Curso de:

Agronomia

Trabalho de Conclusão de Curso:

Manejo de aplicação de defensivo agrícola com o uso da técnica de pulverização por diâmetro médio volumétrico- DMV

Autor:

Guilherme Augusto Bozoli

Orientador:

Cesar Augusto Costa Nascimento

Palmas - TO

2022

UniCatólica

GUILHERME AUGUSTO BOZOLI

MANEJO DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVO AGRÍCOLA COM O USO DA TÉCNICA DE PULVERIZAÇÃO POR DIÂMETRO MÉDIO VOLUMÉTRICO- DMV

Monografia apresentada ao curso de graduação Agronomia do Centro Universitário Católica do Tocantins (UniCatólica), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Esp. Cesar Augusto Costa Nascimento

Palmas
2022

Monografia de autoria de Guilherme Augusto Bozoli, intitulada “MANEJO DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVO AGRÍCOLA COM O USO DA TÉCNICA DE PULVERIZAÇÃO POR DIÂMETRO MÉDIO VOLUMÉTRICO- DMV”, apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de (Bacharel/Licenciado) em (Agronomia) do Centro Universitário Católica do Tocantins (UniCatólica), em (04 de Julho de 2022), defendida e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

_____

Prof°. Esp. Cesar Augusto Costa Nascimento

Orientador

Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica

_____

Prof ª. Dra. Ila Raquel Mello Cardoso

(Avaliadora 1)

Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica

_____

Prof. Dr. Evandro Reina

(Avaliador 2)

Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica

PALMAS-TO

2022

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

Aos 04 (quatro) dias do mês de julho de 2022, no centro Universitário Católica do Tocantins — Unidade II às 18:00 hs realizou-se a Defesa de Trabalho de TCC do (a) aluno (a) GUILHERME AUGUSTO BOZOLI, do Curso de Agronomia, intitulada: "MANEJO DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVO AGRÍCOLA COM O USO DA TÉCNICA DE PULVERIZAÇÃO POR DIÂMETRO MÉDIO VOLUMÉTRICO. DM V", realizada sob a orientação do(a) Professor(a) orientador(a) NIe César Augusto Costa Nascimento e tendo como banca avaliador , os professor» relacionados abaixo.

Pelo trabalho, tendo sido considerado (a) Aprovado. Nada mais tendo a constar, assinam esta Ata o (a) professor (a) orien ador (a) e os demais componentes da banca examinadora.

Prot Me. César Augusto Costa Nascimento Professor (a) Orientador (a)

Profa. Dra. 11a Ra uel Mello Cardoso

Professor (a) Avaliador (a)

Prof. Dr. Evandro Reina

Professor (a) Avaliador (a)

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, minha família maravilhosa e pela força para superar as dificuldades. Agradeço a Unicatólica e todos os professores, pelos conhecimentos transmitidos e experiências que foram fundamentais para minha formação profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A gradeço a todos, minha família, parentes e amigos que com seu incentivo me fizeram chegar à conclusão do meu curso e começo de uma nova carreira.

Agradeço a todos os esforços de nossos docentes para nos transmitir o máximo de conhecimento nos fazendo crescer como bons profissionais.

Gratidão ao Unicatólica do Tocantins por me proporcionar o máximo de aprendizagem, uma universidade de valor que leva consigo grandes profissionais.

Agradecer ao meu orientador Me. Cesar Augusto Costa Nascimento, e aos professores, Dra. Ila Raquel Mello Cardoso e Dr. Evandro Reina, meu muito obrigado por todo conhecimento transmitido ao longo desta jornada acadêmica, 5 anos se passaram e nós graduandos temos a certeza que fomos muito bem instruídos por excelentes profissionais, que todos possamos lá na frente ter a honra de reencontra-los e agradecer novamente por tudo que nos foi passado.

RESUMO

Referências: BOZOLI, Guilherme Augusto. **Manejo de aplicação de defensivo agrícola com o uso da técnica de pulverização por diâmetro médio volumétrico-DMV**. 2022. Manejo cultural (Agronomia) - Centro Universitário Católica do Tocantins –UniCatólica, Palmas- TO, 2022.

As características físicas da dispersão de gotas influenciam profundamente a eficácia com da pulverização de produtos fitoterápicos agrícolas. Uma das características físicas mais importantes para a aspersão de pulverizadores é a diâmetro médio das gotas de água (uniformidade das gotas). No entanto, este parâmetro é difícil de medir sem recorrendo ao uso de análises em campo. Além disso, a distribuição do tamanho da água, gotas e sua velocidade inicial são profundamente sensíveis à pressão do pulverizador e na escolha da ponta a ser utilizada. Esse estudo apresenta uma análise técnica simples para determinar o tamanho médio de gota de na pulverização agrícola produzida por um trabalho, com diferentes volumes de calda. O método exigiu a utilização de papéis hidrossensíveis para determinar e verificar a distribuição do fluxo de gotas gerados pelas pontas dos pulverizadores. Os diferentes tamanhos e distribuições das gotículas coletadas nos papéis hidrossensíveis geradas quando o bico estava operando com diferentes volumes de calda resultou na análise das gotas e no efeito de deriva da pulverização. A abordagem defendida neste estudo é apoiada no estudo referencial qualitativo. Isto foi conseguido por observando o comportamento das gotas e precisão a distribuição do fluxo de massa quando a nova pressão e o volume de calda, obtendo os resultados dos diâmetros médios das gotas. Isso fornece independência evidência de que a abordagem proposta tem algum mérito. Concluiu-se que a análise de Diâmetro Médio Volumétrico- DMV foi possível observar que o estudo sobre a dispersão das gotas é um instrumento eficaz para realizar uma pulverização otimizada, sem grande perdas de produtos por efeito de deriva possibilitando um uso mais seguro de fitoterápicos, com menores possibilidades de contaminação ambiental por dispersão do produto pulverizado.

Palavras – chave: Dispersão de gotas; Fitoterápicos; Deriva.

ABSTRACT

The physical characteristics of droplet dispersion profoundly influence the effectiveness of spraying agricultural herbal products. One of the most important physical characteristics for spray sprinkling is the average diameter of the water droplets. However, this parameter is difficult to measure without resorting to the use of field analyses. Furthermore, the water droplet size distribution and its initial velocity are deeply sensitive to the pressure at the nozzle head. This study presents a simple technical analysis to determine the average droplet size of a spray in agricultural spray produced by a nozzle, with different volumes of spray. The method required the use of water-sensitive papers to determine and verify the distribution of the droplet flow generated by the spray nozzles. The different sizes and distributions of the droplets collected on the water-sensitive papers generated when the nozzle was operating with different volumes of spray resulted in the analysis of the droplets and the effect of spray drift. The approach advocated in this study is supported by the qualitative reference study. This was achieved by observing the behavior of the droplets and accurately the mass flow distribution when the new pressure and the spray volume, obtaining the results of the average diameters of the droplets. This provides independent evidence that the proposed approach has some merit. It was concluded that the analysis of Volumetric Mean Diameter - DMV it was possible to observe that the study on the dispersion of drops is an effective instrument to perform an optimized spraying, without great loss of products due to drift effect, allowing a safer use of phytotherapics, with lower possibilities of environmental contamination by dispersion of the sprayed product.

Keywords: Droplet dispersion; herbal medicines; drift.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Diâmetro Médio do Volume- DMV, para amostragens de fluxo e espacial.....14

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Características de dispersão das gotas.....13
Figura 2- Pulverizador autopropelido John Deere. Anexado a uma barra pulverizadora de 36 m.....23
Figura 3- Método de fixação dos papéis hidrossenssíveis na área da fazenda.....24
Figura 4- Papéis hidrossensíveis.....25
Figura 5- Representação dos espectros de gotas da pulverização por meio da utilização do bico Air Induction, nas amostras 1 e amostra 2.....27
Figura 6- Representação dos espectros de gotas da pulverização por meio do 3D, nas amostras 1 e amostra 2.....30
Figura 7- Representação dos espectros de gotas da pulverização por meio do comparativo com 30 l/ha e ponta pixel nitro, nas amostras 1, amostra 2 e amostra 3.....33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultados gerais da aplicação com bicos Air Induction na amostra 1.....28
Tabela 2- Resultados gerais da aplicação com bicos Air Induction na amostra 2.....29
Tabela 3- Resultados gerais da aplicação na amostra 1.....31
Tabela 4- Resultados gerais da aplicação na amostra 2.....31
Tabela 5- Resultados gerais da aplicação na amostra 1.....34
Tabela 6- Resultados gerais da aplicação na amostra 2.....35
Tabela 7- Resultados gerais da aplicação na amostra 3.....35
Tabela 8- Análise descritiva das variáveis analisadas segundo as vazões.....36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 8
2. REFERENCIAL TEÓRICO 10
2.1 PRINCÍPIOS E CARACTERÍSTICAS DA PULVERIZAÇÃO 10
2.2 TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM DE GOTAS 11
2.2.1 Técnica amostral espacial 12
2.2.2 Técnica amostral de fluxo 12
2.3 CARACTERÍSTICAS DA PULVERIZAÇÃO POR DIÂMETRO MÉDIO (DMV) 15
2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A EFICIÊNCIA DA PULVERIZAÇÃO 16
2.5 CONTROLE DE FLUXO DE PRESSÃO 17
2.5.1 Bicos de Pulverização (Air Induction, 3D e Comparativos) 17
2.6 ESTUDO DA TECNOLOGIA DE PULVERIZAÇÃO EM TAXA VARIÁVEL 18
3. METODOLOGIA 20
3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA 20
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS 20
3.3 AMOSTRAGEM E INSTRUMENTO DA COLETA DE DADOS E FORMA DE ANÁLISE 20
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS 22
4.1 ETAPAS INICIAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO 22
4.2 AVALIAÇÃO DA DISPOSIÇÃO DAS GOTAS 24
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS PERTINENTES A PULVERIZAÇÃO AIR INDUCTION 26
4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS PERTINENTES A PULVERIZAÇÃO BICOS 3D 29
4.6 ANÁLISE SOBRE AS VARIAÇÕES EM FUNÇÃO DAS VAZÕES 36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 38

1. INTRODUÇÃO

O uso de agroquímicos para aumentar a produção de alimentos em países em desenvolvimento intensificou-se nos últimos anos (FELIZARDO, 2013). As tendências atuais mostram que o mercado de agroquímicos nos países em desenvolvimento está crescendo e que suas vendas e uso estão ultrapassando os de fungicidas, ácaros, nematicidas e raticidas. Além de serem usados em maior quantidade, tendendo a terem efeitos colaterais mais graves no meio ambiente (IPEA, 2019)

Dessa forma, as avaliações de comportamento da aspersão das gotas é uma das ferramentas de apoio para a tomada de decisão, baseada em dados, julgamentos e suposições científicas para a determinação dos melhores métodos para aplicação desses produtos (ANDEF, 2010).

Assim, os avanços tecnológicos em maquinários e insumos agrícolas expandiram a escala e a velocidade do desenvolvimento de equipamentos e técnicas agrícolas (VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012). Cominando assim, na inovação de produtos químicos e métodos de aplicação, auxiliando no combate contra pragas e doenças agrícolas e no aumento da produtividade.

Todavia, esses avanços resultaram em uma preocupação crescente sobre o uso indevido de agroquímicos na agricultura. Isso se deve sobretudo, aos efeitos prejudiciais do uso descriminado de herbicidas e da adoção de técnicas de aplicação errôneas, por não profissionais das atividades agrícolas, tendo reflexo direto na saúde humana e o meio ambiente (STERN, 2010).

Diante disso, para a adoção de sistemas de pulverização de defensivos agrícolas, é necessário para o resguardo do conhecimento técnico e científico de profissionais capacitados para a escolha das melhores técnicas de pulverização a serem adotadas em função das suas especificidades tais como: precisão de aplicação, velocidade de trabalho, deposição de gotas e custo operacional (EMBRAPA, 2006).

Através deste contexto, esse estudo tem como objetivo apresentar os benefícios advindos da adoção da técnica de aplicação de defensivos agrícolas com a utilização da técnica de pulverização por Diâmetro médio volumétrico- DMV, por uma metodologia de estudo referencial qualitativo com a análise de espectros de gotas através de coleta em papéis hidrossensíveis e análise de dispersão pelo método DMV em uma fazenda localizada no município de Luís Eduardo Magalhães BA, onde

foram incorporadas diferentes pontas de bicos de pulverização e duas valores de vazão de aplicações distintas (75 L/HA e 30 L/HA), cominando assim, em análises sobre a deposição das gotas e o resultado estatístico referente aos melhores resultados a partir da escolha da vazão escolhida.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRINCÍPIOS E CARACTERÍSTICAS DA PULVERIZAÇÃO

O processo de geração de gotas é denominado pulverização. O processo de pulverização tem início a partir da pressão de um líquido através de um bico. O potencial energia do líquido (medida como pressão do líquido para bicos hidráulicos ou líquido e pressão de ar para bicos de dois fluidos) junto com a geometria do bocal faz com que o líquido saia como pequenos ligamentos. Esses ligamentos então se quebram em fragmentos, que são denominados como gotas, gotículas ou partículas líquidas (AZEVEDO, 2006).

De forma, que o desempenho do bico propícia alterações no seu efeito final na eficiência do processo de aplicação, dentre os fatores mais importantes que são influenciados pelo desempenho do bico são o risco de deriva da pulverização, a quantidade e a distribuição do depósito no alvo e a absorção ou modo de ação do produto químico na superfície do alvo (FELIZARDO, 2013).

A pressão está presente em líquidos parados (estáticos) e é uma propriedade importante em hidrostática. Onde cada spray fornece uma variedade de tamanhos de gota, esse intervalo é referido como uma distribuição de tamanho de gota. Sendo, essa variável denominada automação, o spray devendo cobrir o alvo (solo ou vegetação) de gotas de tamanho idêntico, dependendo uma densidade muito precisa (AZEVEDO, 2006).

O volume adequado de um líquido de pulverização pode influenciar tanto os processos de formação de pulverização quanto o comportamento das gotas em contato com a superfície alvo. Se, portanto, uma mudança na formulação fornece uma distribuição de tamanho de gota maior, mas também aumenta a probabilidade de retenção do alvo, então o efeito geral pode ser uma melhoria na retenção em vez de uma deterioração que seria esperada a partir de medições da distribuição de tamanho de gota (CHAIM, 2009). Uma explicação simples desse processo é a quebra de um líquido à medida que sai de um orifício, assim, a distribuição do tamanho da gota está sujeito ao tipo de bico esse podendo variar significativamente de um tipo para outro.

A taxa de pulverização de o dispositivo de pulverização é ajustado em tempo real pela unidade de controle. Assim, o volume de pulverização é ajustado em função do seu tempo estimado, de acordo com os diferentes objetos da cultura, devido à

variabilidade de toda a seção do dossel e sua Densidade da folha, sprays precisos são necessários em todas as partes do dossel (FELIZARDO, 2013).

Outros fatores, como propriedades do líquido, capacidade do bico, pulverização a pressão e o ângulo de pulverização também podem afetar o tamanho da gota. Para maior eficiência da ação dos agrotóxicos, os alvos precisam ser definidos em termos de espaço e de tempo, de modo que os efeitos físicos de diferentes formulações têm efeitos substanciais no processo de formação da pulverização com todos os tipos de bicos de pulverização, de modo que o risco de deriva é alterado e pode haver implicações na retenção e eficácia do produto em algumas circunstâncias (CHAMIM, 2009, p. 19).

Dessa forma, compreender o tamanho da gota, a fim de avaliar e compreender com precisão os dados do tamanho da gota, todos os variáveis-chave, como tipo de bico, pressão, capacidade, propriedades do líquido e o ângulo de pulverização devem ser levados em consideração (EMBRAPA, 2006).

Ao se efetuar uma aplicação de defensivo agrícola, a finalidade é obter distribuição uniforme do produto em toda a área a ser tratada. Superfícies com quantidades de produto abaixo dos mínimos exigidos causam controle deficiente, como também quantidades excessivas podem causar desperdício de produto e problemas de fitotoxicidade, encarecendo o processo de aplicação (FELIZARDO, 2013).

A uniformidade de distribuição está intimamente ligada à regulagem perfeita do equipamento, à velocidade de trabalho e ao ajuste ao caminhamento da máquina no campo (CORTEIRO; BIFFE; CATAPAN, 2018). Portanto, o estudo prévio sobre as características da área (clima, relevo, tipo de solo), o alvo biológico a ser combatido, cálculos de perdas de aplicação do produto (medidas técnicas, análises de tamanho de gota e análise de dados e relatórios métodos), todos têm uma forte influência nos resultados da produção da cultura agrícola e no combate as doenças e pragas do cultivo.

2.2 TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM DE GOTAS

As técnicas de amostragem de gotas, são técnicas que pertencem ao estudo de amostra estratificada. Essa ciência permite a combinação de modelagem detalhada baseada em processos de deposição atmosférica e dados de

monitoramento dentro de uma estrutura probabilística para incorporar e propagar a incerteza associada às diferentes informações (WOJCIECHOWSKI, 2006).

A adoção de técnicas amostrais corretas das gotas para a aplicação podem efetivamente reduzir o risco ou a quantidade de deriva produzida nas aplicações de produtos fitossanitários. Os resultados combinados de amostragens referentes ao tamanho da gota é determinado por uma ação entre a inércia do fluido e a tensão superficial, o que permite a previsão do tamanho da gota a partir da geometria do bocal e a aspersão das gotas (PITA, 2015).

As metodologias experimentais adotadas por essa técnicas de amostragem estratificada, são denominados como espacial e de fluxo ou temporal (STOLFI, 2018). Assim, com o estudo da técnica de amostragem estratificada, torna-se possível realizar verificações sobre a existência da dependência espacial e/ou temporal das variáveis, com a aplicação de medidas estatísticas, como valor médio, variância, desvio padrão, dependência espaço-temporal, etc. Portanto, e possível utilizar essa ciência para o estudo de deriva de gotas de sprays na pulverização agrícola, com o mapeamento por técnicas de estimação ou de simulação (LACERDA, 2014).

2.2.1 Técnica amostral espacial

A técnica espacial (ou seja, distribuição espacial) está implícita quando uma coleção de gotas ocupando um determinado volume é amostrada instantaneamente. Geralmente, as medições espaciais são coletadas com o auxílio de meios holográficos, como fotografia de alta velocidade ou luz instrumentos de dispersão. Este tipo de medição é sensível ao densidade numérica em cada tamanho de classe e o número de partículas por unidade volume (LACERDA, 2014).

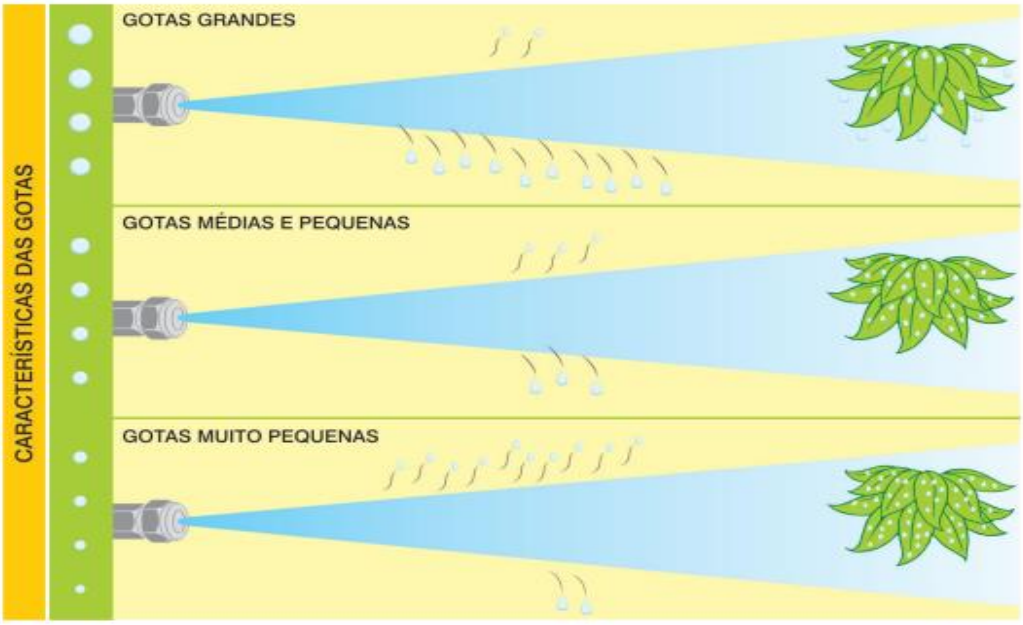
2.2.2 Técnica amostral de fluxo

A técnica de fluxo (ou seja, distribuição de fluxo) é quando as gotas individuais passam através da seção transversal de uma região de amostragem e são examinados durante um intervalo de tempo. As medições de fluxo são geralmente coletadas por instrumentos ópticos que são capazes de detectar quedas individuais, sendo essa medição sensível ao fluxo de partículas (ANDEF, 2010).

Normalmente, os bicos medidos usando a técnica espacial reportarão incide em menor média do que os bicos medidos usando o fluxo técnico. Os bicos de pulverização são acessórios para equipamentos de pulverização utilizados para pulverizar produtos fitofarmacêuticos. Um bico converte um jato de líquido em gotículas para que um produto fitoterápicos possa ser distribuído uniformemente sobre uma cultura. Sendo eles compostos estruturalmente pela junção de peças (corpo, peneira, ponta e capa), que são fixadas na barra de pulverização (LACERDA, 2014).

A Figura 1 apresenta a diversidade de tamanho de gotas em um jato de água, demonstrando ilustradamente a dispersão de partículas de gotas durante a aspersão de um liquido.

Figura 1- Características de dispersão das gotas.



Fonte: ANDEF, 2010.

Como é possível ver na Figura 1, a distribuição do fluxo pode ser transformada em uma distribuição espacial por dividindo o número de amostras em cada tamanho de classe pela média velocidade das quedas nessa classe de tamanho. De forma que se todas as gotas em um spray estão se movendo na mesma velocidade, o fluxo e as distribuições espaciais são idênticas.

Existem atualmente uma gama de diferentes tipos de pontas de pulverização, classificadas em função de regulador de aspersão para a formação das gotas. O comumente adotado em plantações são os pulverizadores hidráulicos possuem a

tecnologia de indução de ar podem resultar em ganhos significativos com a redução do volume de pulverização suscetível à deriva e tem sido adotado para redução da deriva (EMBRAPA, 2005).

Nesse método o líquido é exposto sob pressão é forçado através do bico, de tal forma que o líquido se espalha, formando uma lâmina que posteriormente se desintegra em gotas de diferentes tamanhos. Em uma ponta de pulverização não há a produção de gotas com tamanhos únicos, sendo assim, estabelecido três referências para o tamanho da partículas sendo elas classificadas como: fina, média ou grossa (SENAR, 2018).

> Gotas grandes (> 400 µm): são menos arrastadas pela deriva e apresentam menores problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo. Por outro lado, proporcionam menor cobertura da superfície a ser tratada e concentração de gotas por cm2, possuem baixa capacidade de penetração na cultura e elevam a possibilidade de escorrimento do produto nas folhas.
> Gotas médias (200-400 µm): possuem características intermediárias entre as grandes e as pequenas. Se não houver qualquer indicação na bula do produto fitossanitário, deve-se utilizar gotas de tamanho médio, com o objetivo de reduzir a probabilidade de erros na aplicação.
> Gotas pequenas (< 200 µm) são mais arrastadas pela deriva e apresentam grandes problemas com evaporação durante a aplicação. Porém, proporcionam cobertura do alvo e quantidade de gotas por cm2 normalmente altas (sob condições climáticas adequadas), possuem também alta capacidade de penetração na cultura e reduzem a possibilidade de escorrimento do produto nas folhas (ANDEF, 2010, p.10).

No entanto, o spray geralmente exibirá diferenças nas velocidades de queda que variam de tamanho de classe. Além disso, essas diferenças dependem do tipo de bico, capacidade e pressão de pulverização. A tabela abaixo lista o Diâmetro Mediano de Volume (VMD ou Dv0,5) em micrômetros (mícrons ou µm) para um único bico em condições idênticas usando amostras de fluxo e espaciais (AZEVEDO; FREIRE, 2006).

O Quadro 1, apresenta os valores de parâmetros adotados pelo estudo do Diâmetro Médio do Volume- DMV, para amostragens de fluxo e espacial.

Quadro 1- Diâmetro Médio do Volume- DMV, para amostragens de fluxo e espacial.

DIÂMETRO MÉDIO DO VOLUME	
FLUXO	ESPACIAL
650 µm	530 µm

Fonte: próprio autor, incorporando dados de Azevedo; Freire, 2006.

Para exemplo, condicionamento de gás, resfriamento ou processos semelhantes seriam melhor servido com uma técnica de amostragem espacial. Em aplicativos exigindo deposição de pulverização precisa, como pintura e agricultura pulverização, uma técnica de amostragem de fluxo seria mais apropriada. Onde os métodos de fluxo são mais sensíveis aos tamanhos e velocidades de gota individuais e fornecer os detalhes adicionais exigidos por alguns aplicativos (SENAR, 2018).

2.3 CARACTERÍSTICAS DA PULVERIZAÇÃO POR DIÂMETRO MÉDIO (DMV)

A terminologia é muitas vezes a principal fonte de discrepância e confusão em compreensão do tamanho da gota. Os diâmetros médio e característico são os diâmetros extraídos da distribuição do tamanho da gota (FERNANDES et. al., 2007).

Diâmetro médio do volume (também conhecido como DMV) é um meio de expressar o tamanho da gota em termos do volume de líquido pulverizado. O DMV é um valor onde 50% do volume total (ou massa) de líquido pulverizado é composto de gotas com diâmetros maiores que a mediana valor e 50% menor que o valor mediano. Isto é melhor usado para comparar o tamanho médio da gota de vários analisadores (AZEVEDO; FREIRE, 2006).

Todo processo de pulverização produz diâmetro de gotas de diferentes variados. De tal forma, que torna a avaliação da distribuição do produto no alvo de difícil definição, assim costuma-se utilizar duas referências de avaliação da efetividade da pulverização. Sendo o método denominado como DMV (Diâmetro Mediano Volumétrico) onde o quantitativo numérico de gotas e representado pelo meio do diâmetro das gotas, representado por gotas maiores do que o número referenciado e os outros por gotas menores (FERNANDES et. al., 2007).

A tecnologia de pulverização variável é baseada nas questões acima para tomar medidas de pulverização total, semi-pulverização, sem pulverização para lidar com, mas também de acordo com o grau de folhas grossas para ajustar a velocidade inicial do spray para alcançar penetração, melhora a taxa de adesão do pesticida, reduzindo assim a pressão de custo causada pela pulverização operações (ANDEF, 2004). Assim, as informações obtidas, são interpretadas e identificado o alvo, com analise da estrutura do alvo identificado e, em seguida, calculado a quantidade de

produto dispensado, reduzindo o impacto adverso do excesso de pesticidas sobre o ambiente o que reflete plenamente os benefícios sociais e ecológicos.

2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A EFICIÊNCIA DA PULVERIZAÇÃO

No que se refere a deposição das gotas no processo de atingir o alvo pela pulverização de produto, esse está sobre efeito das condições ambientais e mecânicas. Sendo as condições do ambiente: temperatura, pressão do ar, vento natural, crescimento da planta, densidade da planta). Já os fatores mecânicos estão interligados aos ajustes mecânicos dos maquinários e elementos integrados no processo de geração de gotas tais como os bicos dos aspersores (WOJCIECHOWSKI, 2006).

Entre os parâmetros de influência ambientais que podem ser escolhidos para a aplicação à velocidade do vento e à temperatura são parâmetros que o homem pode ter um relativo controle, com a escolha de horários onde o comportamento desses elementos desempenham menor influência no processo, entretanto, a estabilidade atmosférica, a umidade relativa e a eficiência de coleta de gotas pela cultura são fatores que não são passíveis de escolha. Os parâmetros mecânicos são de responsabilidade e controle humano onde o conhecimento sobre os produtos químicos, equipamentos e técnicas, auxilia no planejamento das aplicações para máxima eficiência (CHAMIM, 2009, p.31).

Diversos fatores podem ser culpados pelo amplo número de casos de insucesso ou da pequena eficiência da dispersão de gotas no alvo visado. Entre esses fatores pode ser apontados como principais influenciadores, a variedade de bicos e pontas de pulverização em relação ao tipo e diâmetro variado de orifícios e na inaptidão do profissional para estabelecer os melhores parâmetros para prover a melhor aspersão do produto, sem esse ser utilizado de forma errônea (AZEVEDO; FREIRE, 2006). Sendo essa desenvolvida de acordo com as características das safras e a diferença da requisitos de pulverização, através de coletado ou analisado através da plataforma modular com a maioria dispositivo adequado para detecção.

2.5 CONTROLE DE FLUXO DE PRESSÃO

Para reduzir os custos e erros de aplicação, é necessário o controlar o fluxo de pressão em cada bico de pulverização. Para isso, o controle de válvulas com alta frequência de comutação e modulação de largura de pulso (PWM) (SPRAYING SYSTEMS, 2007). Dessa forma, é possível controlar o fluxo e pressão de forma independente no ciclo de trabalho do sinal PWM, devido à possibilidade de desviar a resistência fluídica das válvulas.

A economia de custo, com a pulverização variável pode usar efetivamente as vantagens dos pesticidas, reduz muito a quantidade de pesticidas usados enquanto reduz o número de pulverizações, economizando recursos humanos e materiais, refletindo seus óbvios benefícios econômicos (EMBRAPA, 2015).

Para o controle de vazão por modulação de largura de pulso, é utilizado o sistema elétrico associado ao controle, tornando possível o controle da operação e mecanismo de ligação e desligamento do sistema de forma rápida, o que influencia no controle da taxa de vazão desempenhada no ciclo de aspersão (SPRAYING SYSTEMS CO., 2007). Dessa forma, quando a tecnologia de ajuste de pressão é adotada, a seção transversal da saída do bico é fixo, e o fluxo é ajustado ajustando a pressão do agroquímico líquido dispersado.

2.5.1 Bicos de Pulverização (Air Induction, 3D e Comparativos)

Os bicos de pulverização Air Induction (indução de ar) são os comumente mais utilizados visando a redução da deriva. Devido à capacidade dessas pontas em incorporam um orifício que permite a entrada de ar na câmara de mistura, onde o ar e líquido são combinados por turbulência, resultando assim, em uma mistura homogênea de ar e líquido o que atenuada a zona de estabilização de dispersão da mistura (CUNHA; RUAS; TEIXEIRA, 2007).

Nessa categoria de bico o fluxo de líquido e o tamanho da gota dependem da pressão e do tamanho do orifício restritor, reduzindo a deriva. No entanto, diferentes desenhos, interferem no espectro de gotas e, consequentemente, na incorporação de ar nas gotas, conferindo no espectro e na velocidade das gotas características desse modelo, o que pode resultar não só na redução da deriva, mas também na deposição da pulverização sobre o alvo desejado (MAIA; BORGES; BIANCHINI, 2013).

Os bicos leque 3D foram projetados para pulverizar com maior cobertura. Devido ao design dos bicos em formato inclinado, visando melhorar a cobertura em plantas verticais e coberturas superiores sob as culturas (BELAGRO, 2019).

Os bicos 3 D apresentam um mecanismo de regulagem sobre a inclinação e ângulo do ventilador integrados, possibilitando desenvolver a alternância no movimento de aspersão onde os bicos de pulverização 3D apertam o spray para diminuir substancialmente as pequenas gotas, resultando em menores percentuais de deriva potencial (CAMPO E NEGÓCIO, 2017).

Os bicos comparativos (pro cone vazio), proporcionam a formação de um jato de cone oco e uniforme. Sendo possível esse efeito em função das ranhuras em espiral nos bicos, o que garante uma rotação eficiente do líquido. Como resultado, a superfície de contato do líquido atomizado é significativamente aumentada com um espectro de gota notavelmente estreito. Isso possibilita a criação de condições favoráveis para a transferência do liquido (LUZ, 2019).

2.6 ESTUDO DA TECNOLOGIA DE PULVERIZAÇÃO EM TAXA VARIÁVEL

A pulverização variável inclui principalmente três fases: (1) A fase de detecção, obtendo a informação do alvo do spray; (2) O estágio de decisão de controle de pulverização, a análise das informações do alvo e o esquema de otimização; (3) A fase de pulverização, de acordo com a quantidade de pulverização necessária e líquido características, aplicação de pulverização variável (PEREIRA, 2006).

A pulverização em taxa variável proposta é uma técnica que varia a taxa de aplicação conforme o desenvolvimento da cultura e tem a possibilidade de controlar ervas daninhas de difícil controle (escapes) conforme cada talhão da lavoura. Esse método não considera a média de toda a lavoura, mas os dados gerados em cada ponto específico. Deste modo é possível evitar o desperdício de produtos ou o exagero dos mesmos na planta podendo gerar uma economia na aplicação em áreas desnecessárias lavoura (AGROPRESICION, 2018).

No entanto, a implementação de pulverização variável na fase de pulverização ainda é relativamente insuficiente. Na pulverização variável a cabeça é comparada ao bico fixo tradicional. "Fixo" significa a estrutura interna do bico em o trabalho é consertado. O aspersor variável é baseado no pulverizador convencional, sendo

sistemas geralmente são constituídos de tubulações, aspersores, moto bomba e acessórios (SILVA; FOLEGATTI; DUARTE, s.d.).

Os sistemas responsáveis pelas aplicações das taxas variáveis devem admitir o controle de infestação de plantas daninhas não uniformemente distribuídas no campo. Facilitar a aplicação sob condições variadas de temperatura, vento, velocidades, categoria de produto a variações sobre a aplicação das taxas ajustadas às necessidades da área e do cultivo da região (PEREIRA, 2006). Além disto, estes sistemas permitem a variação sobre a taxa de aplicação sem serem desenvolvidas alterações não planejadas para a combinação do sistema entre os bicos e as pressões.

Ajustando o diâmetro de entrada para alterar a forma como a velocidade do vento de saída do bico, e possível obter diferentes velocidades, concluindo-se que a velocidade muda na velocidade de saída do bico e na distribuição da pressão dinâmica do ar não teve efeito significativo de conclusão (MANTOVANI; QUEIROZ; DIAS, 1998).

Para um aspersor de irrigação variável de controle numérico, seu princípio é: água a pressão constante em uma tubulação de água, tubulação de água na saída de água por pulso de bocal de ar de alta pressão, controle numérico sistema de uma certa amplitude de onda quadrada para controlar o fluxo de ar (FRIZZONE, 2017). De modo que o desempenho do bico é influenciado pelo volume do tubo de armazenamento de água, a pressão do ar e da água, o ciclo de trabalho tempo e frequência, e a necessidade de compressores de ar adicionais.

3. METODOLOGIA

3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para a realização desse estudo e para a obtenção dos resultados relativos ao tema, foi utilizado o método de pesquisa referencial com abordagem qualitativo.

Através do estudo de caso, foi realizada através da observação e análise sobre a área e a verificação dos métodos e instrumentos de pulverização adotados em uma fazenda em Luís Afonso Guimarães- Bahia, assim, visualizar a influência sobre diferentes valores de taxas de aplicação a partir da utilização de diferentes bicos pulverizadores DMV. Possibilitando assim, a identificação da cobertura do produto pulverizado a partir das análises sobre os espectros de dispersão das gotas nessas áreas.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS

Para a pesquisa em questão, foi desenvolvida através dos dados obtidos do desenvolvimento da pulverização com as taxas de aplicação de 75 L/ha e 30 L/ha, onde foram adotadas três categorias de pontas de bicos pulverizadores (Air Induction; Comparativo; 3D) com vazões, pressões e velocidade de pulverizações distintas.

Os dados foram obtidas de uma fazenda localizada no município de Luís Eduardo Magalhães — Bahia (Latitude: 12° 05' 31'' S, Longitude: 45° 48' 18'' O, Altitude de 769 metros do nível do mar).

A pulverização na Fazenda, foi realizada no dia 24 de maio de 2022, com duração de trabalho em campo de 2 horas, no período vespertino entre 15:30 a 17:30 do período vespertino. E posteriormente análise computacional dos resultados coletados em campo. O experimento recorreu à aplicação da mistura de calda do produto Action, Kellus Zinco, Metomil e Score flex para a pulverização de campo.

3.3 AMOSTRAGEM E INSTRUMENTO DA COLETA DE DADOS E FORMA DE ANÁLISE

Esse estudo recorreu aos resultados obtidos a partir da pulverização de volumes e bicos diversificados, e utilização de papéis hidrossensíveis para

desenvolver a coleta de gotas.

Após a coleta desses papéis com os resultados amostrais das pulverizações esses papéis foram analisados por aplicativo e software (DropScopp) e disponibilizados os resultados referentes as variações DMV encontradas em cada amostra.

Para a elaboração das tabelas sobre os resultados das deposições de gotas sobre os papéis hidrosenssíveis, foi utilizado o Software Excel, buscando, um melhor gerenciamento dos resultados sobre os parâmetros de aspersão dos bicos de ponta.

Para discutir a qualidade da dispersão das gotas pelo seu tamanho (µm) foi utilizado o estudo desenvolvido por Román (2010), sobre as características de bicos de pulverização de energia centrífuga e hidráulica.

Para desenvolver as análises sobre as variáveis de vazões 30L/HA e 75L/HA, foram empregadas os cálculos segundo os conceitos de amostragem estratificada (influenciados pela distribuição espacial), para determinação dos parâmetros de média; mediana; desvio padrão; coeficiente de variação; valor mínimo; valor máximo e percentual.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 ETAPAS INICIAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO

O objetivo principal de uma pulverização agrícola consiste no desenvolvimento da aplicação do produto com quantidade mínima de ingrediente ativo sobre o alvo, visando a obtenção de uma maior eficiência sem que haja a contaminar as áreas adjacentes ou gastos excessivos de produto (CORDEIRO; COUTINHO; MOTTA, 2010). Dessa forma, a ADEF (2010) enfatiza que para galgar uma maior eficiência da aplicação é fundamental o desenvolvido uma seleção correta de equipamento, com o ajuste dos bicos da distância entre bicos, altura da barra, velocidade do trator e pressão de pulverização que produza gotas adequadas ao alvo.

Assim, como preparação prévia para o desenvolvimento do trabalho de pulverização, foi necessária uma organização e tratamento dos equipamentos e instrumentos utilizados em campo. Na fazenda, adotaram-se os seguintes parâmetros: barra com comprimento de 36 m com o total de 72 bicos, bocais de 50 cm de distância na lança, orientação para trás em um ângulo de 45° e altura da lança de 1,50 cm acima do nível do solo.

Foi acoplado a barra diretamente ao um suporte fixo do pulverizador, este possibilitando o espalhamento do produto. A figura 2, apresenta o maquinário utilizado para a aplicação do produto. Sendo esse o Pulverizador autopropelido da marca Jonh Deere, modelo 4630, ano 2012/12. Esse modelo dispõe de um sistema que possibilita o controle do fluxo e da pressão dos bicos pulverizadores durante o trabalho em campo.

Figura 2- Pulverizador autopropelido John Deere. Anexado a uma barra pulverizadora de 36 m.



Fonte: próprio autor,2022.

Foi desenvolvido os ajustes iniciais desenvolvidos na fazenda, para a verificação do funcionamento e ajuste da pressão e do funcionamento dos bicos pulverizadores. Assim, com o pulverizador regulado foi feita os ajustes para desenvolver a aplicação dos volumes de calda. Sendo o volume de calda ou taxa de aplicação a quantidade de calda, ou volume por L/ha.

De modo que, a escolha adequada da melhor dispersão da taxa de aplicação define a população de gotas quando associada a pressão do circuito hidráulico. Entretanto, um bom ajuste do dispositivo não é suficiente para garantir uma pulverização otimizada de seus produtos em suas lavouras.

Assim, a técnica de aplicação esteve sujeita ao monitoramento ambiental, para determinar as condições ambientais e efetuando adequações corretas, para a taxa de aplicação e do tamanho da gota, sem que essas variáveis do desempenho tanto do método de aplicação quanto ao produto fossem suficientes para promover uma interferência na pulverização do produto.

O volume de calda preparada na concentração que permita a deposição de um resíduo ideal para o controle da praga; precauções com as condições meteorológicas; identificação e conhecimento da biologia do alvo da aplicação; e, principalmente, adoção de uma prática de manejo integrado do problema fitossanitário. Assim, foram desenvolvidas concentrações variadas dos produtos para analisar a dispersão das gotas pelo com análise do método DMV.

De forma, que as variáveis da cultura (variedades fisiológicas), e as variáveis ambientais (velocidade do vento, umidade relativa, temperatura), com a conjuntura dessas são determinadas tamanho de gota e taxa de aplicação. Sem essa análise não há o controle da taxa de aplicação e muitas vezes o produto não consiga atingir o alvo.

4.2 AVALIAÇÃO DA DISPOSIÇÃO DAS GOTAS

Para a realização da avaliação da disposição das gotas pulverizadas foi adotado o método de análise através de resultados expressos pela deposição das gotas em papéis hidrossensíveis.

Os papéis hidrossensíveis foram fixos ao longo da área de cultivo de maneira direcionada, entre a plantação, com identificação da área onde foram fixos. Assim, foram coletadas amostras com as distribuições das gotas depositas nos papéis hidrossensíveis de modo que posteriormente essas formas são analisadas buscando determinar o tamanho das partículas de gotas, o comportamento de deposição e a dispersão a partir de diferentes taxas de volume de aplicação utilizados nesse estudo de campo os bicos (Air Induction; Comparativo; 3D).

Assim, a Figura 3 demonstra a fixação do papel hidrossenssível na área da fazenda onde seria posteriormente realizada a pulverização. Essa fixação recorreu ao auxílio de uma estaca metálica e um clip com o objetivo manter o papel fixo no local.

Figura 3- Método de fixação dos papéis hidrossenssíveis na área da fazenda.

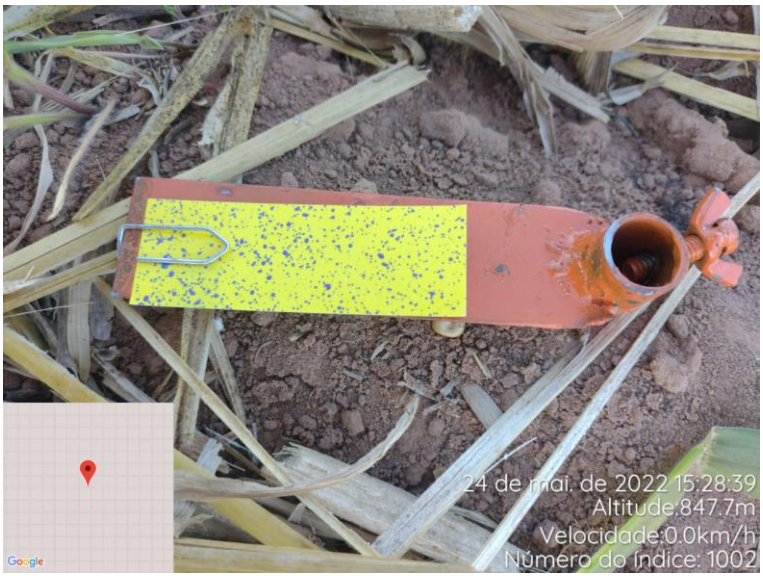


Fonte: próprio autor,2022.

Assim, a partir dessas modificações dos volumes de calda, resultaram na disseminação do produto pela espessura da gota com os parâmetros para taxa de aplicação em L/ha por tamanho de gota apresentaram diferentes categorias de padrões de gotas DMV (fina, média e grossa).

Desse modo, a Figura 4 expressa a coleta dos papéis hidrossensíveis após a pulverização da área.

Figura 4- Papéis hidrossensíveis.



Fonte: próprio autor,2022.

No instante em que um papel é pulverizado e observado uma maior dispersão das gotas, com diferenças expressivas de tamanho em toda a distribuição do papel, sendo que o quanto mais preciso for a escolha do alvo, maior será a eficiência da aplicação**.**

Na coleta com papel hidrosenssível buscou-se averiguar a quantidade e o tamanho das gotas para saber se é o suficiente para ter uma boa aplicação e eficácia, após essa coleta foram feitas leituras em um aparelho chamado DropScopp, aparelho utilizado somente para leitura dos papéis e saber a quantidade, qualidade, tamanho e quanto de princípio ativo estão sendo entregues na planta.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS PERTINENTES A PULVERIZAÇÃO AIR INDUCTION

Os bicos de indução ar (Air Induction) atuam quando o ar se une à molécula de água, resultando no aumento o tamanho da gota e aspersão do produto para as folhas (HANGER, 2019). Sendo eles os comumente são os mais utilizados.

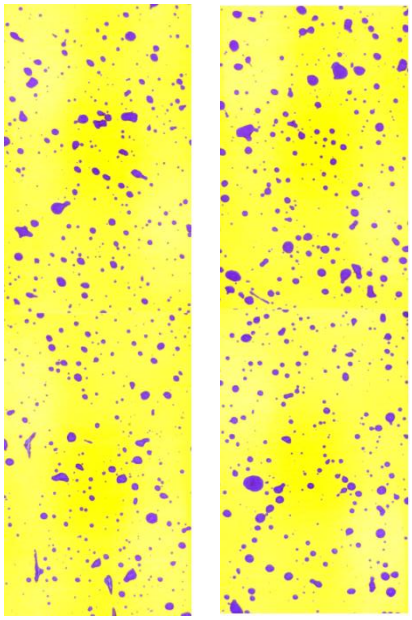
A pulverização por Air Induction foi desenvolvida com a coleta de duas amostras, sendo essa pulverização desenvolvida nos seguintes parâmetros ambientais de campo:

- Data e Horário: 24/05/2022 e 15:49:43;
- Taxa de Aplicação: 75,0 L/ha;
- Vazão do Pulverizador: 106,20 L/min;
- Velocidade do Vento: 8,0 km/h;
- Temperatura: 32 °C;
- Tipo de Pulverização: Terrestre;
- Pressão do Pulverizador: 3,76 bar;
- Velocidade do Pulverizador: 23,5 km/h;
- Direção do Vento: SE;
- Umidade do Ar: 40 %.

A partir, da aplicação na área e a coleta e análise dos papéis hidrossensíveis foram desenvolvidas os seguintes resultados. A figura 5 a seguir, expressa a dispersão de gotas representadas nos papéis hidrossensíveis após duas amostragens de pulverização com o uso dos bicos de Air Induction.

Figura 5- Representação dos espectros de gotas da pulverização por meio da utilização do bico Air Induction, nas amostras 1 e amostra 2.

AMOSTRA 1 AMOSTRA 2



Fonte: próprio autor,2022.

Analisando-as a olho nu é perceptível que em ambas as amostragens houve deposições de gotas em toda a área dos papéis e com múltiplos tamanhos de gotas, distribuídas desuniformemente em ambas as amostragens.

Na análise de dispersão das gotas da amostra 1, é visto variações, com diferenças expressivas de tamanho em toda a distribuição do papel. Isso deve-se sobretudo ao menor tamanho das gotas, resultando em uma maior possibilidade de deriva e perda por convicção isotérmica.

Observado da amostra 2, é visto uma maior taxa de espectro de gotas com maiores tamanhos sobre o alvo, com maiores distanciamentos entre elas. Entretanto, é notado aglomerados de gotas concentradas, apontando para uma deposição da mistura localizada em várias áreas.

A tabela 1, apresenta os resultados obtidos a partir da análise realizada por meio do aparelho DropScopp, onde são computados os dados provenientes da análise de software da quantificação e aspectos dos espectros de gotas depositadas sobre os pontos de amostragem com papéis hidrossensíveis. De forma, que a Tabela

1 representa os resultados obtidos a partir da primeira amostragem (amostra 1) de gotas, resultado da aplicação com os bicos Air Induction.

Tabela 1- Resultados gerais da aplicação com bicos Air Induction na amostra 1

RESULTADOS GERAIS			
Área Analisada	15,79 cm²	Área Coberta	5,94%
Volume Aplicado no Papel	24,2 L/ha	Densidade	52,89 gotas/cm²
Quantidade de Gotas	835	Amplitude Relativa	0,85
Coeficiente de Variação	68,64%	Potencial Risco de Deriva	1,53%
DMV	332,21 µm	D0.1	174,48 µm
D0.9	458,09 µm	DMV	120,38 µm
Classificação de Tamanho de Gota	Média	Maior Gota	575,75 µm
Menor Gota	24,74 µm	Diâmetro Médio	146,75 µm

Fonte: próprio autor, com uso do software DropScopp, 2022.

Os resultados obtidos na amostragem 1, indicaram valores de DMV entre os tamanhos das gotas com tamanhos que variaram entre o menor espectro de gota 120,38 µm e 332,21 µm maior espectro de gota. Apontando assim, espectro de gotas classificados como médio e grande, não apresentando um tamanho uniforme entre elas, essas não apresentam valores condizentes com espectros de gotas suscetíveis a fácil deriva, porém foram apresentadas gotas com tamanho não ideais para o objetivo da dispersão ideia sem formação de gotas de tamanhos grandes. Além disso, tamanhos de gotas maiores influenciam na menor eficiência de cobertura da superfície a ser tratada (ideal cobertura da área do papel em 60%), baixa capacidade de penetração na cultura e elevada possibilidade de escorrimento do produto nas deposições das folhas (BRAUN, et. al., 2014).

Já na segunda amostragem (amostra 2) é observado uma cobertura mais eficiente do papel, onde o parâmetro de área de cobertura supera a primeira amostragem. Entretanto, essa amostragem apresenta maior coeficiente de variação em função do tamanho das gotas pulverizadas, onde foram classificadas as gotas com tamanhos grossas. De forma que a Tabela 2 apresenta os dados quanto aos resultados obtidos nessa amostragem.

Tabela 2- Resultados gerais da aplicação com bicos Air Induction na amostra 2

RESULTADOS GERAIS			
Área Analisada	15,79 cm²	Área Coberta	7,59%
Volume Aplicado no Papel	35,5 L/ha	Densidade	49,28 gotas/cm²
Quantidade de Gotas	778	Amplitude Relativa	1,08
Coeficiente de Variação	71,59%	Potencial Risco de Deriva	0,91%
DMV	361,66 µm	D0.1	221,50 µm
D0.9	612,87 µm	DMV	131,40 µm
Classificação de Tamanho de Gota	Grossa	Maior Gota	880,56 µm
Menor Gota	24,74 µm	Diâmetro Médio	166,45 µm

Fonte: próprio autor, com uso do software DropScopp, 2022

Por meio dos dados expostos é possível concluir que entre às duas amostragens: a amostra 1, mesmo apresentando gostas de menores tamanhos, o que é necessário para uma maior cobertura da pulverização, sofreu mais pelo efeito da deriva, apresentando uma menor cobertura do papel hidrosenssível. Já a amostra 2 apresenta uma maior cobertura no papel hidrosenssível, porém apresenta DMV maior que a amostra 1, apontando para uma concentração maior na pulverização, o que também não é um resultando muito interessante na pulverização, já que quando maior o valor do DMV das gotas, menores são os resultados de dispersão da taxa de aplicação na área de cultivo.

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS PERTINENTES A PULVERIZAÇÃO BICOS 3D

Conforme a teoria a adoção de pontas de bicos 3D possibilita fornecer cobertura tridimensional em alvos verticais. Visando comprovar essa eficiência, foram adotadas as pulverizações por meio da ponta de bicos 3D, onde foram preservados a taxa de aplicação de calda de 75 L/ha, e condições ambientais semelhantes. Porém, parâmetros como vazão do pulverizador, pressão do pulverizador e velocidade do pulverizador, foram alterados.

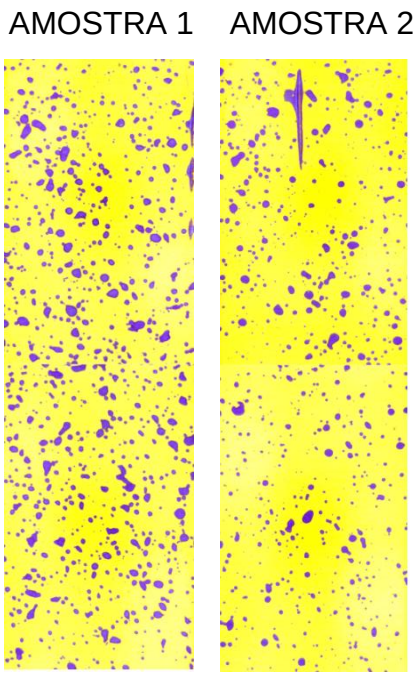
Os parâmetros iniciais de pulverização por meio das pontas de bico 3D, foram desenvolvidas a partir dos seguintes parâmetros:

- Data e Horário 24/05/2022: 15:38:05;

- Taxa de Aplicação: 75,0 L/ha;
- Vazão do Pulverizador: 105,60 L/min;
- Velocidade do Vento: 8,0 km/h;
- Temperatura: 32 °C;
- Tipo de Pulverização: Terrestre;
- Pressão do Pulverizador: 2,90 bar;
- Velocidade do Pulverizador: 22,2 km/h;
- Direção do Vento: SE;
- Umidade do Ar: 40 %.

Com isso, foram obtidas dispersões de gotas com comportamentos diferentes tanto em quesito sobre a distribuição de gotas como aos valores de diâmetros médios e densidade do processo de aspersão do volume de calda. Dessa forma, a Figura 6, expõe esse comportamento das gotas com ponta de bico pulverizador 3D, onde aponta o resultado sobre a deposição dos espectros de gotas em duas amostras (amostra 1 e amostra 2).

Figura 6- Representação dos espectros de gotas da pulverização por meio do 3D, nas amostras 1 e amostra 2.



Fonte: próprio autor,2022.

Na amostra 1 ocorre uma grande cobertura da área do papel pelo produto, com uma predominância das gotas classificadas como DMV médio (282,49 µm), sendo esse um tamanho para a pulverização que favorece uma menor risco de potencial deriva (0,84%), pois apresenta tanto uma baixa chance deriva do produto como também uma boa dispersão das gotas e deposição sobre as plantas no processo de aspersão.

Tabela 3- Resultados gerais da aplicação na amostra 1

RESULTADOS GERAIS			
Área Analisada	15,79 cm²	Área Coberta	12,43%
Volume Aplicado no Papel	48,9 L/ha	Densidade	97,03 gotas/cm²
Quantidade de Gotas	1532	Amplitude Relativa	0,95
Coeficiente de Variação	55,95%	Potencial Risco de Deriva	0,84%
DMV	282,49 µm	D0.1	174,48 µm
D0.9	443,77 µm	DMV	163,84 µm
Classificação de Tamanho de Gota	Média	Maior Gota	552,44 µm
Menor Gota	24,74 µm	Diâmetro Médio	167,27 µm

Fonte: próprio autor, com uso do software DropScopp, 2022.

Analisando-se a amostra 2, observa-se a desuniformidade da cobertura do papel hidrosenssível pela aspersão, com a ocorrência de menores tamanhos de gotas, podendo ser resultado do maior potencial de risco de deriva sobre essas gotas com menor diâmetro médio (145,32 µm).

Tabela 4- Resultados gerais da aplicação na amostra 2

RESULTADOS GERAIS			
Área Analisada	15,79 cm²	Área Coberta	7,34%
Volume Aplicado no Papel	29,0 L/ha	Densidade	72,90 gotas/cm²
Quantidade de Gotas	1151	Amplitude Relativa	0,97
Coeficiente de Variação	63,57%	Potencial Risco de Deriva	1,45%
DMV	297,50 µm	D0.1	163,84 µm
D0.9	453,32 µm	DMV	131,40 µm
Classificação de Tamanho de Gota	Média	Maior Gota	529,02 µm
Menor Gota	24,74 µm	Diâmetro Médio	145,32 µm

Fonte: próprio autor, com uso do software DropScopp, 2022.

Apesar de um comportamento com tanta diversidade se em comparação com a amostra 1, os resultados obtidos no que contemplam a classificação de tamanho de gota e o DMV foram semelhantes como a primeira amostra: classificação de tamanho de gotas média e DMV de 297,50 µm, valor esse pouco maior do que da amostra 1.

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS PERTINENTES A PULVERIZAÇÃO COMPARATIVO COM 30 L/HA E PONTA PIXEL NITRO

A ponta de pixel nitro visa produzir um padrão muito uniforme quando sobrepostos corretamente. Para essa análise foram adotados os seguintes parâmetros para a pulverização:

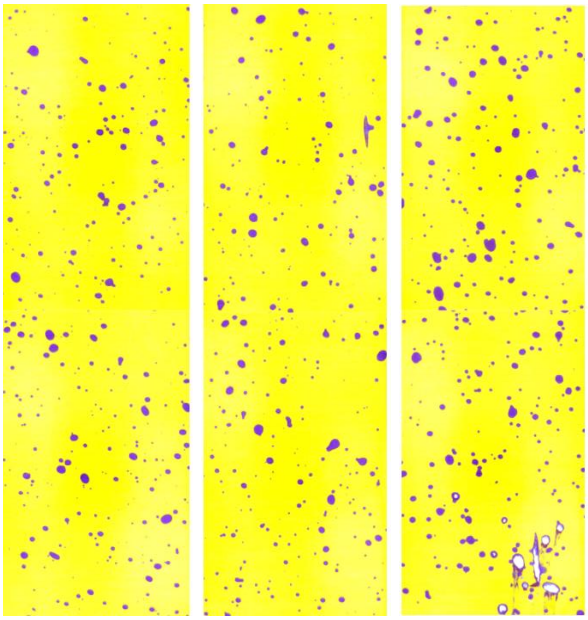
- Data e Horário 24/05/2022: 17:23:20;
- Taxa de Aplicação: 30,0 L/ha;
- Vazão do Pulverizador: 40,00 L/min;
- Velocidade do Vento: 0 km/h;
- Temperatura: 0 °C;
- Tipo de Pulverização: Terrestre;
- Pressão do Pulverizador: 2,00 bar;
- Velocidade do Pulverizador: 22,7 km/h;
- Direção do Vento: SE;
- Umidade do Ar: 0 %.

Essa avaliação com 30 L/HA, ao contrário das anteriores análises contempla 3 amostras, sendo essa amostragem extra desenvolvida em função da detecção da necessidade de um parâmetro para prover uma alteração significativa nas amostras, desde que os 2 primeiros papéis sem Action e o último papel com adição de Action Gold na dose de 1 ml/lt de água.

Dessa forma, a figura 7 traz a representação sobre os espectros de gotas da adoção da pulverização com 30 L/ha com aspersão pelo bico de ponta de pixel nitro.

Figura 7- Representação dos espectros de gotas da pulverização por meio do comparativo com 30 l/ha e ponta pixel nitro, nas amostras 1, amostra 2 e amostra 3.

AMOSTRA 1 AMOSTRA 2 AMOSTRA 3



Fonte: próprio autor,2022.

De forma, que analisando as figuras das amostras 1 e 2 não é de fácil estabelecer a precisão dos tamanhos de gotas (estando entre diâmetros de gotas pequenas e médias), assim observar-se uma desuniformidade quanto a cobertura e o diâmetro médio das gotas. Já na amostra 3 é possível detectar uma variação, principalmente da quantidade de gotas com diâmetro maiores, se comparado a amostra 1 e 2. Isso em função da adição de Action Gold na dose de 1 ml/lt de água.

A tabela 5 apresenta os resultados gerais necessários para fazer uma avaliação concreta sobre a eficiência da aspersão sobre a amostragem 1, sendo essa de fundamental importância, principalmente pelo fato da difícil análise visual do comportamento da distribuição de gotas sobre o papel hidrosenssível.

Tabela 5- Resultados gerais da aplicação na amostra 1

RESULTADOS GERAIS			
Área Analisada	15,79 cm²	Área Coberta	3,09%
Volume Aplicado no Papel	11,8 L/ha	Densidade	27,17 gotas/cm²
Quantidade de Gotas	429	Amplitude Relativa	0,94
Coeficiente de Variação	65,26%	Potencial Risco de Deriva	1,43%
DMV	302,49 µm	D0.1	174,48 µm
D0.9	458,09 µm	DMV	131,40 µm
Classificação de Tamanho de Gota	Média	Maior Gota	481,85 µm
Menor Gota	24,74 µm	Diâmetro Médio	148,80 µm

Fonte: próprio autor, com uso do software DropScopp, 2022.

A partir dos resultados apresentados na tabela 5 que não houve um bom resultado quanto a cobertura da área, sendo ela equivalente a apenas 3,09% da área analisada, resultando também em baixos resultados quanto a densidade, quantidades de gotas e amplitude relativa. Além desses pontos negativos é observado um valor significativamente alto em relação ao potencial risco de deriva do produto, comprometendo a eficácia da aplicação do produto é o beneficiamento do cultivo.

A amostra 2 apresenta um resultado semelhante à amostra 1, entretanto mesmo que em pouca diferença a amostra 2 apresenta um melhor resultado quando observado o valor superior quanto ao DMV (317,39 µm), indicando uma melhor eficiência quanto ao tamanho das gotas geradas. Entretanto, quando observados os resultados quanto a área coberta, densidade e quantidade de gotas esse apresenta menores valores, o que demonstra que mesmo essa amostra apresentando menor potencial risco de deriva devido suas maiores gotas, nessa amostra ocorreu uma menor deposição de gotas, podendo essa ser efeito de aspectos no momento de aspersão como ocorrência de maior vento ou mesmo uma falha momentânea do contínuo funcionamento do trajeto de aspersão do maquinário.

Desse modo, a tabela 6 expõe os dados quanto aos resultados obtidos para a deposição de gotas no papel hidrosenssível na aplicação do produto na amostra 2.

Tabela 6- Resultados gerais da aplicação na amostra 2

RESULTADOS GERAIS			
Área Analisada	15,79 cm²	Área Coberta	3,05%
Volume Aplicado no Papel	12,3 L/ha	Densidade	26,35 gotas/cm²
Quantidade de Gotas	416	Amplitude Relativa	0,97
Coeficiente de Variação	61,78%	Potencial Risco de Deriva	1,24%
DMV	317,39 µm	D0.1	169,17 µm
D0.9	477,11 µm	DMV	131,40 µm
Classificação de Tamanho de Gota	Média	Maior Gota	533,71 µm
Menor Gota	24,74 µm	Diâmetro Médio	155,01 µm

Fonte: próprio autor, com uso do software DropScopp, 2022.

Por fim, a amostragem 3 foram obtidos os melhores resultados quanto a aspersão com o uso de bico de pontas pixel nitro, onde apesar da classificação de tamanho de gotas apontar para tamanhos de diâmetro grosso, esse apontou maior área de cobertura, melhor densidade gotas/ cm², maior número de gotas, melhor valor de DMV e um menor potencial risco de deriva. Sendo esses valores apresentados na tabela 7.

Tabela 7- Resultados gerais da aplicação na amostra 3

RESULTADOS GERAIS			
Área Analisada	15,79 cm²	Área Coberta	5,73%
Volume Aplicado no Papel	23,4 L/ha	Densidade	41,61 gotas/cm²
Quantidade de Gotas	657	Amplitude Relativa	0,93
Coeficiente de Variação	71,99%	Potencial Risco de Deriva	0,79%
DMV	342,06 µm	D0.1	195,54 µm
D0.9	514,91 µm	DMV	142,31 µm
Classificação de Tamanho de Gota	Grossa	Maior Gota	608,24 µm
Menor Gota	24,74 µm	Diâmetro Médio	154,27 µm

Fonte: próprio autor, com uso do software DropScopp, 2022.

Apesar de ser o melhor resultado dentre as amostragens, esses resultados ainda não é o ideal, pois com a classificação de gotas como grossa, ainda se tem o risco da não absorvição do produto pela planta e o risco de escorrimento do produto para solo, significando o uso ineficaz da pulverização.

4.6 ANÁLISE SOBRE AS VARIAÇÕES EM FUNÇÃO DAS VAZÕES

Para o desenvolvimento de uma análise sobre as variações analisadas em função das vazões 70 e 30 L/HA, foram empregados métodos estatísticos, visando uma melhor análise e visualização dos resultados obtidos a partir dos resultados provenientes de densidade, diâmetro médio, volume aplicado no papel e DMV das amostragens (BRAUN, et. al., 2014). Sendo, essas analisadas de forma que o volume das vazões foram o foco, não a ponta de bico empregada.

De tal modo, que os resultados analisados segundo as vazões de 70 L/HA e 30 L/HA estão expostos na tabela 8.

Tabela 8- Análise descritiva das variáveis analisadas segundo as vazões

VAZÃO 75L/HA							
	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Mínimo	Máximo	P
Densidade	68.02	62.89	21.95	0.322685689	49.28	97.03	0
Diâmetro médio	156.45	156.60	12.04	0.076972391	145.32	167.27	0
Volume aplicado no papel	34.40	32.25	10.72	0.311584878	24.20	48.90	0
DMV	318.47	314.86	35.54	0.111585894	282.49	361.66	0
VAZÃO 30L/HA							
	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Mínimo	Máximo	P
Densidade	35.74	34.39	10.68	0.298764115	26.35	47.82	0
Diâmetro médio	145.87	151.54	13.92	0.095460771	125.4	155.01	0
Volume aplicado no papel	16.85	16.10	5.73	0.339906198	11.8	23.40	0
DMV	334.56	329.73	32.25	0.096395387	302.49	376.28	0

Fonte: próprio autor, referência para cálculos Silva; Fernandes; Almeida (2015).

A partir da análise sobre a interpretação dos resultados pelas vazões, é possível observar valores pontuais que variam entre os melhores parâmetros para a eficiência do sistema pulverizador, o que torna a análise de maior complexidade em função de vantagens e desvantagens da representatividade de cada aspecto analisado (Densidade, diâmetro médio, volume aplicado no papel e DMV) para a melhor distribuição da aspersão.

Contudo, é observado dentro da análise estatística nos resultados da vazão de 75 L/HA apresenta melhores resultados quanto aos parâmetros de Densidade, diâmetro médio, volume aplicado no papel. Já na análise do DMV esse apresenta resultados de mínimo e máximo que contempla a formação de gotas com classificação entre médias e grossas, o que o ideal seria valores que se enquadrassem como valores médios.

Na análise da vazão de 30 L/HA são apresentados valores inferiores nos parâmetros, densidade, diâmetro médio, volume aplicado no papel, e como ocorreu na vazão de 75 L/HA, os resultados referentes ao DMV também apresentaram variações entre classificações de gotas médias e grossas.

De tal modo, estabelecendo uma relação entre todos os parâmetros analisadas entre as vazões de 30 L/HA e 75 L/HA, os resultados da utilização de vazão de 75 L/HA, apresenta melhores resultados quanto a análise estatística dos principais parâmetros para o desenvolvimento de uma pulverização agrícola eficiente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da eficiência na aplicação dos defensivos agrícolas no campo, assim como, a maior segurança do aplicador e a proteção do meio ambiente serão obtidos mediante melhoria nos processos de aplicação. Portanto, é necessário um aperfeiçoamento da técnica de pulverização para obter um menor desperdício de defensivos e alcançar o sucesso da utilização dos abrasivos, utilizando-se as quantidades suficientes para minimizar os impactos ocasionados pelo uso desequilibrados dos produtos.

Sendo assim, o estudo demonstrou a necessidade de adequação do meio de utilização de defensivos agrícolas, para melhor atender os interesses do agricultor e tornar a tarefa de aplicação dos produtos mais simples e eficaz. Realçando que se trata de aperfeiçoamento de uma técnica já utilizada e eficaz, mas que para melhor manejo agropecuário e econômico torna-se necessário o seu melhoramento e consequentemente o aumento da eficácia no campo.

Neste viés foi necessário a análises prévias sobre as condições ambientais e os fatores culturais, voltando assim, esses resultados para o aperfeiçoamento da pulverização das plantações e melhoramento no uso dos abrasivos, para diminuição dos impactos econômicos e ambientais no campo. Nesse contexto, são indispensáveis estudos e análises de campo que contemplem desde a utilização dos bicos até a distribuição dos agrotóxicos no alvo, utilizando para tanto o sistema de diâmetro médio volumétrico (DMV) que utilizasse da caracterização das massas em segmentos distintos (gotas finas e grossas), sendo que no processo de aplicação ambos devem ser similares.

Demostrando que entre o estudo desenvolvido sobre diferentes pontas de bicos pulverizadores e a análise estática das vazões de aplicação de 30 L/HA e 75 L/HA, para essa área específica foi obtido melhores resultados quando foi adotado as vazões de 75 L/HA para a pulverização do produto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL- ANDEF. **Manual de tecnologia de aplicação**. 1 ed. Linea Creativa, Campinas- SP, 2004. Disponível em:< http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Leitura%20-%20Manual%20Tecnologia%20de%20Aplicacao.pdf>. Acesso em: 16 de set. 2021.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL- ANDEF. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários.** 1 ed. Linea Creativa, Campinas- SP 2010, 52 p.

AGROPRESICION. **Como a taxa variável de pulverização pode potencializar a eficiência de controle.** 2018. Disponível em:< https://www.agroprecision.com.br/como-a-taxa-variavel-de-pulverizacao-pode-potencializar-a-eficiencia-de-controle/>. Acesso em: 15 de out. 2021.

AZEVEDO, Francisco Roberto de; FREIRE, Francisco das Chagas Oliveira. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. 1° ed. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza - CE, Dez. 2006. Disponível em:< https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/426350/1/Dc102.pdf>. Acesso em: 04 de set. 2021.

BEL AGRO. **Bicos de pulverização**: saiba quais são os tipos e o que analisar para escolher o melhor. 2019. Disponível em:<https://blog.belagro.com.br/bicos-de-pulverizacao/>. Acesso em 06 de jul. 2022.

BRAUN, M.; PINTRO, T. C.; BIER, V. A.; MAGGI, M. F. **Comparação de pulverização de baixa (60 L ha-1) com alta vazão (170 L ha-1) em pulverização de barras.** Acta Iguazu, v.3, n.3, Cascavel- PR, p. 11-22, 2014.

CAMPO E NEGÓCIO. **Jacto lança bico de pulverização J3D.** 2017. Disponível em:<https://revistacampoenegocios.com.br/jacto-lanca-bico-de-pulverizacao-j3d/>. Acesso em 06 de jul. 2022.

CHAIM, Aldemir. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasilia, DF, 2009. Disponível em:< file:///C:/Users/amand/Downloads/CNPMA-MAN.-DE-TEC.-DE-APLIC.-DE-AGROT.-09-2.pdf>. Acesso em: 21 de out. 2021.

CONTIERO, Robinson Luiz; BIFFE, Denis Fernando; CATAPAN, Valdenir. **Tecnologia de Aplicação**. EDUEM, 2018, pp. 401-449. Disponível em:<https://doi.org/10.7476/9786586383010.0015>. Acesso em: 08 de out. 2021.

CORDEIRO, C. A. M.; COUTINHO, P. O.; MOTTA, F. M. **Regulagem e calibração de pulverizadores agrícolas.** COMAM, 2018. Disponível em:< https://www.docsity.com/pt/regulagem-e-calibracao-dos-pulverizadores-agricolas/4719813/>. Acesso em: 19 de jun. 2022.

CUNHA, J. P. A. R.; RUAS; A. A. R.; TEIXEIRA, M. M. **Distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato cônico vazio com indução de ar analisada em mesa de prova e simulação computadorizada.** Revista Ceres, v. 54, n. 311, jan./fev., 2007, p. 40-46.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Como funcionam os herbicidas da biologia à aplicação**. Berthier, 2005. 152p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Comportamento dos herbicidas no ambiente.** Documento n° 160, Embrapa Hortaliças, 2018, 30 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Manejo integrado de pragas reduz aplicações de defensivos em quase 50%.** 2015. Disponível em:<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2634688/manejo-integrado-de-pragas-reduz-aplicacoes-de-defensivos-em-quase-50>. Acesso em: 22 de maio de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 47 p.

FELIZARDO, Kleber Romero. **Modelagem e controle preditivo de um sistema de pulverização com injeção direta**. Tese (título em Ciências) – Escola de engenharia de São Carlos/ Universidade de São Paulo- USP. São Carlos- SP, p. 143, 2013.

FERNANDES, Ana P.; PARREIRA, RENATA S.; FERREIRA, MARCELO C.; ROMANI, GUSTAVO N. **Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização**. Eng. Agric., Jaboticabal, v.27, n.3, p.728-733, set./dez.2007.

FILHO, José Eustáquio Ribeiro; SILVEIRA, Maria Ferreira Jardim da. **Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado**. Revista. Economia sociologia rural, ed. 50. Dez. 2012.

FONTELLES, Mauro José. **Metodologia de pesquisa científica: Diretrizes para elaboração de um protocolo de pesquisa**. Revista Paraense de Medicina, 2009.

FRIZZONE, José Antônio. **Necessidade de água para irrigação.** Departamento de Engenharia de Biossistemas– ESALQ/USP, Piracicaba – SP, 2017. Disponível em:< http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/TEXTO_COMPLEMENTAR_2_-_NECESSIDADE_DE_AGUA_PARA_IRRIGACAO.pdf>. Acesso em: 08 de out. 2021.

HARGER, N. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos.** Material didático, centro Universitário Integrado.2019. Disponível em:< https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Tecnologia+de+aplica%C3%A7%C3%A3o+de+agrot%C3%B3xicos+-+Nelson+Harger.pdf/16477002-37b0-0d09-a994-2e41a4f574a5>. Acesso em: 17 de jun. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA- IPEA. **Agrotóxicos no brasil**: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. 2019. Disponível em:< http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9371/1/td_2506.pdf>. Acesso em:12 de mar. 2022.

LACERDA, Sanchez de Castro Lacerda. **Aplicação de solução aquosa na pulverização com atomizador costal motorizado**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Goiás. Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 2014. Disponível em:< https://www.bdtd.ueg.br/bitstream/tede/205/2/SANCHEZ_DE_CASTRO_LACERDA_M_E_A.pdf>. Acesso em: 12 de out. 2021.

LUZ, G. R. **Principais tipos de bicos para pulverização agrícola.** Mais soja, 2019. Disponível em:<https://maissoja.com.br/principais-tipos-de-bicos-para-pulverizacao-agricola/>. Acesso em: 06 de jul. 2022.

MAIA, J. C. S.; BORGES, P. H. M.; BIANCHINI, A. **Eficiência de diferentes pontas de pulverização utilizadas na dessecação do milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke)**. Revista Multitemas, n. 43, Campo Grande- MS, p. 117-131, jan./jun. 2013

MANTOVANI, Evandro Chaturni. QUEIROZ, Daniel Marçal; DIAS, Gutemberg Pereira. **Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão.** Embrapa-milho e sorgo, 1998. Disponível em:< file:///C:/Users/amand/Downloads/Maquinasoperacoes.pdf>. Acesso em: 19 de out. 2021.

PEREIRA, Flávio José de Sousa. **Sistema de comutação de pontas na barra de pulverização para ajuste do tamanho de gotas às condições climáticas e aplicação em taxas variáveis.** Tese (título em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista- UNESP. Botucatu – SP, p. 133, 2006.

PITA, Javier Dias. **Distribuição espacial da deriva de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da laranja.** Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, 2015. Disponível em:< https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/132173/000855287.pdf;jsessionid=66CB267D216F9AF40B324A7E7F40B318?sequence=1>. Acesso em: 19 de out. 2021.

PRODONOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ª. ed. Novo Hamburgo : Feevaale, 2013, p. 128.

ROMÁN, R. A. A. **Estudo das características de tamanho de gotas de bicos de pulverização de energia centrífuga e hidráulica na cultura do algodoeiro**. Dissertação (mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp. Jaboticabal – SP, p. 124, 2010.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL- SENAR. **Mecanização**: operação de pulverizador de barras tratorizado. Brasília: Senar, 2018. 184 p.

SILVA, Vital Pedro da; FOLEGATTI, Marcos Vinícius; DUARTE, Sérgio Nascimento. **Irrigação por aspersão localizada.** Faculdade de engenharia de Ilha Solteira-UNESP, Departamento de fitossanidade e engenharia rural dos solos, s.d. Disponível em:<https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/curso1.htm>. Acesso em: 02 de set. 2021.

SILVA, J. L. C.; FERNANDES, M. W.; ALMEIDA, R L. F. **Estatística e Probabilidade**. EdUECE, 3. ed. Fortaleza- CE, 2015, 125 p.

SPRAYING SYSTEMS. **A importância do tamanho da gota.** Spraying Systems co. 2007. Disponível em:< https://www.spray.com.br/literature_pdfs/Portuguese/LI017-BR_Importancia-tamanho-de-gota.pdf>. Acesso em: 20 de set. 2021.

SPRAYING SYSTEMS CO. **Guia para o Controle de Vazão Modulado por Largura de Pulso.** Spraying Systems Co. 2007. Disponível em:< https://www.spray.com.br/Literature_PDFs/Portuguese/TM414-BR_PWM_Flow_Control.pdf>. Acesso em: 01 de nov. 2021.

STERN, Nicholas Herbert. **O caminho para um mundo mais sustentável**. Tradução Ana Beatriz Rodrigues. Editora: Elsevier, Rio de Janeiro, 2010.

STOLFI, Guido. **Amostragem espacial e temporal**. – EPUSP, cap. 3, 2016. Disponível em:<https://www.lcs.poli.usp.br/~gstolfi/PPT/APTV0316.pdf>. Acesso em: 01 de nov. 2021.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. **Mudança Tecnológica na Agricultura**: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. Revista de economia e sociologia rural, v. 50, ed 4, Piracicaba-SP, p. 721-742, out./dez. 2012.

WOJCIECHOWKI, Julio Cesar. **Geoestastística aplicada ao estudo das características físico-químicas do solo em áreas de floresta estacional decidual.** Mestrado (título em Geomática) - Universidade Federal de Santa Maria-UFSM. Santa Maria- RS, p. 103, 2006.