

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Agrárias
Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais

RUTH RIBEIRO NAVES BARROS

**ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA – MITIGAÇÃO DO PROCESSO DE DERIVA NA
APLICAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE PULVERIZADORES NA ÁREA
AGRÍCOLA**

MONTES CLAROS

2023

RUTH RIBEIRO NAVES BARROS

**ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA – MITIGAÇÃO DO PROCESSO DE DERIVA NA
APLICAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE PULVERIZADORES NA ÁREA
AGRÍCOLA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais.

Orientador: Prof. Luciano Vieira Lima

MONTES CLAROS

2023

Barros, Ruth Ribeiro Naves.

B277a
2024 Análise cienciométrica - mitigação do processo de deriva na aplicação de diferentes tipos de pulverizadores na área agrícola [manuscrito] / Ruth Ribeiro Naves Barros. Montes Claros, 2023.
30 f. : il.

Monografia (especialização) - Área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador(a): Luciano Vieira Lima.

Banca examinadora: Dalton Rocha Pereira, Stanley Schettino, Luciano Vieira Lima.

Inclui referências: f. 27-30.

1. Agricultura – Teses. 2. Impacto ambiental – Teses. 3. Pulverização – Teses. I. Lima, Luciano Vieira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 632.9



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ESPECIALIZAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA - MITIGAÇÃO DO PROCESSO DE DERIVA NA APLICAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE PULVERIZADORES NA ÁREA AGRÍCOLA

RUTH RIBEIRO NAVES BARROS

Trabalho Final de Curso de Especialização (TFCE) submetido à Comissão de Avaliação designada pela Comissão de Coordenação do curso de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais.

TFCE aprovado em 05 de maio de 2023 pela comissão de avaliação constituída pelos membros:

Dalton Rocha Pereira
Avaliador - ICA/UFMG

Luciano Vieira Lima
Orientador - ICA/UFMG

Stanley Schettino
Avaliador - ICA/UFMG

Montes Claros, data da assinatura eletrônica.

Dalton Rocha Pereira
Coordenador de Pós-graduação *Lato Sensu*



Documento assinado eletronicamente por **Dalton Rocha Pereira, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 30/05/2023, às 09:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2343923** e o código CRC **B423F350**.

RESUMO

Dentre as aplicações de defensivos agrícolas, praticamente todas afetam, direta ou indiretamente, nossos solos e em consequência os recursos hídricos. Esse efeito, chamado de deriva, acontece em quase todo tipo de aplicação de defensivos agrícolas. Em geral, por meio de pulverizadores, as gotas sob o efeito do vento ou de outras interferências, acabam se direcionando para o solo. Essa deposição acaba sendo arrastada para os rios, lagos e qualquer outro meio no qual a chuva ou o vento podem arrastar. Tudo isso contribui para a contaminação de nossas águas, causando morte da vida aquática. Da mesma maneira essa contaminação pode afetar os seres humanos que fazem uso dessa água contaminada. O que pode ser feito para minimizar esses efeitos danosos é o desenvolvimento de novas tecnologias e também boas práticas no uso dos pulverizadores e a conscientização de fazer manutenção periódicas nos bicos ou pontas desses pulverizadores. Pensando nisso, o presente trabalho objetivou avaliar a evolução espaço-temporal dos trabalhos científicos publicados e indexados, entre os anos de 2012 a 2022, no banco de dados Science Direct referentes a utilização de métodos que minimizam o efeito de deriva em pulverizadores. Este estudo caracteriza-se com descritivo-exploratório e agrega uma abordagem quali-quantitativa, associada à pesquisa bibliográfica, resultando em uma amostra de 394 artigos. Os resultados obtidos apontam para uma evolução, ainda inicial, do número de artigos publicados no decorrer do período analisado, os países com maior número de publicações foram os Brasil, Estados Unidos e China (23% das citações) seguido da Espanha, África do Sul e Emirados Árabes (10% das citações) e Rússia (5% das citações). Dos 394 artigos pesquisados, apenas 21 deles se relacionavam com o objetivo da pesquisa, encontrar métodos para mitigação do processo de deriva na aplicação de pulverizadores na área agrícola, mostrando a necessidade de maior divulgação e pesquisa sobre o assunto.

Palavras-chave: agricultura.; deriva.; impacto ambiental.; pontas de pulverização.

ABSTRACT

Among the applications of agricultural pesticides, virtually all of them affect, directly or indirectly, our soils and consequently water resources. This effect, called drift, occurs in almost every type of agricultural pesticide application. Generally, through sprayers, the droplets, under the influence of wind or other interferences, end up drifting towards the soil. This deposition on the soil is eventually carried into rivers, lakes, and any other environment where rain or wind can transport it. All of this contributes to the contamination of our waters, leading to the death of aquatic life. Similarly, this contamination can affect humans who use this contaminated water. What can be done to minimize these harmful effects is the development of new technologies and good practices in the use of sprayers, along with awareness of regular maintenance of the nozzles or tips of these sprayers. With this in mind, the present study aimed to evaluate the spatial-temporal evolution of scientific works published and indexed between the years 2012 and 2022 in the Science Direct database regarding the use of methods that minimize the drift effect in sprayers. This study is characterized as descriptive-exploratory and combines a qualitative-quantitative approach, associated with bibliographic research, resulting in a sample of 394 articles. The results obtained point to an initial evolution in the number of articles published over the analyzed period. The countries with the highest number of publications were Brazil, the United States, and China (23% of citations), followed by Spain, South Africa, and the United Arab Emirates (10% of citations), and Russia (5% of citations). Out of the 394 researched articles, only 21 of them were related to the research objective of finding methods to mitigate the drift process in the application of sprayers in agriculture, indicating the need for greater dissemination and research on the subject.

Keywords: agriculture; drift; environmental impact; spray nozzles.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Imagem do pulverizador costal com painel solar. Marca Matsukawa Japan Technology. Fonte: Rosadi et al., 2021.	14
Figura 2 aplicativo para smatphone no controle de pulverização em máquinas pulverizadoras. Fonte: Machado et al., 2018.	15
Figura 3 (a) Espessura do revestimento do rotor de lama no plano selecionado usando o (b) método SOM e (c) método otimizado de simulação. Fonte: Malamouse et al., 2022.....	16
Figura 4 Veículo de pulverização equipado com sistema inteligente para o acesso de culturas que são difíceis a operação de pulverização. Fonte: Cantelli et al., 2019.	17
Figura 5 Interação entre as informações que fazem parte da busca cienciométrica. Fonte: Próprio autor, 2022.	22

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 Interação entre as informações que fazem parte da busca cienciométrica. Fonte: Próprio autor, 2022.....	23
Gráfico 1 Evolução dos artigos publicados sobre métodos para mitigação do processo de deriva na aplicação de pulverizadores entre os anos de 2012 a 2022. Fonte: Próprio autor, 2022.	26
Gráfico 2 Percentual de artigos científicos publicados, por países, entre os anos de 2012 e 2022. Fonte: Próprio autor, 2022.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS	11
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE PULVERIZAÇÃO	13
3.2 PONTAS DE PULVERIZAÇÃO.....	17
3.3 PROCESSO DE DERIVA VESUS IMPACTO AMBIENTAL	19
3.4 CIENCIOMETRIA.....	20
4 METODOLOGIA.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6 CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

A agricultura tem um papel importante na economia brasileira e mundial, mas apesar de todo avanço tecnológico ainda está atrelada a alguns gargalos da tecnologia. Mais de 7 bilhões de pessoas no mundo todo dependem da agricultura para se alimentar, além de ser responsável por alavancar todas as atividades econômicas que dela dependem (*Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, 2023*). Seu avanço está atrelado na dependência de novas tecnologias e automação, no qual sofre algumas carências no que diz respeito a sustentabilidade e proteção ao meio ambiente.

Um dos pontos-chaves para a produção de grãos e outras cultivares, são o uso de defensivos agrícolas. Seria praticamente impossível uma agricultura sobreviver sem que necessite de algum tratamento ou de alguma aplicação de produtos químicos (LIMA, 2020). É claro que existe hoje no mercado inúmeros produtos que prometem minimizar qualquer dano causado ao meio ambiente e ao homem. Infelizmente não podemos dizer que não exista nenhum efeito negativo nessas aplicações.

Quando produtos químicos, como herbicidas e pesticidas, se deslocam para áreas fora do local de aplicação pretendido, dentro de uma área de cultivo, esse fenômeno é denominado deriva agrícola. Essa dispersão pode acontecer pela ação do vento, volatilização de gases, evaporação de partículas, movimentação de líquidos através de cursos d'água ou por outros tipos de transporte, segundo a *Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA, na sigla em inglês, 2022)*. Conforme Figueiredo *et al.*, (2021), a deriva pode ser definida como um movimento não intencional de pesticidas ou seus resíduos, para fora da área de tratamento planejada, durante ou após a aplicação.

A deriva de pulverização é o deslocamento não intencional e indesejado das partículas de líquido pulverizado para áreas além do alvo pretendido. Isso ocorre quando as gotas de líquido pulverizado não atingem o local de aplicação desejado e são transportados pelo vento ou por outras condições ambientais para áreas adjacentes. Este processo ameaça o meio ambiente, afetando a saúde humana e animal, matando os inimigos naturais das pragas, danificando culturas que são mais sensíveis a aplicação de certos tipos de defensivos agrícolas e reduzindo a população de polinizadores (GREGORIO *et al.*, 2019; LANGKAMP-WEDDE *et al.*, 2020; TORRENTE *et al.*, 2020)

O processo de deriva na aplicação de defensivos agrícolas tem sido objeto de preocupação para muitos ambientalistas. Esse processo acontece quando as gotas que saem dos

pulverizadores não caem no local exato e são arrastados pelo vento, depositando no solo ou em outros locais que não são os próprios (PERTIGO *et al.*, 2021).

Existem métodos que podem minimizar os efeitos da deriva, o que falta é incentivo e melhores qualificações para que o agricultor possa ter uma safra eficiente e com o mínimo possível de danos ao meio ambiente (AL HEIDARY *et al.*, 2014). Ao longo dos anos foram desenvolvidas tecnologias voltadas para melhorar a aplicação dos defensivos sem causar danos ambientais, como minimizar o desperdício na aplicação por meio de pulverizadores (MILLER *et al.*, 2011). A cienciometria ajuda a avaliar a quantidade de artigos científicos voltados para a área de pulverizadores e seu processo de deriva.

A cienciometria é um termo que vem desde a década de 60 cunhado por Vassily V. Nalimov, esta ciência se concentra na análise quantitativa e qualitativa da produção científica e na investigação de padrões, tendências e métricas relacionadas à pesquisa científica. Envolve a aplicação de métodos estatísticos e técnicas de análise de dados para estudar a atividade científica em diversas áreas do conhecimento (HOOD *et al.*, 2001). A cienciometria é a junção da biblioteconomia com a informática pois estabelece dados estatísticos, medindo o impacto e a influência de trabalhos científicos, autores e periódicos através de métricas como o fator de impacto. Analisa a colaboração entre pesquisadores e instituições em níveis nacional e internacional, e identifica áreas de pesquisa emergentes ou em declínio (GUO *et al.*, 2023).

Esta ciência desempenha um papel importante na avaliação da pesquisa acadêmica, na formulação de políticas científicas e na tomada de decisões sobre financiamento e pesquisa. Ajuda a fornecer insights valiosos para a comunidade científica, governos e instituições acadêmicas para entender melhor a dinâmica da pesquisa científica e promover o avanço do conhecimento. Possibilita uma investigação mais profunda das possíveis soluções para determinado assunto ou problema (VANTI, 2002).

2 OBJETIVOS

O objetivo maior definido para este estudo foi realizar uma análise cientométrica das publicações que apontam soluções para a mitigação dos efeitos do processo de deriva na agricultura decorrentes do uso de diversos aspersores para pulverização. Especificamente, buscou-se: determinar as palavras-chave para a busca; definir os sites para a pesquisa de base de dados; realizar a busca dos dados nos sites determinados; identificar os artigos científicos que abordam soluções para a diminuição do processo de deriva ao uso de diferentes pulverizadores na agricultura; avaliar a quantidade de produções científicas referentes ao tema determinado, no período de 2012 a 2022.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O processo de deriva na área agrícola, refere-se ao movimento não intencional e indesejado de produtos químicos, como pesticidas ou herbicidas, para áreas não destinadas à aplicação desses produtos. Isso corresponde a uma pequena fração de pesticidas ser deslocado para ecossistemas e não para a cultura que é o ponto focal da pulverização (SCHWARZENBACH *et al.*, 2006; SCHÖNENBERGER *et al.*, 2022).

Este comportamento ao aplicar o defensivo agrícola e ele se dispersar causa contaminação em áreas não destinadas, resultando na contaminação de culturas vizinhas, áreas naturais, corpos d'água, propriedades vizinhas, jardins domésticos e até pessoas e animais que não deveriam estar em contato com os produtos químicos (STEPHENSON *et al.*, 2006). A deriva pode causar um impacto ambiental de forma negativa pois contaminam ecossistemas aquáticos, matando insetos benéficos e polinizadores, prejudicando a biodiversidade (WANG *et al.*, 2020). Reduz a eficácia pois os produtos químicos se deslocam para áreas não alvo, reduzindo a eficácia da aplicação pretendida, resultando em menor controle de pragas ou plantas daninhas.

Os agrotóxicos, conhecidos como pesticidas ou produtos fitossanitários, são substâncias químicas amplamente utilizadas na agricultura para proteger cultivos contra pragas, doenças e ervas daninhas. Entretanto, seu uso excessivo e inadequado pode ter sérios impactos negativos sobre o meio ambiente. Alguns desses perigos estão relacionados com a contaminação da água, infiltrando no solo e alcançando lençóis freáticos e corpos d'água, contaminando fontes de água potável e ecossistemas aquáticos. Isto resulta no prejuízo da vida aquática e riscos para a saúde humana (GUEDES *et al.*, 2019).

Os agrotóxicos podem afetar a fauna e a flora, causando a morte de espécies não-alvo, como insetos polinizadores e animais selvagens (HALLMANN *et al.*, 2014). Pode ocorrer resistência de pragas pois seu uso contínuo e indiscriminado de agrotóxicos pode levar ao desenvolvimento de resistência em pragas-alvo, exigindo doses cada vez maiores e mais tóxicas de pesticidas. A qualidade do solo também é prejudicada, pois os agrotóxicos afetam sua qualidade e prejudica organismos benéficos, como microrganismos e minhocas que desempenham papéis cruciais da capacidade de retenção de água e redução da produtividade agrícola (SIMON-DELISO *et al.*, 2015). Esses mesmos resíduos podem permanecer em frutas, vegetais e grãos, representando riscos para a saúde humana, quando consumidos em excesso.

Existem regulamentações para limitar os resíduos de agrotóxicos em alimentos (SIMON-DELSO *et al.*, 2015).

No meio agrícola existem vários tipos de equipamentos para a aplicação dos pulverizadores, para a aplicação terrestre existem os pulverizadores costais, pulverizadores Autopropelidos em culturas de linhas, automatizados na aplicação de volume ultrabaixo, os de barra montados em trator (FAIÇAL *et al.*, 2017). Existem também aplicações feitos por aeronaves de asa fixa, VANT e helicópteros tribulados.

3.1 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE PULVERIZAÇÃO

A eficiência da aplicação de defensivos agrícolas está intimamente ligada na escolha certa do equipamento que será utilizado no cultivar. Para tanto é preciso que esta máquina se enquadre de forma perfeita no tipo certo de processo, no qual este pode ser subdividido em uma aplicação sólida, aplicação de pó, de grânulo ou pastilha (LIMA, 2020).

Neste ponto dizemos que as máquinas aplicadoras têm um papel importante, já que estas têm a função de aplicar os produtos fitossanitários por meio de pulverizadores e atomizadores (LIMA, 2020).

Dentre os pulverizadores temos os costais, que é usado manualmente. E o modelo em barra (Tratorizado ou Autopropelidos). Que como o nome sugere ele é apresentado em uma barra com múltiplas pontas de pulverização fixado em um trator. Lembrando que o número de bicos é definido em função do tamanho da barra (LIMA, 2020).

Pulverizadores Autopropelidos são máquinas que possuem alto desempenho, velocidade. Uma outra característica é que sua cabine é hermeticamente fechada, o que impede a contaminação entre os produtos químicos e o operador da máquina (BOLLER, 2011).

Pulverizadores Tratorizados comumente utilizados em áreas para o cultivo de grãos e cana de açúcar, estes têm depósitos com agitadores, bomba, filtros, reguladores de pressão e bicos. Sendo montados em três pontos na barra de tração (BOLLER, 2011).

Pulverizadores Turbo Atomizados, sua pulverização usa a corrente de ar a seu favor sobre a plantação. Assim o produto alcança longas distâncias (LIMA, 2020).

O mercado de pulverização tem desenvolvido uma gama de tecnologias referente a máquinas pulverizadores para pragas de plantas, tais máquinas podem ser a diesel ou com uso energia elétrica. Entretanto essas tecnologias acabam ficando limitadas por conta do

combustível caro e muitas vezes porque a própria máquina não possui uma capacidade suficiente para trabalhar com pouco combustível, já na questão de eletricidade a demanda por baterias elétricas muitas vezes fica inviáveis. Por isso foram desenvolvidas máquinas que possuem um processo simultâneo de carregamento de baterias por energia solar (ROSADI *et al.*,2021).

A marca Matsukawa Japan Technology desenvolveu uma máquina de pulverização que possui um painel solar, tanque de pulverização, bateria, bico, bateria indicadora e interruptor on-off, possuindo um tanque com capacidade de 15 litros (ROSADI *et al.*,2021). Este sistema permite que o operador não precise bombear na hora da pulverização, diminuindo as falhas humana, como as decorrentes do cansaço das mãos, tornando mais homogêneo a sua aplicação, distribuindo uniformemente o líquido. A Figura 1 mostra a máquina de pulverização costal da marca Matsukawa Japan Technology.

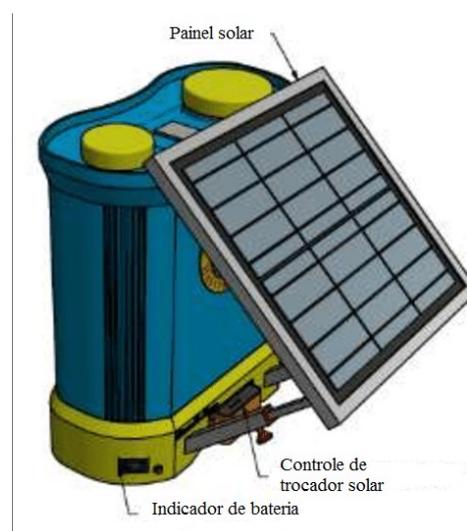


Figura 1 Imagem do pulverizador costal com painel solar. Marca Matsukawa Japan Technology. Fonte: Rosadi *et al.*, 2021.

Outra inovação é o uso de um aplicativo móvel para smartphone, DropLeaf, que nada mais é do que uma imagem quádrupla, baseada em conversão de espaço de cores e o que é mais interessante é a capacidade de identificar as gotículas por meio da transformação da bacia hidrográfica controlada por marcadores. O objetivo dessa ferramenta é melhorar a aplicação de agrotóxicos levando em conta os benefícios sanitários, ambientais e financeiros (MACHADO *et al.*, 2018). A Figura 2 mostra o aplicativo para smartphone que é usado no controle de

máquinas de pulverização, e controla o número de gotas, a área a ser pulverizada e até a quantidade de calda que está sendo usado.

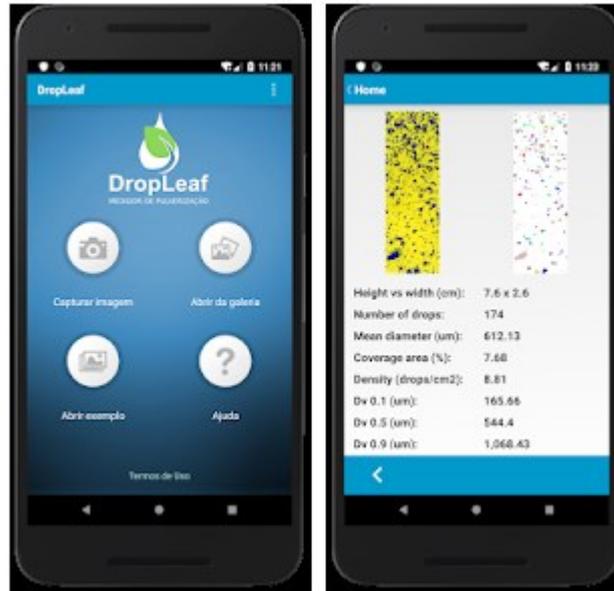


Figura 2 aplicativo para smatphone no controle de pulverização em máquinas pulverizadoras.
Fonte: Machado *et al.*, 2018.

Temos também as máquinas de spray térmico e a frio que usa sensores para monitorar a pulverização térmica, fazendo uma monitoração em tempo real com base em tecnologias da visão da máquina e processamento de dados de sensores gerados na cabine. O interessante dessa tecnologia é a adaptação as necessidades distintas para determinada aplicação e tudo em tempo real (MALAMOUSI *et al.*, 2022). Na Figura 3 vemos a espessura do revestimento do rotor lama (a), (b) o método que é usado que é o método SOM e (c) a simulação otimizada. É uma tecnologia de ponta, mas de investimento alto.

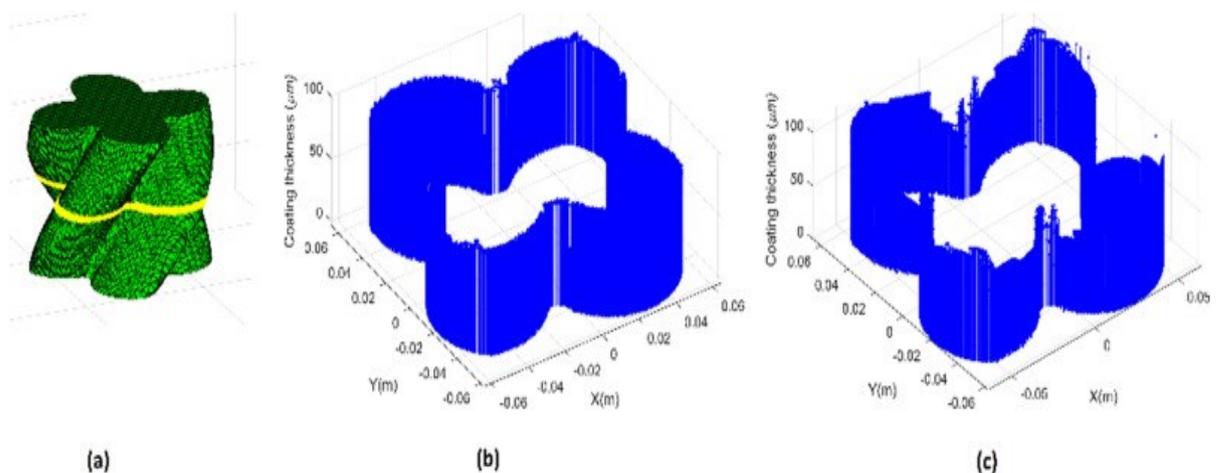


Figura 3 (a) Espessura do revestimento do rotor de lama no plano selecionado usando o (b) método SOM e (c) método otimizado de simulação. Fonte: Malamouse *et al.*, 2022.

A inserção de robôs autônomos tem sido outra novidade na criação de máquinas e equipamentos para pulverização, sempre com o intuito de otimizar a produção, gerar segurança e eficiência na hora da aplicação dos produtos fitossanitários (CANTELLI, *et al.*, 2019).

Os avanços tecnológicos na área da agricultura têm ocorrido levando em conta não apenas a questão econômica e a eficiência da produção, mas também as questões ambientais que estão agregadas a agricultura.

Os equipamentos que possuem tecnologias no seu sistema hidráulico, permitem que sejam controlados eletronicamente. Essas máquinas robôs tem a capacidade de operar em lugares de difícil acesso para máquinas agrícolas autônomas ou automatizadas, como áreas de cultivos heroicos, estufas e áreas montanhosas. Essas tecnologias tem o objetivo de sanar problemas envolvidos com transporte e navegação, e inspeção em ambientes desfavoráveis e hostis. Para que tenham uma boa funcionalidade é preciso também que haja uma preparação técnica e operacional por parte daqueles que irão operar os maquinários (MUSCATO *et al.*, 2012; LONGO *et al.*, 2013).

Em todo o caso, é possível observar que são muitos os esforços em lançarem no mercado máquinas de pulverização que atendam a demanda sem trazer prejuízos financeiros ou danos a cultivar que receberá o tratamento. Havendo uma eficiência das máquinas, haverá por sua vez uma melhor distribuição e um menor desperdício do produto. Representado pela Figura 4 temos um veículo equipado por um sistema inteligente de pulverização, capaz de ter acesso a plantios de difícil operação (CANTELLI *et al.*, 2019).



Figura 4 Veículo de pulverização equipado com sistema inteligente para o acesso de culturas que são difíceis a operação de pulverização. Fonte: Cantelli *et al.*, 2019.

3.2 PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

O mercado agrícola oferece uma gama de diferente tipos e modelos de bicos, cada um com sua particularidade, funcionalidade e eficiência. Na verdade, apesar de existirem modelos tão diversificados, os tipos de bicos e suas funcionalidades são os últimos a serem lembrados na área de escolher o pulverizador certo na aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes foliares. A boa escolha do tipo de bico para o pulverizador é que irá determinar a eficiência da sua aplicação, bem como o tipo de impacto ambiental que pode causar quando não se faz uma escolha adequada (SCHÖDER, 2004).

Tão importante quanto escolher os tipos de pontas dos pulverizadores, é também a preocupação com a manutenção dos mesmos. A questão da manutenção dos equipamentos já é uma falha antiga, que não se restringe somente na área de pulverização. Existe uma falta de conscientização quanto a necessidade de fazer manutenção periódica em equipamentos de uso contínuo (MACHADO, 2001).

Como mencionado anteriormente, existem diversos tipos de pontas ou bicos para a pulverização. E cada modelo possui característica que impactam na definição do tamanho das gotas e na sua trajetória durante a aplicação na cultura específica. Temos o Leque plano padrão, que é utilizado em pulverizadores de barra, sendo importante levar em conta o distanciamento

entre cada bico para que os jatos não se interponham entre si. O Leque plano uniforme que é indicado para pulverizadores costais, onde sua calda é distribuída de forma uniforme. O Cone cheio que faz distribuição de gotas de forma circular e em vários ângulos. E o Cone vazio, onde sua distribuição é de forma circular, mas com o diferencial que sua distribuição forma um anel, proporcionando gotas mais finas (MAISSOJA,2019).

No que diz respeito as pontas de pulverização cada cultura tem a sua necessidade de aplicação, devido ao tipo de doenças que pode acarretar cada cultura, a época de semeadura, controle de pragas e planta daninhas. Assim a aplicação preventiva do fungicida é fundamental para a cultivar. Por conta disso se faz necessário buscar maior eficiência e redução de custos, sempre desenvolvendo tecnologias que melhore a aplicação dos equipamentos de pulverização (JULIATTI *et al.*,2010).

Para a cultura do milho a ponta de pulverização do tipo cone se mostra mais eficaz do que a do tipo leque pois possui uma densidade e cobertura de gotas, sendo que sua densidade se mostra maior de 50 gotas.cm². Além disso as pontas tipo cone possuem gotas mais finas o que diminui o risco de deriva do produto (ROHDE *et al.*,2021).

Já para a aplicação de fungicida na cultura da soja, que é um dos principais grãos produzidos no Brasil, existe também uma preocupação de controle do fungo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) (NASCIMENTO *et al.*,2022). Os pulverizadores com pontas de pulverização hidráulicas são as mais recomendadas para a aplicação de fungicidas na soja. Estas produzem gotas finas que proporcionam maior cobertura e uniformidade de distribuição da calda, para isso as pontas tipo cônicas são as ideais, pois produzem gotas finas. No entanto não são muito favoráveis para impedir o processo de deriva principalmente quando se depara com ventos intensos.

Conforme a necessidade pode-se usar outros tipos de pontas como os modelos de jato cônico - TX-6, TX-8 e TX-10, jato de cone oco com indução de ar, ventilador para duplo e outras pontas que atendam a necessidade da cultura de soja (NASCIMENTO *et al.*,2022).

Outra cultura que tem destaque aqui no Brasil é a cultura da cana-de-açúcar, essa também depende do tipo certo de pulverizadores e neste caso entra o tipo ponta específico para a cultivar. É importante mencionarmos essa cultura visto ser a terceira maior atividade agrícola aqui do Brasil (VOLTOLINI, 2012).

Existe uma necessidade de controle sobre plantas daninhas que atacam a cultura da cana de açúcar por esta razão os tipos de pontas de pulverizadores são importantes na hora da

aplicação do defensivo agrícola. E para cada situação existe um modelo de ponta que leva em conta a área de cobertura, o tamanho da gota e a preocupação de que não tenha perdas por deriva. As pontas que se destacam são as de jato plano angulado e a ponta 3D que foi desenvolvida para aplicação de herbicidas em pré e/ou pós emergência, também temos a ponta por indução de ar. São pontas geradoras de gotas maiores e grossas (LOPES, 2021).

Em culturas em que a pulverização é feita por veículos aéreos não tripulados (UAV), a preocupação é ainda maior na hora de pulverizar, por conta da altura em que é aspergido as gotas e destas serem bem mais finas, o processo de deriva é quase que inevitável. Um outro problema é que ao pulverizar por meio desses veículos, o produto quase sempre pode ir para culturas que não são os alvos, para o meio ambiente e contaminar homens e animais, causando desperdício do produto e prejuízo ao meio ambiente (WANG *et al.*, 2021).

Uma das possíveis soluções apontadas para este problema é estabelecer métodos que possam desenvolver pontas de pulverização que se adaptam as várias intemperanças que ocorrem durante as aplicações dos produtos fitossanitários (HERBST *et al.*, 2020). O tamanho das barras e a largura da faixa de pulverização também influenciam na hora da aplicação por meio de vant. Assim alguns pulverizadores não tripuláveis são desenvolvidos para que os tipos de bicos se ajustem as suas barras rotativas e tenham a largura da faixa ideal para a aplicação.

3.3 PROCESSO DE DERIVA VESUS IMPACTO AMBIENTAL

Apesar do avanço tecnológico na agricultura, algumas coisas ainda são preocupantes principalmente quando o assunto é o meio ambiente e o bem-estar humana. Infelizmente é quase impossível deter os efeitos negativos no que tange a aplicação de defensivos fitossanitários, quer por via área, terrestre ou costal (CUNHA, 2008).

O que se sabe é que cada aplicação de produtos fitossanitários uma parcela é perdida no ambiente por meio do processo de deriva, que é quando algumas frações do produto são carregadas e depositadas no solo, água e ar (ANDEF, 2004).

Este processo de deriva ainda é uma preocupação palpável, visto que a falta de controle resulta em danos permanentes e a longo prazo para a agricultura. Esse desvio ou processo de deriva está ligado ao tamanho das gotas e as condições ambientais, por isso é importante falarmos sobre o tipo de máquina que fara a pulverização, bem como o tamanho das gotas que será aspergido na agricultura (CUNHA,2008).

Todo esse desequilíbrio ambiental acarreta outras consequências desastrosas, como a contaminação de águas dos rios e adjacentes, pois os produtos químicos que são levados pelo ar acabam sendo transportados por meio da água da chuva e isso sem dúvida resulta em danos para todas as espécies que sobrevivem da água, inclusive o homem (CUNHA *et al.*, 2013).

Podemos definir a deriva de pulverização como o movimento físico de gotículas que é depositado fora do alvo durante sua operação e isso pode ocorrer devido a fatores ambientais no campo. Essas gotas que ficam à deriva comprometem a cultura, pois o que foi calculado como quantidade exata para a cultura é depositada fora do que se pretende. Além do mais compromete a saúde humana e animal, reduz populações de polinizadores, contamina o solo e a água e afeta os inimigos naturais de pragas (CHEN *et al.*, 2021).

Em razão da preocupação que a deriva pode causar de modo negativo ao ambiente e também a própria cultura que irá receber o tratamento, foram desenvolvidas algumas tecnologias que suavizam o minimizam o processo de deriva (DE CLERCQ *et al.*, 2018).

Um desses métodos é o uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) combinadas com tecnologias de redução de deriva (DRTs). Isto porque o objetivo principal da pulverização é atingir o alvo, então a tecnologia tem que ser uma combinação eficaz de pulverização de baixo ou ultrabaixo volume, com tamanho de gotas ideais, bicos que atendam os parâmetros meteorológicos e até mesmo as propriedades físico-químico do medicamento tem que ser de tal forma que não ofereça propensão à deriva (CHEN *et al.*, 2021).

Precisa existir um equilíbrio entre a necessidade de aplicação dos produtos fitossanitários com a diminuição do impacto ambiental que esta pode causar quando mal direcionada na cultura. Porém há um grande desafio entre a pressão de se ter uma cultura saudável e com rendimentos e ao mesmo tempo se deparar com os custos cada vez mais altos dos produtos químicos e dos equipamentos que fazem parte desse processo. A resposta a tudo isso pode estar relacionado com os vários tipos tecnológicos na hora da aplicação do defensivo agrícola, como os tipos de pulverizadores e os tipos de bicos, tudo isso relacionado com o fator econômico e ambiental (RANTA *et al.*, 2021).

3.4 CIENCIOMETRIA

Como uma forma de mensurar as informações e suas estruturas, a cienciometria aparece como base para a união da pesquisa científica com o conhecimento (VANTI, 2002). É uma pesquisa quantitativa, pois determina a quantidade de publicações científicas da área em estudo.

E não só isso mas tem a capacidade de mostrar estatisticamente as oscilações da área em estudo. Como dá a oportunidade ao pesquisador de sugerir algumas áreas que precisa de mais atenção (LAURINDO E MAFRA, 2010).

A Cienciometria abre a oportunidade para tomadas de decisões. Ela abre alguns parâmetros sobre quais as pesquisas que tem sido desenvolvida ao longo dos anos e que tipo de metodologia tem sido empregado. É possível por meio dela sugerir novas pesquisas e até tirar algumas conclusões quando a quantidade de resultados sugere que certa área sofre algum tipo de carência em pesquisa (VANTI,2002).

Essa metodologia é capaz de dar visibilidade dos dados da pesquisa sem que substitua o método analítico. Oferecendo a identificação das redes científicas, revelando os elos entre países. É uma base que aponta para determinado assunto, oferecendo orientação e dinamismo nas informações coletadas (LAURINDO E MAFRA. 2010).

Pode-se dizer também que a análise cienciometria é um mapeamento científico que de forma generalizada tem como objetivo detectar e visualizar toda a estrutura intelectual de um domínio científico. Esse mapeamento permiti identificar as tendências mais significativas dentro do corpo literário e bibliográfico, oferecendo uma abordagem ampla no qual inseri informações uteis para uma análise mais profunda de dados literários e tendências para novas pesquisas (DARKO *et al.*,2019).

O termo Cienciometria foi usado pela primeira vez pelo russo Nalimov, que definiu este método como sendo um instrumento poderoso da política científica, é a ciência sobre a ciência. Possibilita por dados estatísticos indicar tanto a eficiência dos trabalhos científicos, como também suas falhas e rupturas (VERMA *et al.*, 2019). Como já mencionado este campo da cienciometria possibilita uma compreensão de toda a evolução científica de determinado assunto. Isso permite indicar quais as informações e resultados produzidos e quais as contribuições que se aferiu a cada uma delas, na verdade pode-se atribuir um banco de dados que serve de orientação e avanço científico para pesquisadores e aqueles que tem o senso do saber (PARRA *et al.*,2019).

A partir da década de 60 com o incentivo do Governo Federal em financiar projetos de pesquisa, iniciou-se de forma desordenada o desenvolvimento de pesquisa e eventos científico, gerando um salto na produção científica. Tornou-se assim necessário uma organização sobre trabalhos científicos produzidos por meio de métodos quantitativos, mensurando a ciência que

foi produzida. Essas investigações deram margem para pesquisas cientiométricos no Brasil contribuindo para difundir e materializar todas as tendências de pesquisa (PARRA *et al.*, 2019).

Como nova tendência da cienciometria ou técnica de bibliometria, foram desenvolvidos softwares para métodos quantitativos. São métodos facilitam a busca por informações referentes a temática ou a área referente a pesquisa. Os programas de pesquisas não substituem o método tradicional, mas adiciona robustez e integridade da pesquisa (DE CAMARGO, 2018). Todo estudo cientiométricos busca a qualidade da pesquisa, assim estes programas de busca tem a finalidade de contribuição para diversas áreas da temática. Na Figura 5 é possível ver como os programas ajudam nas informações e interagem entre si.

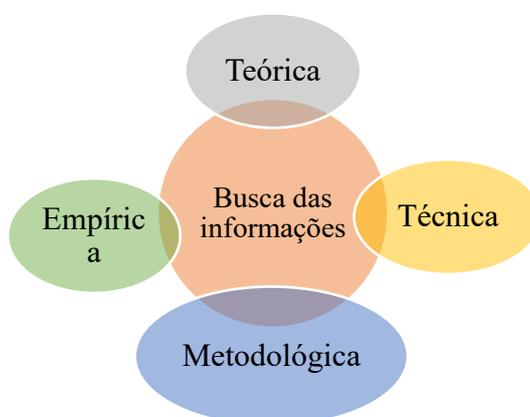


Figura 5 Interação entre as informações que fazem parte da busca cientiométrica. Fonte: Próprio autor, 2022.

O método da cienciometria que usa os softwares tem a percepção de auxiliar buscas que tem relação a temática, indica os trabalhos chave e seus autores, identifica novas tendência de impacto ao tema investigado, produz mapas científicos, bem como outras coisas referentes a pesquisa (BÖRNER *et al.*, 2003; COBO *et al.*, 2011). A cienciometria ou bibliometria possibilita um mapeamento científico e uma análise de desempenho, favorecendo a pesquisa apontando os diversos autores da pesquisa proposta, os países em que se encontram os artigos, quais as revistas científicas e quais são as novas frentes de pesquisas tanto nacionais como internacionais. Para a visualização desses métodos é muito importante fazer um mapeamento científico e essa realização pode ser feita com um pré-processamento, que visa trazer uma confiabilidade dos resultados (DA CONCEIÇÃO *et al.*, 2020).

Com o intuito de padronizar a pesquisa científica, foram desenvolvidos alguns softwares que tem o objetivo de facilitar a busca e trazer mais credibilidade a pesquisa. Da Conceição (2020) traz uma lista as 14 possíveis ferramentas usadas para a busca de trabalhos científicos,

auxiliando na metodologia cienciometria e bibliometria. A Tabela 1 mostra algumas das ferramentas de busca cienciométrica para artigos científicos.

Tabela 1 Interação entre as informações que fazem parte da busca cienciométrica. Fonte: Próprio autor, 2022.

Ferramenta	Qualidade da documentação	Gratuita
<i>Bibexcel</i>	Baixa	Sim
<i>Bibliometrix/Biblioshiny</i>	Alta	Sim
<i>CiteSpace</i>	Média	Sim
<i>IN-SPERETM</i>	Média	Não
<i>InCites</i>	Baixa	Não
<i>Metaknowledge</i>	Média	Sim
<i>Network Workbench Tool</i>	Baixa	Sim
<i>Publish or Perish</i>	Alta	Sim
<i>Science of Science (Sci2) Toll</i>	Baixa	Sim
<i>SCImago</i>	Média	Sim
<i>SciMAT</i>	Média	Sim
<i>SciVal</i>	Média	Não
<i>VantagePoint</i>	Média	Não
<i>VOSViewer</i>	Alta	Média

Como visto existem muitas ferramentas para auxiliar as diferentes tecnologias e abordagens para o pesquisador escolher. Entretanto é preciso que procure dentre essas ferramentas a que mais se encaixa na busca cienciométricos (DA CONCEIÇÃO *et al.*, 2020).

4 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se com descritivo-exploratório e agrega uma abordagem quali-quantitativa, baseada em análise cienciométrica.

Para os procedimentos metodológicos foram adotados os mesmos métodos definidos por Oliveira *et al.*, (2017), que avalia a quantidade de trabalhos que tratam daquele assunto específico. Neste contexto se define as palavras-chave, os critérios de seleção e a base de dados.

Para a identificação do tema abordado “Métodos Para Mitigação do Processo de Deriva na Aplicação de Diferentes Tipos de Pulverizadores na Área Agrícola”, foi feita uma revisão bibliográfica a fim de coletar a quantidade de publicações que continham esse tema. Fazendo uma análise temporal.

As palavras-chave em inglês para restringir a busca foram “agriculture” (agricultura), “drift process” (processo de deriva), “environmental impact” (impacto ambiental) e “spray tips” (pontas de pulverização), sempre com a condição “and”, as quais foram utilizadas para realizar a pesquisa na base de dados, Science Direct. Durante a busca foram retornados somente artigos que contivessem as palavras-chave em seus títulos, resumos ou palavras-chave e que o período de publicação estivesse entre os anos de 2012 e 2022, de acordo com os critérios de seleção adotados. Foram encontrados 394 artigos e deste apenas 21 correspondiam ao assunto a ser abordado nesta pesquisa.

Para se obter os dados nesta pesquisa utilizou-se a estatística descritiva e análise de conteúdo. Assim foi possível resumir, descrever e entender, por meio de resumos e/ou representações gráficas (gráficos, tabelas), os dados obtidos na pesquisa, sintetizando e organizando as informações sem que ocorra a perda das ideias centrais Barbetta (1998).

Deste modo, a análise do conteúdo segundo Appolinário (2006), deve basear-se na interpretação das categorias que compõem a pesquisa sendo necessário estabelecer um procedimento que objetive retirar as ideias centrais do material original de modo que cada assunto extraído esteja claramente explicado.

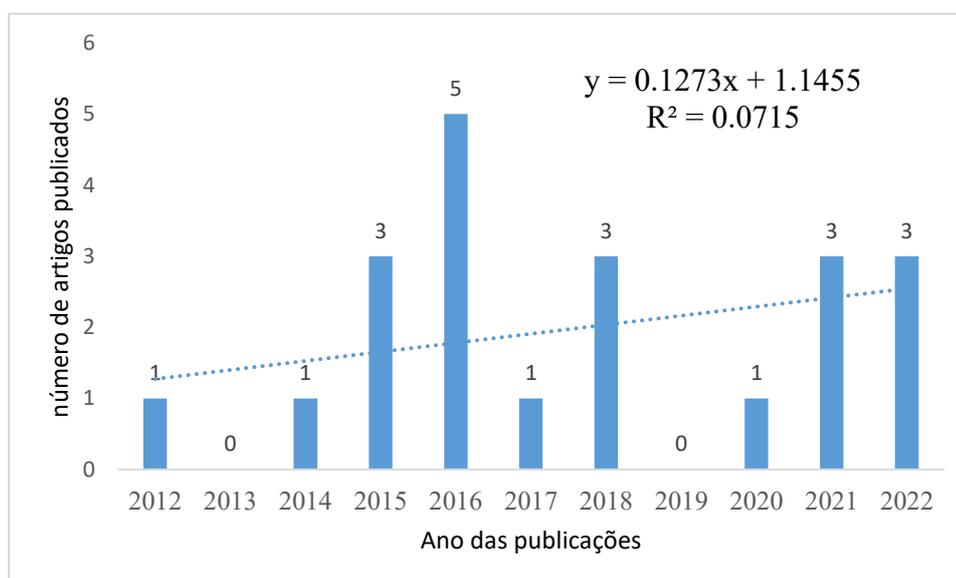
Assim, foi utilizada neste trabalho análise de métodos com o intuito de descrever e quantificar as informações publicadas sobre a temática “Métodos Para Mitigação do Processo de Deriva Na Aplicação de Diferentes Tipos de Pulverizadores Na Área Agrícola”, enquanto a estatística descritiva foi utilizada para examinar a evolução das publicações entre os anos de 2012 e 2022.

Analisou-se o conteúdo do título, resumo e palavras-chave. E posteriormente, os dados coletados foram organizados em uma planilha do software Excel, separados pelo ano de publicação e publicações referentes a processo de deriva na aplicação de pulverizadores agrícolas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 394 artigos encontrados entre 2012 a 2021, apenas 21 artigos foram publicados com referência aos métodos para minimizar o processo de deriva ao uso de pulverizadores, correspondendo ao total de 0,54% (n=21). A Tabela 2 mostra que somente entre os anos de 2015 a 2016, teve um pequeno crescimento de trabalhos científicos.

Gráfico 1 Evolução dos artigos publicados sobre métodos para mitigação do processo de deriva na aplicação de pulverizadores entre os anos de 2012 a 2022. Fonte: Próprio autor, 2022.



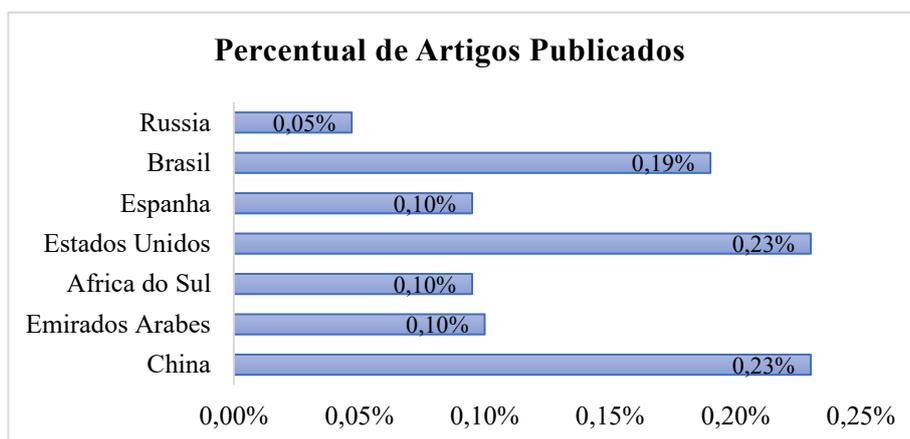
Nos anos de 2013 e 2019 não houve qualquer publicação que se enquadrasse na pesquisa. Em 2015, 2018, 2021 e 2022 foram publicados 3 artigos respectivamente em cada ano, totalizando 12 artigos, um pequeno aumento de 0,22% de artigos publicados (n = 12), em 2012, 2014, 2017 e 2020 voltou a decair, tendo somente um artigo publicado com a temática 0,010% dos artigos publicados (n = 4).

Fazendo uma análise por meio da regressão polinomial a relação entre o número de publicações e seus anos, verificou-se uma relação estatística significativa ($y = -0,1273x + 2,6727$; $R^2 = 0,0715$, $p > 0,01$), indicando um acréscimo exponencial de trabalhos científicos, podemos notar isso após o ano de 2018.

De acordo com a Tabela 3, entre os 394 artigos pesquisados, somente 7 países publicaram artigos relacionados ao tema da pesquisa, entre os países em destaque estão os

Estados Unidos 0,23% de artigos publicados (n = 5), seguido de China (n = 5), Brasil (n = 4), Espanha (n = 2), África do Sul (n = 2), Emirados Árabes (n = 2) e Rússia (n = 1).

Gráfico 2 Percentual de artigos científicos publicados, por países, entre os anos de 2012 e 2022. Fonte: Próprio autor, 2022.



Pode se observar que houve uma homogeneidade entre os países Brasil, Estados Unidos e China. A Rússia publicou 1 artigo, enquanto que os outros ficaram em apenas 2 artigos.

6 CONCLUSÃO

Percebe-se uma carência em relação a artigos que aborde o tema. Embora o processo de deriva seja um assunto sério, ainda falta espaço para trabalhos acadêmicos que foquem na melhoria dos métodos de pulverização.

A análise cienciométrica nos ajuda a avaliar a necessidade de mais pesquisas que foquem na mitigação dos sistemas de pulverização, evitando o processo de deriva.

O foco é trazer o assunto ao meio acadêmico como um incentivo para que surja novas pesquisas, novas tecnologias que possam sanar todos os problemas envolvidos na área agrícola quando o assunto é pulverizar sem prejudicar o meio ambiente.

Embora tendo alguns avanços como o uso de VANT no qual possui a tecnologia de fazer a aplicação do produto fitoterápico exatamente no foliar da cultura, ainda assim essa tecnologia sofre com a interferências climáticas e muitas vezes os bicos injetores não são os específicos para cada cultura. O trabalho cienciométricos e bibliográfico em conjunto pode apontar para os possíveis avanços que foram alcançados e os que precisam ter um reforço nas pesquisas e métodos a serem utilizados.

Essa é uma questão de relevância pois o processo de deriva que é causado na hora da aplicação dos pulverizadores não afeta somente o meio ambiente, mas gera desperdício do produto químico, perdas econômicas, a cultura em si fica fragilizada, pois não recebe a quantidade ideal para seu desenvolvimento. Um outro fator é que a deriva leva o produto para onde não deve, atingindo animais que são polinizadores e propiciando o desenvolvimento de fungos e insetos que são nocivos à cultura.

Essa ciência irá contribuir para aquisição de novos conhecimentos que contribuam para diferentes ares de pesquisa que envolvam as práticas adequadas de aplicação dos produtos fitoterápicos na agricultura, bem como o surgimento de novas tecnologias de aplicação, definição da calda e bicos pulverizadores adequado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL HEIDARY, M., DOUZALS, J. P., SINFORT, C., & VALLET, A. (2014). Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. *Crop protection*, 63, 120-130.
- ANDEF - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Campinas: Linea Creativa, 2004. 50 p.
- APPOLINÁRIO, F. Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa. São Paulo: Pioneira, 2006. 73 a 85 p.
- BARBETTA, P. A. Estatística Aplicada às Ciências Sociais. Florianópolis: Editora da UFSC; 1998.
- BELAGRO. Bicos de pulverização: saiba quais são os tipos e o que analisar para escolher o melhor. Blog Bel Agro. 2019. <https://blog.belagro.com.br/bicos-de-pulverizacao> Acesso: 06/05/2022
- BOLLER, W. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo fundo: Aldeia Norte; Botucatu: Fepaf; 2011.
- BÖRNER, Katy; CHEN, Chaomei; BOYACK, Kevin W. Visualizing Knowledge Domains. *Annual Review of Information Science & Technology*, v.37, n.1, p.179-255, 2003. Disponível em: < <http://cns.iu.edu/docs/publications/2003-borner-arist.pdf>> Acesso em: 24 dez. 2022
- BUENO, M. R. (2015). Deriva e análise de risco das aplicações de fungicidas, herbicidas e inseticidas nas culturas do feijão e da soja.
- CANTELLI, L., BONACCORSO, F., LONGO, D., MELITA, C. D., SCHILLACI, G., & MUSCATO, G. A small versatile electrical robot for autonomous spraying in agriculture. *AgriEngineering*, 1(3), 391-402.2019
- CHAPULA, C. A. M. O papel da infometria e da ciênciometria e sua perspectiva nacional e internacional, Brasília. *Ciência da Informação*, v. 27, n.2, p. 134-140. 1998
- CHEN, S., LAN, Y., ZHOU, Z., DENG, X., & WANG, J. Research advances of the drift reducing technologies in application of agricultural aviation spraying. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14(5), 1-10.2021
- COBO, M.J.; LÓPEZ-HERRERA, A.G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. Science mapping software tools: Review, analysis and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 62, n. 7, p. 1382-1402, 2011
- CUNHA, J.P.A.R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, 2008.
- CUNHA, J.P.A.R.; FARNESE, A.C.; OLIVET, J.J. Computer programs for analysis of droplets sprayed on water sensitive papers. *Planta Daninha*, v. 31, 715- 720, 2013.
- DA CONCEIÇÃO MOREIRA, P.S; GUIMARÃES, A.J.R; TSUNODA, Denise F. Qual ferramenta bibliométrica escolher? Um estudo comparativo entre softwares. *P2P e Inovação*, v. 6, p. 140-158, 2020.
- DE CAMARGO, L. S. Inteligência competitiva: evolução, organização e tendências a partir de uma análise bibliométrica e cienciométrica. Repositório UFMG. 2018

- DE CLERCQ, M., VATS, A., & BIEL, A. (2018). Agriculture 4.0: The future of farming technology. Proceedings of the world government summit, Dubai, UAE, 11-13.
- EPA. United States Environmental Protection Agency. (2022). Agricultural Spray Drift.
- FAIÇAL, B. S., FREITAS, H., GOMES, P. H., MANO, L. Y., PESSIN, G., DE CARVALHO, A. C., ... & UEYAMA, J. (2017). An adaptive approach for UAV-based pesticide spraying in dynamic environments. *Computers and Electronics in Agriculture*, 138, 210-223.
- FIGUEIREDO, D. M., KROP, E. J., DUYZER, J., GERRITSEN-EBBEN, R. M., GOOIJER, Y. M., HOLTERMAN, H. J., ... & VERMEULEN, R. C. (2021). Pesticide Exposure of residents living close to agricultural fields in The Netherlands: Protocol for an observational study. *JMIR research protocols*, 10(4), e27883.
- GREGORIO, E., TORRENT, X., PLANAS, S., & ROSELL-POLO, J. R. (2019). Assessment of spray drift potential reduction for hollow-cone nozzles: Part 2. LiDAR technique. *Science of the total environment*, 687, 967-977.
- GUEDES, R. N. C., RODITAKIS, E., CAMPOS, M. R., HADDI, K., BIELZA, P., SIQUEIRA, H. A. A., ... & NAUEN, R. (2019). Insecticide resistance in the tomato pinworm *Tuta absoluta*: patterns, spread, mechanisms, management and outlook. *Journal of Pest Science*, 92(4), 1329-1342.
- GUO, S. B., DU, S., CAI, K. Y., CAI, H. J., HUANG, W. J., & TIAN, X. P. (2023). A scientometrics and visualization analysis of oxidative stress modulator Nrf2 in cancer profiles its characteristics and reveals its association with immune response. *Heliyon*, e17075.
- HALLMANN, C. A., FOPPEN, R. P., VAN TURNHOUT, C. A., DE KROON, H., & JONGEJANS, E. (2014). Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature*, 511(7509), 341-343.
- HOOD, W. W., & WILSON, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, 52, 291-314.
- HOOD, W.W. & WILSON, C.S. The literature of bibliometrics, scientometrics and informetrics. *Scientometrics*. v.52, p.291-314. 2001.
- JULIATTI, F.C.; NASCIMENTO, C.; REZENDE, Avaliação de diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura do milho. *Summa Phytopathologica*, v.36, n.3, p.216-221, 2010.
- LANGKAMP-WEDDE, T., RAUTMANN, D., VON HÖRSTEN, D., & WEGENER, J. K. (2020). Comparison of the drift potential of two application methods for the control of oak processionary moths with biocontrol products in an oak avenue. *Science of the Total Environment*, 704, 135313.
- LAURINDO, R.; MAFRA L. *Cienciometria da revista Comunicação & Sociedade identifica interfaces da área*, v.31, n.53 (2010).
- LIMA, MATHEUS FERNANDES DE. Avaliação da abertura de ângulo do jato de pulverização por pontas com indução de ar, na aplicação de caldas de glyphosate com diferentes adjuvantes. 2020.
- LONGO, D.; PENNISI, A.; BONSIGNORE, R.; SCHILLACI, G.; MUSCATO, G. A small autonomous electrical vehicle as partner for heroic viticulture. *Acta Hort*, 978, 391–398. [Google Scholar] [CrossRef]. 2013
- LOPES, LUCAS DA SILVA. Seletividade e controle de amicarbazone em pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar sob diferentes condições operacionais. 2021.

- MACHADO, A.L.T. Prevenção custa menos. *Cultivar Máquinas, Pelotas*, n. 4, p. 12-14, 2001
- MACHADO, BB, SPADON, G., ARRUDA, MS, GONÇALVES, WN, CARVALHO, AC, & RODRIGUES-JR, JF (2018, abril). Um aplicativo de smartphone para medir a qualidade de máquinas de pulverização de controle de pragas por meio de análise de imagens. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 956-963).
- MAISSOJA. Site especializado em notícias agrícolas do Brasil em conformidade com a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Site: <https://maissoja.com.br/principais-tipos-de-bicos-para-pulverizacao-agricola>. Acesso outubro de 2019.
- MALAMOUSHI, K., DELIBASIS, K., ALLCOCK, B., & KAMNIS, S. (2022). Digital transformation of thermal and cold spray processes with emphasis on machine learning. *Surface and Coatings Technology*, 433, 128138.
- MILLER, P. C. H., ELLIS, M. B., LANE, A. G., O'SULLIVAN, C. M., & TUCK, C. R. (2011). Methods for minimising drift and off-target exposure from boom sprayer applications. *Aspects of Applied Biology*, (106), 281-288.
- MUÑOZ, L.; MAZÓN, J.N.; TRUJILLO, J. ETL Process Modeling Conceptual for Data Warehouses: A Systematic Mapping Study. *IEEE Latin America Transactions*, v. 9, n. 3, junho 2011, p. 358-363. 2011.
- MUSCATO, G.; BONACCORSO, F.; CANTELLI, L.; LONGO, D.; MELITA, C.D. Volcanic environments: Robots for exploration and measurement. *IEEE Robot. Autom. Mag.* 2012,19, 40–49. [Google Scholar]
- OLIVEIRA, L.; RODRIGUES, M. F. S.; HOFFMANN, N. K. S. A.; SCALIZE, P. S. Mapeamento sistemático de publicações: Formação de trihalometano como subproduto da desinfecção. In: *EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO*, 21. 2017, Campinas. p. 101-114. 2017.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. Técnicas de pulverização para a agricultura sustentável. Disponível em: <http://www.fao.org/3/y2654s/y2654s06.htm>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- PARRA, MAURÍCIO RODRIGUES; COUTINHO, RENATO XAVIER; PESSANO, EDWARD FREDERICO CASTRO. Um breve olhar sobre a cienciometria: origem, evolução, tendências e sua contribuição para o ensino de ciências. *Revista Contexto & Educação*, v. 34, n. 107, p. 126-141, 2019.
- PEDIGO, Larry P.; RICE, Marlin E.; KRELL, Rayda K. *Entomology and pest management*. Waveland Press, 2021.
- RANTA, O., MARIAN, O., MUNTEAN, M. V., MOLNAR, A., GHETE, A. B., CRIŞAN, V., & RITTNER, T. Quality Analysis of Some Spray Parameters When Performing Treatments in Vineyards in Order to Reduce Environment Pollution. *Sustainability*, 13(14), 7780.2021
- ROHDE, EDUARDO HENRIQUE; MENEGHEL, BRUNO DE CAMARGO PENTEADO. Avaliação de diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida no milho. *Revista Cultivando o Saber*, v. 14, p. 95-107, 2021.
- ROSADI, M. M., & HADI, F. S. Design of plant pest spraying machines using solar cell power. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1811, No. 1, p. 012089). IOP Publishing. (2021, March).
- SCHÖNENBERGER, U. T., SIMON, J., & STAMM, C. (2022). Are spray drift losses to agricultural roads more important for surface water contamination than direct drift to surface waters?. *Science of the Total Environment*, 809, 151102

SCHRÖDER, E.P. Caderno Técnico: Segurança em Pulverização – Aplicação segura. Cultivar Máquina, Pelotas, n. 30, p. 1-10, 2004.

SCHWARZENBACH, R. P., ESCHER, B. I., FENNER, K., HOFSTETTER, T. B., JOHNSON, C. A., VON GUNTEN, U., & WEHRLI, B. (2006). The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science*, 313(5790), 1072-1077.

SIMON-DELISO, N., AMARAL-ROGERS, V., BELZUNCES, L. P., BONMATIN, J. M., CHAGNON, M., DOWNS, C., ... & WIEMERS, M. (2015). Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 5-34.

STEPHENSON, G. R., FERRIS, I. G., HOLLAND, P. T., & NORDBERG, M. (2006). Glossary of terms relating to pesticides (IUPAC Recommendations 2006). *Pure and applied chemistry*, 78(11), 2075-2154.

TORRENT, X., GREGORIO, E., ROSELL-POLO, J. R., ARNÓ, J., PERIS, M., VAN DE ZANDE, J. C., & PLANAS, S. (2020). Determination of spray drift and buffer zones in 3D crops using the ISO standard and new LiDAR methodologies. *Science of the Total Environment*, 714, 136666.

VANTI, N. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, v. 31, no 2, p. 152-162, 2002.

VERMA, MANOJ KUMAR; SHUKLA, RAVI. Mapping the research trends on information literacy of selected countries during 2008-2017: A scientometric analysis. *DESIDOC Journal of Library & Information Technology*, v. 39, n. 3, p. 125-130, 2019.

VOLTOLINI, T. V. et al. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, Salvador, v.13, n.4, p.894-901 out./dez., 2012.

WANG, C., HERBST, A., ZENG, A., WONGSUK, S., QIAO, B., QI, P., & He, X. Assessment of spray deposition, drift and mass balance from unmanned aerial vehicle sprayer using an artificial vineyard. *Science of The Total Environment*, 777, 146181. 2021.

WANG, G., HAN, Y., LI, X., ANDALORO, J., CHEN, P., HOFFMANN, W. C., ... & LAN, Y. (2020). Field evaluation of spray drift and environmental impact using an agricultural unmanned aerial vehicle (UAV) sprayer. *Science of the Total Environment*, 737, 139793.