativos móveis com foco no trabalhador rural em países como os Estados Unidos, China e Coreia do Sul.

5 Perspectivas Futuras

Quanto às perspectivas futuras, espera-se um aumento no desenvolvimento desse tipo de tecnologia com foco na saúde do trabalhador rural, considerando-se a popularização dos sistemas mHealth e o crescente uso de pesticidas.

Referências

- AGGARWAL, M.; KAUSHIK, A.; SENGAR, A. Agro App: An application for healthy living. *In: 2014 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS (ISCON)*, Mathura, 2014. p. 30-32. **Anais [...]**. Mathura, 2014. Disponível em: 10.1109/ICISCON.2014.6965213. Acesso em: 10 nov. 2020.
- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Anvisa aprova novo marco regulatório para agrotóxicos**. Brasília, DF: Anvisa, 2019. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-aprova-novo-marco-regulatorio-para-agrotoxicos/219201. Acesso em: 12 ago. 2020.
- BESSI, N. *et al.* Informação tecnológica: mapeando documentos de patentes e organizações atuantes no desenvolvimento de instrumentação agropecuária. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 107-128, 17 jun. 2013. Disponível em: <http://www.periodicos.usp.br/incid/article/view/59104>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- D'SOUZA, M. J.; BARILE, B.; GIVENS, A. F. Evolution of a Structure-Searchable Database into a Prototype for a High-Fidelity SmartPhone App for 62 Common Pesticides Used in Delaware. **Int Conf Ind Instrum Control**, [s.l.], v. 2.015, p. 71-76, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4604753/>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. de. Impactos negativos do uso de agrotóxicos à saúde humana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, [s.l.], v. 13, n. 24, p. 127-140, 22 jun. 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/34540>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- EUROPEAN PATENT OFFICE. **[Base de dados – Internet]:** Base de Patentes. 2020. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/> Acesso em: 12 ago. 2020.
- GALVIN, K. *et al.* Bridging Safety Language Disparities in Orchards: A Pesticide Label Mobile App. **J Agromedicine**, [s.l.], Aug 1:1-9, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32744172/>. Acesso em: 11 ago. 2020.
- GUANTER, J. M. *et al.* Aplicación móvil para la pre-inspección de equipos de tratamientos fitosanitarios. *In: XV CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MALHERBOLOGÍA: LA MALHERBOLOGÍA Y LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA*. 2015, p. 487-495. **Anais [...]**. [S.l.], 2015. ISBN 978-84-608-2775-7. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6219792>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Agrotóxico**. 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/en/node/1909>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **[Base de dados – Internet]:** Base de Patentes. 2020. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>. Acesso em: 13 ago. 2020.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Classificação Internacional de Patentes**. Brasília, DF: INPI, 2020. Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20200101&symbol=none&menulang=en&lang=en&viewmode=f&fipcpc=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwidth=none&tree=no&searchmode=smart>. Acesso em: 13 ago. 2020.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Agrotóxicos no Brasil**: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória, Rio de Janeiro: IPEA, 2019. 84p.

ISTEPANIAN, R.; LAXMINARAYAN, S.; PATTICHIS, C. S. **M-health**: Emerging mobile health systems. Nova York: Springer Science & Business Media, 2007. 623p.

JAIME CARO, D. L. *et al.* Monitoring Application for Farmer Pesticide Use. In: 2019 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION, INTELLIGENCE, SYSTEMS AND APPLICATIONS (IISA), PATRAS, Greece, 2019. p. 1-3. **Anais [...]**. Greece, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8900734> Acesso em: 12 ago. 2020.

KABANDA, S.; ROTHER, H. A. Evaluating a South African mobile application for healthcare professionals to improve diagnosis and notification of pesticide poisonings. **BMC Med Inform Decis Mak.**, [s.l.], v. 11, n. 19, p. 40, Mar. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30857525/> Acesso em: 11 ago. 2020.

LIOPA-TSAKALIDI, TSOLIS, D.; PANTELIS, B. A. Application of mobile technologies through an integrated management system for agricultural production. **Procedia Technology**, [s.l.], v. 8, p. 165-170, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017313000856>. Acesso em: 11 nov. 2020.

LOMOTÉY, Richard K. *et al.* Web services mobile application for geographically dispersed crop farmers. In: IEEE 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL SCIENCE AND ENGINEERING. IEEE, 2013. p. 151-158. **Anais [...]**. [S.l.], 2013a. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6755211>. Acesso em: 10 nov. 2020.

LOMOTÉY, Richard K. *et al.* Distributed mobile application for crop farmers. In: PROCEEDINGS OF THE FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF EMERGENT DIGITAL ECOSYSTEMS. 2013. p. 135-139. **Anais [...]**. [S.l.], 2013b. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2536146.2536174>. Acesso em: 11 nov. 2020.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sdeb/v42n117/0103-1104-sdeb-42-117-0518.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

MACHADO, B. B. *et al.* A smartphone application to measure the quality of pest control spraying machines via image analysis. In: SAC '18: PROCEEDINGS OF THE 33RD ANNUAL ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, 2018, p. 956-963, 2018. **Anais [...]**. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3167132.3167237>. Acesso em: 11 ago. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Agrotóxicos**. 2017. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigipeq/contaminantes-quimicos/agrotoxicos/>. Acesso em: 14 ago. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Produtos Agrotóxicos**. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/gestao-das-substancias-quimicas/produtos-agrot%C3%B3xicos.html/>. Acesso em: 12 ago. 2020.

MOURA, L. T. R. *et al.* Exposição ocupacional a agrotóxicos organofosforados e neoplasias hematológicas: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [s.l.], v. 23, p. e200022, 2020.

NATIONAL SCIENCE BOARD. **Science & Engineering Indicators 2018**. NSB, 2018. Disponível em: <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/nsb20181.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Poisoning Prevention and Management**. 2016. Disponível em: <https://www.who.int/ipcs/poisons/en/>. Acesso em: 13 ago. 2020.

RIBEIRO, A.; SILVA, R. **Survey on Cross-Platforms and Languages for Mobile Apps**. Eighth: International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. 2012. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6511821>. Acesso em: 15 nov. 2020.

SCHUMACHER, S. O. R.; ANTUNES, A. M. S.; RODRIGUES, R. C. Panorama dos depósitos de patentes de defensivos agrícolas no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 9, n. 4, p. 441-451, 2016. Disponível em: https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/17922/pdf_197. Acesso em: 16 ago. 2020.

SILVA, M. M.; SANTOS, M. T. P. Os paradigmas de desenvolvimento de aplicativos para aparelhos celulares. **Tecnologias, Infraestrutura e Software**, [s.l.], v. 3, n. 2, p.162-170, 2014. Disponível em: <http://www.revistatis.dc.ufscar.br/index.php/revista/article/view/86/0>. Acesso em: 18 out. 2020.

SIQUEIRA, S. L.; KRUSE, M. H. L. Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 584-590, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/reeusp/v42n3/v42n3a23.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.

SNIPES, S. A. *et al.* Provision Increases Reported PPE Use for Mexican Immigrant Farmworkers: An mHealth Pilot Study. **J Occup Environ Med.**, [s.l.], v. 57, n. 12, p. 1.343-1.346, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26641832/>. Acesso em: 12 ago. 2020.

THE QT COMPANY LTD. The Qt Framework. **QTCOM**, 2015. Disponível em: <https://www.qt.io/company>. Acesso em: 18 out. 2020.

UNESCO INSTITUTE FOR STATISTICS. **How much does your country invest in R&D?** 2019. Disponível em: <http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending/>. Acesso em: 14 nov. 2020.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Economic Information Bulletin Number 164. **USDA**, 2016. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/81408/eib-164.pdf?v=2123.7>. Acesso em: 10 out. 2020.

VEER, T. A. N.; JELL, F. Contributing to markets for technology? A comparison of patentfiling motives of individual inventors, small companies and universities. **Technovation, Forthcoming**, [s.l.], 2012. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1932609. Acesso em: 11 nov. 2020.

WANG, K. *et al.* A Mobile Application for Tree Classification and Canopy Calculation Using Machine Learning. In: 2019 IEEE 1ST INTERNATIONAL WORKSHOP ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR MOBILE (AI4MOBILE), Hangzhou, China, 2019, p. 1-6. **Anais [...]**. China, 2019. Disponível em: 10.1109/AI4Mobile.2019.8672699. Acesso em: 11 ago. 2020.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **[Base de dados – Internet]**: Base de Patentes. 2020. Disponível em: <https://www.wipo.int/patentscope/en/>. Acesso em: 13 ago. 2020.

Sobre os Autores

Renan Macêdo da Silva

E-mail: renan.macedo50@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6760-7101>

Bacharel em Ciência da Computação.

Endereço profissional: Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió, AL, CEP: 57072-970.

Tatiane Luciano Balliano

E-mail: tlb@qui.ufal.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2639-4592>

Doutora em Física Aplicada (Biomolecular).

Endereço profissional: Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió, AL, CEP: 57072-970.

Guilherme Benjamin Brandão Pitta

E-mail: guilhermebbpitta@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2790-2015>

Doutor em Medicina.

Endereço profissional: Rua Dr. Jorge de Lima, n. 113, Trapiche da Barra, Maceió, AL. CEP: 57010-300.

Karol Fireman de Farias

E-mail: karolfireman@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1352-2513>

Doutora em Biotecnologia em Saúde.

Endereço profissional: Av. Manoel Severino Barbosa, s/n, Bom Sucesso Arapiraca, AL. CEP: 57309-005.