

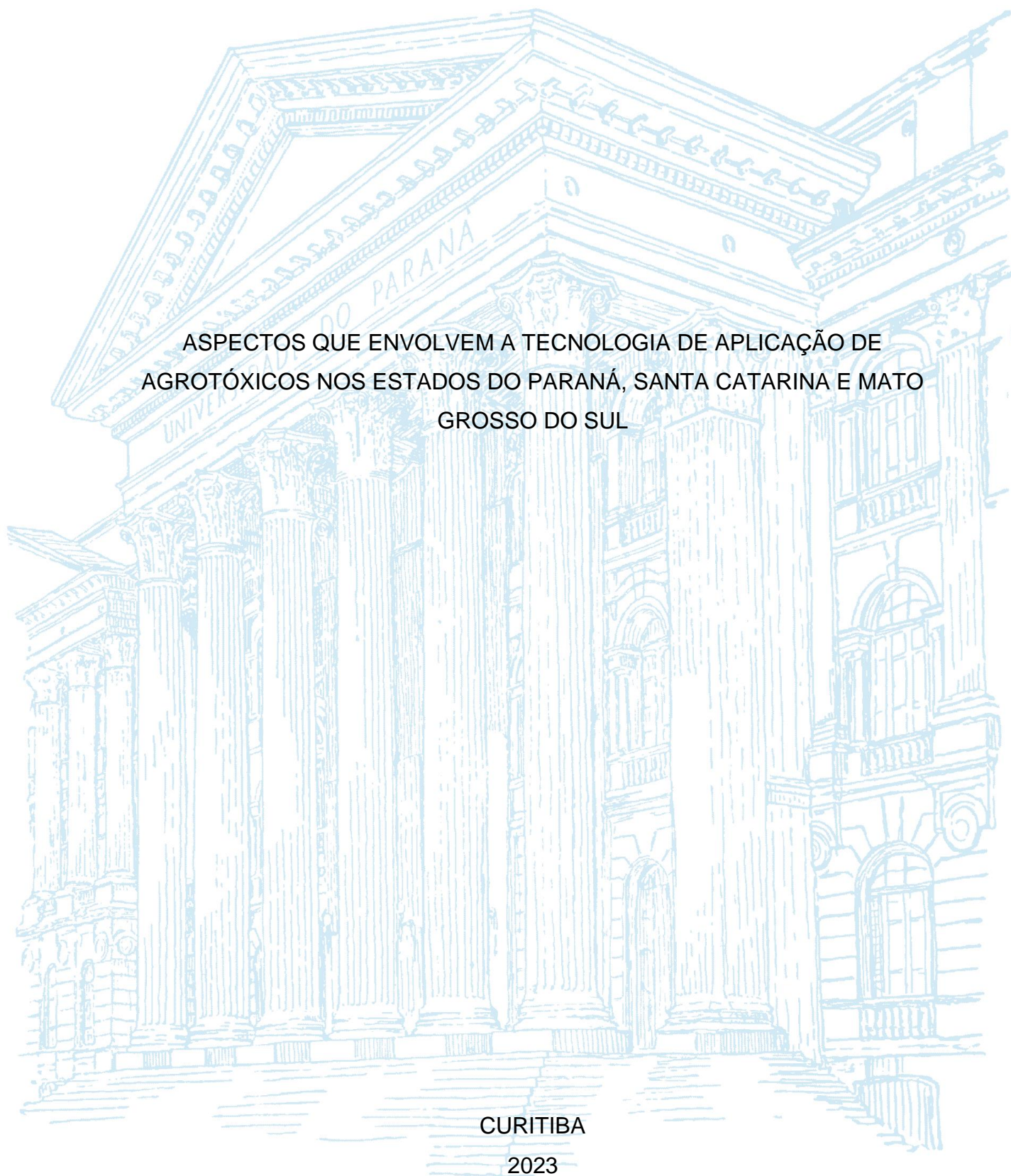
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MATEUS WILHELM

ASPECTOS QUE ENVOLVEM A TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE  
AGROTÓXICOS NOS ESTADOS DO PARANÁ, SANTA CATARINA E MATO  
GROSSO DO SUL

CURITIBA

2023



MATEUS WILHELM

ASPECTOS QUE ENVOLVEM A TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE  
AGROTÓXICOS NOS ESTADOS DO PARANÁ, SANTA CATARINA E MATO  
GROSSO DO SUL

TCC apresentado ao curso de Pós-Graduação em Fitossanidade, Setor de Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira

CURITIBA

2023

## RESUMO

O presente trabalho refere-se à avaliação dos aspectos que envolvem e tecnologia de aplicação de agrotóxicos utilizada por produtores rurais distribuídos em três Estados. O objetivo foi aprimorar as técnicas e uso dos equipamentos disponíveis, aliando segurança com eficiência para possibilitar melhor controle do alvo e uma conseqüente maior rentabilidade e sustentabilidade da agricultura nesta região. Este levantamento foi feito através do Programa Super Gota da Spraytec que visitou produtores que utilizam as mais diversas tecnologias de aplicação e suas particularidades, com imparcialidade no tipo de propriedade ou de máquina a ser inspecionada. Para gerar os resultados foi realizado a Inspeção Periódica de Pulverizadores (IPP) em diversos equipamentos por meio de avaliações quantitativas e qualitativas respondidas. Os resultados demonstram que nenhuma das propriedades visitadas os pulverizadores apresentam 100% em conformidade com os parâmetros avaliados. Os resultados mais expressivos são a ausência de conhecimento de uso adequado de EPIs (100%), aplicações sem levar em consideração as condições de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento e desconhecimento de equipamentos para monitoramento (90%), falta de treinamento dos funcionários envolvidos (74%), dificuldade na escolha das pontas de pulverização (67%), desconhecimento da ordem adequada para preparo de produtos. Todas as avaliações são extremamente relevantes, simples, e de baixo custo para serem adequados. Conclui-se o baixo entendimento da tecnologia de aplicação por meio dos envolvidos e a importância do treinamento para melhorar a eficiência e reduzir o risco da atividade agrícola.

Palavras-chave: Inspeção Periódica de Pulverizadores (IPP); Tecnologia de aplicação; Segurança de trabalho; Sustentabilidade da agricultura.

## **ABSTRACT**

The present work refers to the evaluation of the aspects that involve and technology of application of pesticides used by rural producers distributed in three States. The objective was to improve the techniques and use of available equipment, combining safety with efficiency to enable better target control and consequent greater profitability and sustainability of agriculture in this region. This survey was carried out through Spraytec's Super Gota Program, which visited producers who use the most diverse application technologies and their particularities, with impartiality in the type of property or machine to be inspected. To generate the results, the Periodic Inspection of Sprayers (IPP) was carried out in several equipment through quantitative and qualitative evaluations answered. The results show that none of the properties visited and the sprayers are 100% in compliance with the evaluated parameters. The most expressive results are the lack of knowledge of the proper use of PPE (100%), applications without taking into account the conditions of temperature, relative humidity and wind speed and lack of knowledge of equipment for monitoring (90%), lack of training of the employees involved (74%), difficulty in choosing spray nozzles (67%), lack of knowledge of the proper order for preparing products. All assessments are extremely relevant, simple, and low cost to be adequate. It concludes the low understanding of the application technology by those involved and the importance of training to improve efficiency and reduce the risk of agricultural activity.

**Keywords:** Periodic Inspection of Sprayers (IPP); Application technology; Work safety; Agriculture sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCAIS DAS PROPRIEDADES RURAIS VISITADAS.....	11
FIGURA 2 – TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS ENVOLVIDOS NA APLICAÇÃO .....	15
FIGURA 3 – ENTREGA DE CERTIFICADOS DE TREINAMENTO DOS FUNCIONÁRIOS.....	16
FIGURA 4 – FITA INDICADORA PARA CONFERÊNCIA DO pH DA ÁGUA UTILIZADA PARA PULVERIZAÇÃO .....	16
FIGURA 5 – PREPARAÇÃO DA CALDA DE APLICAÇÃO.....	17
FIGURA 6 – FILTRO EM MAU ESTADO DE CONSERVAÇÃO .....	18
FIGURA 7 – (a) VAZAMENTO NA BARRA DE PULVERIZAÇÃO (b) BARRA DE PULVERIZAÇÃO DESALINHADA .....	21
FIGURA 8 – PULVERIZADOR COM MÚLTIPLAS OPÇÕES DE PONTAS.....	21

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – DISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO COM PONTAS DESGASTADAS E ENTUPIDAS.....	19
GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO AFETADA POR FILTROS DE LINHA PARCIALMENTE OBSTRUÍDOS.....	19
GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO EM PONTAS DE PULVERIZAÇÃO DESGASTADAS .....	22

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

EPI	- Equipamento de Proteção Individual
IPP	- Inspeção Periódica de Pulverizadores
PPE	- Personal Protective Equipment
pH	- Potencial Hidrogeniônico
PSI	- (Pound-Force per Square Inch) que significa libra-força por polegada quadrada
UR	- Umidade Relativa do Ar

## LISTA DE SÍMBOLOS

® - marca registrada



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>13</b>
3.1 DEFINIÇÃO DE ALVO, PRODUTO E MOMENTO .....	14
3.2 TREINAMENTOS DOS FUNCIONÁRIOS.....	14
3.3 QUALIDADE DA ÁGUA E PREPARO DA CALDA.....	16
3.4 AVALIAÇÃO DOS PULVERIZADORES.....	17
3.5 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS .....	22
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>25</b>
<b>ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO</b> .....	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira é uma das principais atividades econômicas do país, contribuindo significativamente para a geração de renda e emprego, e para o abastecimento alimentar da população.

Dentro da produção agrícola, a tecnologia de aplicação de agrotóxicos é um aspecto fundamental, pois influencia diretamente a eficiência do controle de pragas, doenças e plantas invasoras, além de afetar a segurança do operador, dos alimentos e do meio ambiente. Esta deve ser realizada de forma a evitar perdas de produto, contaminação do meio ambiente, e sem causar prejuízo a culturas vizinhas e ao próprio homem (SILVEIRA et al.; 2006).

Para que a máxima eficiência na aplicação seja alcançada, diversos aspectos devem ser considerados, tais como: escolha, manutenção e calibração do equipamento de aplicação, condições climáticas, escolha do produto adequado, técnica de aplicação e escolha do momento correto para se aplicar (ANDEF; 2004)

Existem diversas técnicas e equipamentos disponíveis para se aplicar defensivos agrícolas. Além disso, a regulagem correta dos equipamentos é fundamental para garantir a uniformidade da aplicação e evitar perdas por deriva, evaporação ou escorrimento.

A avaliação da tecnologia de aplicação de agrotóxicos empregada pelos produtores é de extrema importância para garantir a eficácia bem como para evitar o desperdício de defensivos agrícolas, a contaminação ambiental e os riscos à saúde humana.

A inspeção periódica do pulverizador (IPP) é primordial para garantir o sucesso da aplicação de agroquímicos pois, realizando esta tarefa se determina as melhores condições operacionais da máquina (GANDOLFO e OLIVEIRA, 2006). Por isso, é fundamental que os equipamentos estejam em boas condições de uso e que sejam selecionados de acordo com a cultura, condições climáticas e tipo de agrotóxico utilizado.

Esta avaliação pode ser feita por meio de vários métodos, como a análise da uniformidade de distribuição dos defensivos na cultura, a verificação da taxa de aplicação e a observação da qualidade da deposição do produto nas folhas das plantas (CONTIERO, 2018).

Os principais problemas encontrados nos pulverizadores estão relacionados as pontas de pulverização desgastadas, aplicação de doses diferentes às recomendadas, vazamentos no sistema de pulverização e falta de treinamento e segurança aos operadores (POVH; et al., 2019).

Ao avaliar a tecnologia de aplicação utilizada pelos produtores, é possível identificar problemas como a utilização de equipamentos desatualizados, a falta de manutenção adequada dos pulverizadores, o uso de bicos de pulverização inadequados para o tipo de defensivo agrícola e as condições climáticas, entre outros fatores (ANTUNIASSI e GANDOLFO, 2005).

O treinamento de operadores contribui para a otimização de recursos e para o aumento da eficácia na aplicação, uma vez que permite utilizar os produtos corretamente, evitando perdas de produtividade (FREITAS et al., 2019). Além disso, um operador treinado consegue identificar e corrigir possíveis falhas no equipamento, bem como fazer a manutenção preventiva, garantindo o bom funcionamento do equipamento.

O objetivo deste trabalho é avaliar a tecnologia de aplicação empregada pelos produtores rurais e, com isto, aprimorar as técnicas e uso dos equipamentos disponíveis, aliando segurança com eficiência para possibilitar melhor controle do alvo. Isto possibilitará uma melhor qualidade dos alimentos produzidos, protege o meio ambiente e a saúde humana, além de contribuir para a sustentabilidade da agricultura.

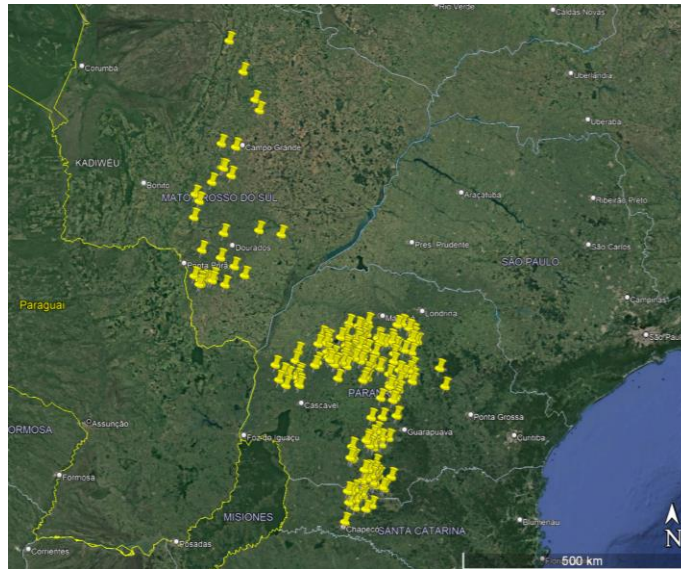
## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

As avaliações foram realizadas através do Programa Super Gota da empresa Spraytec® em produtores de uma Cooperativa que atua na região Centro-Sul do Brasil. Este Programa tem como objetivo a avaliação dos pulverizadores e demais aspectos que norteiam a tecnologia de aplicação de agrotóxicos.

O critério para a determinação de local se deu por demanda do próprio produtor, indicação técnica do corpo técnico da cooperativa ou funcionário Spraytec que atendem as diferentes regiões. Tivemos desta forma total imparcialidade quanto aos produtores visitados, tipo de propriedades ou tipo de máquina a ser inspecionada, assim como descrição quanto as informações obtidas.

Foram realizadas 186 visitas nas propriedades rurais de produtores entre março de 2022 e fevereiro de 2023. Destes, 143 no Estado do Paraná, 29 no Estado do Mato Grosso do Sul e 14 no Estado de Santa Catarina, como pode ser observado na Figura 1 abaixo.

FIGURA 1 – LOCAIS DAS PROPRIEDADES RURAIS VISITADAS



FONTE: Google Earth (2023)

Neste período, foram visitadas diferentes regiões, com produtores que utilizam as mais diversas tecnologias de aplicação e suas particularidades. Nestas, foram avaliados 252 pulverizadores de barras de diversas marcas, modelos e tamanhos atingindo diretamente mais de 165 mil hectares.

O deslocamento foi feito com veículo equipado com os seguintes materiais:

- Medidor de temperatura, umidade do ar e velocidade do vento digital da marca Akrom® modelo KR825;
- Medidor de pressão na ponta de pulverização da marca Magnojet® de até 150 PSI;
- Fluxômetro digital (Fluxin®) para medir fluxo em litros por minuto de cada ponta de pulverização;
- Pontas de demonstração das marcas Jacto®, Magnojet® e Teejet®;
- Fitas medidoras de pH MQuant® Merck;
- Máquina demonstrativa de um sistema de pulverização de fabricação própria.

As avaliações consistiram em um questionário respondido pelos operadores e/ou proprietário das máquinas e pela inspeção periódica de pulverizadores (Gandolfo, 2002). Inicialmente, foi feita a vistoria completa do pulverizador.

As informações coletadas seguiram as instruções propostas por Gandolfo (2002). obtendo-se dados sobre: identificação da máquina e sua marca/modelo; espaçamento entre bicos, características de manutenção e uso, pontas, filtros, e monitoramento de condições climáticas.

Após a descrição do equipamento, conforme proposto por Koch (1996) e Huyghebaert et al. (1996), as avaliações foram realizadas do ponto de vista qualitativo do estado geral do pulverizador, e quantitativo sobre parâmetros de distribuição da vazão nas pontas de pulverização. As avaliações foram realizadas seguindo a metodologia proposta por Gandolfo (2002), com algumas alterações.

A presença e verificação do funcionamento correto do manômetro foi avaliada com o auxílio de um manômetro de barra, pulverizador em pressão mediana de trabalho, onde podíamos comparar a pressão apresentada em ambos. Quando a diferença era superior a 5 PSI ou presença de outros defeitos recomendava-se a substituição do manômetro.

Para determinação da vazão individual por pontas de pulverização, o pulverizador foi acionado nas mesmas condições utilizadas em trabalho, levando em consideração, o fabricante e o modelo da ponta conforme sugerido por Dedordi et al. (2014). Com ele acionado e na pressão mediana de trabalho, geralmente 45 PSI, lida por um manômetro de barra, se fazia a calibração do equipamento em uma ponta aleatória da barra e após lia-se todas as pontas de pulverização.

A avaliação de vazão de cada ponta foi realizada utilizando o aparelho FLUXIN®, aparelho que possui um fluxômetro digital. Após as informações da máquina e da simulação de pulverização inseridas no aplicativo Fluxin® foi feita a calibração do mesmo para leitura. A leitura de cada ponta é realizada em 5 (cinco) segundos e enviadas em tempo real para o celular através do sinal sem fio *Bluetooth*.

Ao final, é gerado um relatório completo das aferições. Com base nas medições é possível detectar as condições das pontas (desgastada, entupida e ótima).

O aplicativo dá acesso ao histórico das leituras, aos relatórios gerados além de possibilitar regular o pulverizador por pressão e constante, gerar cálculo de

produtos por tanque (receitas agrônomicas) e calcular altura da barra dos pulverizadores.

O limite aceitável do coeficiente de variação na distribuição da vazão das amostras é de 10%, sendo este em menos de 10% das pontas realizava a verificação, limpeza e se necessário a troca destas. Para uma quantidade superior a esta, a sugestão era a substituição de todas as pontas, conforme metodologia descrita em Machado (2014).

Ao final o relatório do equipamento gera um gráfico em que pode se identificar facilmente as pontas que estão em bom estado de funcionamento e deverão ser mantidas (erro de volume menor do que 10% em comparação com a média de todas as pontas) ou aquelas que estão danificadas e que deverão ser substituídas.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A aplicação agrícola é uma operação extremamente complexa com muitos fatores envolvidos. Esta não se inicia no momento de formar a calda que será aplicada, mas sim, na definição da real necessidade desta aplicação.

Desta forma, o Programa baseia-se que para realizar uma aplicação de agrotóxicos de qualidade atingindo seus objetivos, os produtores precisam seguir as seguintes etapas:

1° - Preciso aplicar: Quais alvos, estágio de desenvolvimento da cultura, infestação ou ocorrência da praga, planta daninha ou doença?

2° - O que e quando aplicar: Quais produtos trarão os melhores benefícios perante os alvos encontrados na lavoura neste momento?

3° Como vou aplicar: Qual a tecnologia de aplicação em meu pulverizador que irá permitir que a maior quantidade de produto chegue ao alvo desejado e com adequada distribuição?

4° Posso aplicar: As condições climáticas estão adequadas para a realização desta operação?

5° Quem irá aplicar: As pessoas que operam o pulverizador e fazem a calda estão preparadas para definir e obedecer às etapas anteriores?

A correta definição destes aspectos permitirá maior eficiência e segurança na aplicação de defensivos agrícolas nas lavouras, os resultados abaixo descritos se baseiam neles.

### 3.1 DEFINIÇÃO DE ALVO, PRODUTO E MOMENTO

Um monitoramento correto considera a espécie e estágio de desenvolvimento da cultura, a presença, densidade e a distribuição da população-alvo (pragas, doenças ou plantas daninhas) e as condições ambientais, como temperatura, umidade e vento (RENA et al., 2016). Com base nessas informações é possível definir os defensivos agrícolas adequados para o controle das espécies identificadas.

Neste aspecto 14% das propriedades não faziam um correto levantamento dos alvos, e conseqüentemente do produto e momento de se realizar a aplicação. A principal explicação para este erro é a falta de treinamento dos funcionários envolvidos na aplicação agrícola que será abordada abaixo.

### 3.2 TREINAMENTOS DOS FUNCIONÁRIOS

No levantamento realizado pelo Programa, 74% dos funcionários ligados a pulverização agrícola não receberam nos últimos dois anos um treinamento sobre tecnologia de aplicação. A maioria deles apenas recebe direcionamentos quando há a troca de máquinas na propriedade, mas nada específico sobre o amplo tema.

Para Figueiredo et al. (2020), treinar estes funcionários permite que eles adquiram conhecimentos sobre as características dos produtos utilizados, funcionamento do equipamento, condições climáticas adequadas para a aplicação, alvo, e cuidados com a segurança pessoal e do meio ambiente.

Esta manutenção envolve a troca regular de peças desgastadas, como os bicos de pulverização e as mangueiras, além da limpeza do pulverizador após cada uso (FANCELLI, 2015).

Conforme o exposto por estes autores, treinar os funcionários envolvidos tem como resultado maior eficácia e segurança na aplicação de agrotóxicos. Para atender esta necessidade abordamos todos os aspectos que envolvem a tecnologia de aplicação durante o Programa como pode ser observado na Figura 2 abaixo.

FIGURA 2 – TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS ENVOLVIDOS NA APLICAÇÃO



FONTE: De autoria própria (2022)

Em trabalho realizado por Vicente et al. (1998), foram entrevistados trabalhadores de 3.000 propriedades paulistas, mais de 56% nunca haviam recebido treinamento para o uso agrotóxicos. Este é um problema que existe até hoje e, devido a isto, até dezembro de 2026 todos os aplicadores precisam receber treinamento para poder exercer sua função envolvida na pulverização agrícola (MAPA, 2022).

Um aspecto que chama atenção é que todos os operadores recebem o conjunto de EPI adequado a sua função, porém, 100% destes não os utilizam de forma adequada. Esta situação é grave pois, em qualquer pulverização, os operadores ficam sujeitos ao contato com o produto, seja direto ou pela deriva ocorrida entre a ponta de pulverização e o alvo. Em torno de 150 a 200 mil pessoas sofrem intoxicações agudas por ano, devido ao contato inadequado com agrotóxicos (GARCIA e ALVES FILHO, 2005). Muitas dessas intoxicações se devem as condições inadequadas de uso das tecnologias disponíveis para pulverização de agrotóxicos.

Entregamos para as propriedades visitadas uma placa de uso correto do EPI e um certificado de participação no Programa, como mostra a Figura 3 abaixo:



FIGURA 3 – ENTREGA DE CERTIFICADOS DE TREINAMENTO DOS FUNCIONÁRIOS



FONTE: De autoria própria (2022)

### 3.3 QUALIDADE DA ÁGUA E PREPARO DA CALDA

A qualidade da água utilizada para preparar a calda de pulverização pode ser medida através do pH e dureza, pois estes fatores influenciam no desempenho dos agroquímicos (CONTIERO, et al., 2018). Águas mais alcalinas favorecem hidrólise das moléculas, tendendo a ter maior dificuldade de absorção pelo alvo, diminuindo a eficácia do ingrediente ativo (VARGAS e ROMAN, 2006). Neste aspecto apenas 8% da água das propriedades apresentava pH acima do neutro, as demais entre 4,0 e 7,0 que de grosso modo, é o mais indicado para a aplicação de todos os agrotóxicos e afins demonstrado na Figura 4 abaixo.

FIGURA 4 – FITA INDICADORA PARA CONFERÊNCIA DO pH DA ÁGUA UTILIZADA PARA PULVERIZAÇÃO



FONTE: De autoria própria (2023)

Em relação a forma e ordem de adição do produto à calda de aplicação, 66% das propriedades faziam de forma errada quando comparado as indicações feitas no manual técnico para subsidiar a mistura em tanque de agrotóxicos e afins, publicado por Gazziero et al. 2021. Falta-se cuidado com a agitação da calda e taxa de aplicação em que ela é preparada, pois, muitas vezes os funcionários a preparam

em um volume de água muito inferior ao que será diluída, tendo a possibilidade de acarretar incompatibilidade física e/ou química da mistura.

Na Figura 5 abaixo, diluiu-se em 200 litros de calda produtos que iriam em 3000 litros no pulverizador. Isto aumenta muito a chance de a calda ter algum tipo de reação de incompatibilidade e conseqüente perda dos princípios ativos nela existentes, devendo ser evitada.

FIGURA 5 – PREPARAÇÃO DA CALDA DE APLICAÇÃO



FONTE: De autoria própria (2022)

### 3.4 AVALIAÇÃO DOS PULVERIZADORES

Todos os pulverizadores possuem a mesma função, que é transformar uma calda em gotas através das pontas de pulverização. O que muda entre um e outro é a tecnologia nele embarcada e a finalidade de seu uso. Esta irá definir qual serão os seus componentes móveis e a sua calibração.

No que diz respeito aos componentes de um pulverizador, vários aspectos foram observados. O primeiro deles foi a limpeza do sistema de pulverização. A limpeza é fundamental para se ter eficácia da aplicação de agrotóxicos, protegendo o meio ambiente e a saúde humana. Mesmo os pulverizadores sendo limpos para a avaliação, 35% deles tinham filtros ou pontas sujas em mais de 5% dos componentes do sistema de pulverização.

Segundo Lopes et al. (2019), a falta de limpeza adequada pode levar à contaminação cruzada de produtos aplicados em diferentes áreas, além de contribuir para a formação de resíduos nos equipamentos e reduzir a eficiência da aplicação. A limpeza deve ser realizada imediatamente após a aplicação, utilizando-se água limpa em quantidade suficiente para remover todo o produto residual.

Outra pesquisa realizada por Souza et al. (2017) aponta que a limpeza adequada do pulverizador agrícola pode reduzir em até 80% a contaminação de águas superficiais e subterrâneas por agrotóxicos. Portanto, a limpeza do equipamento deve ser uma prática constante e prioritária para os produtores rurais.

Em relação aos manômetros, foi encontrado problema em 30% dos manômetros. Até o ano de 2004, resultados gerados por Antuniassi e Gandolfo (2004) mostraram que 96,7 % dos pulverizadores no Paraná/São Paulo/Mato Grosso do Sul apresentavam manômetros inadequados. A menor porcentagem por mim encontrada se deve ao fato de que as máquinas avaliadas tinham pouco tempo de uso onde o manômetro estava em perfeito estado como mostra a Figura 6 abaixo.

Avaliando-se os filtros, foram encontrados problemas em 36% dos casos, sendo no principal, de linha ou de pontas: ausência, tela furada, rasgada ou em péssimo estado de conservação (Figura 6), e conseqüentemente não estava realizando sua função adequadamente.

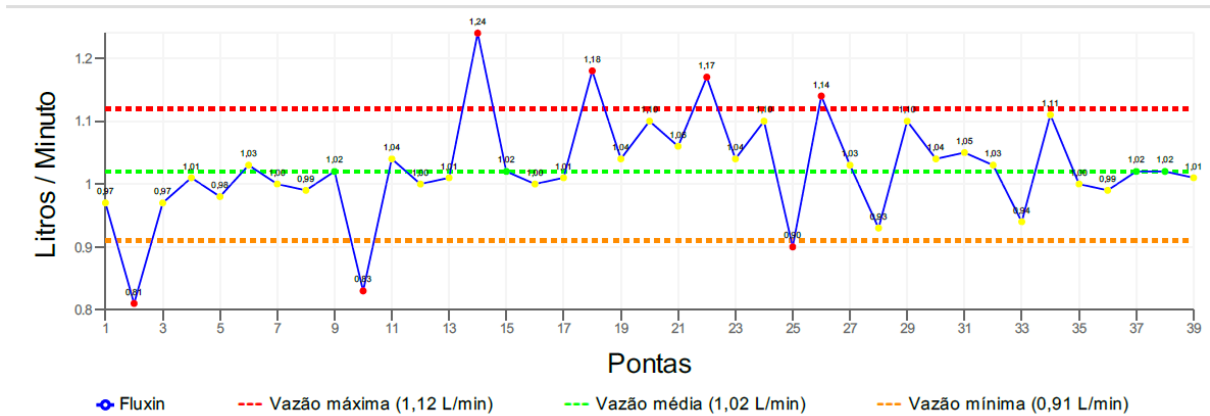
FIGURA 6 – FILTRO EM MAU ESTADO DE CONSERVAÇÃO



FONTE: De autoria própria (2023)

Em nenhuma hipótese os filtros são dispensáveis. Um exemplo disto é que a maioria dos produtores não utilizam filtro na ponta quando faziam uso de uma ponta cônica, pois, dizem que esta não tem risco de entupir. Os resultados das avaliações mostraram que em todos estes casos houve variação considerável na distribuição da vazão de cada ponta conforme o Gráfico 1 abaixo.

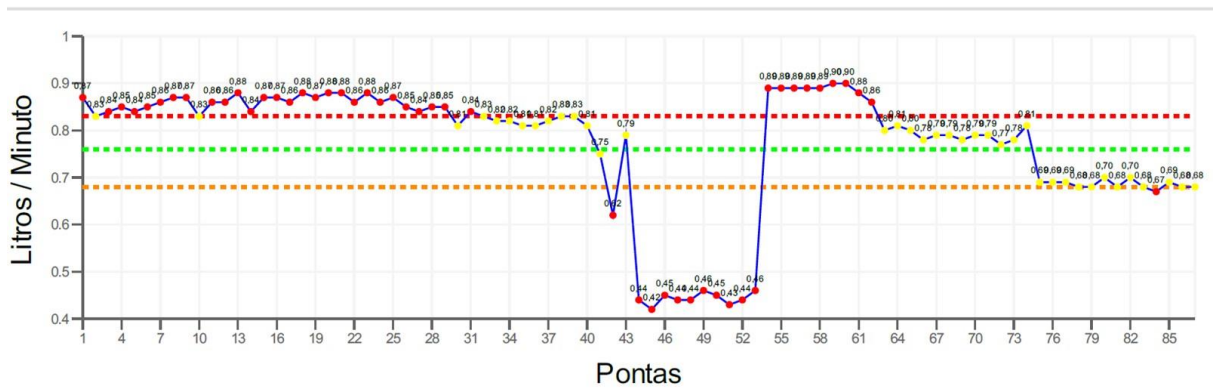
GRÁFICO 1 – DISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO COM PONTAS DESGASTADAS E ENTUPIDAS



FONTE: De autoria própria (2023).

No Gráfico 2 abaixo, percebe-se a importância do funcionamento adequado dos filtros de linha.

GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO AFETADA POR FILTROS DE LINHA PARCIALMENTE OBSTRUÍDOS



FONTE: De autoria própria (2023).

Neste caso se observa que as seções estão com vazões diferentes, mesmo, todas elas ligadas ao mesmo tempo. Isto ocorreu devido aos filtros de linha estarem parcialmente entupidos afetando o fluxo de calda no sistema. Comparando se a seção com a maior vazão média com a menor, houve praticamente o dobro de volume de diferença. Isso possivelmente acarretou falhas no controle do alvo.

Em levantamento realizado por Gandolfo (2001), 47,4 % não utilizavam filtros de linha, e das máquinas que o possuíam, 22,5 % apresentavam algum tipo de dano no filtro. Neste mesmo estudo a ocorrência de vazamentos foi observada em 56,6 %

dos pulverizadores inspecionados. Os vazamentos são a principal causa da perda de produtos podendo acarretar a necessidade da reaplicação (Dorow,2015).

A correta calibração dos pulverizadores é primordial para que o controle fitossanitário seja eficiente (ALVARENGA e CUNHA, 2010). Encontrei diferença de vazão com diferença de 5% do almejado em 5% das máquinas avaliadas. Em relação a calibração desta vazão nas seções dos pulverizadores o problema foi encontrado em 27% delas.

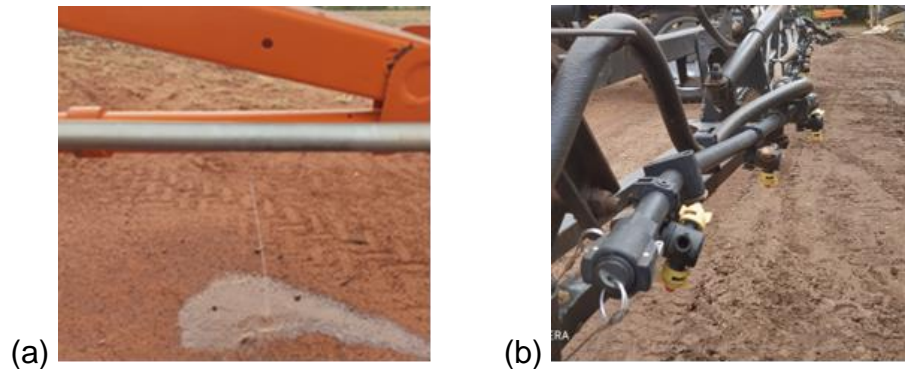
Este resultado é diferente do encontrado por Antuniassi & Gandolfo (2004) no Estado do Paraná, onde 80% dos pulverizadores inspecionados foram constatados erros na taxa de aplicação. Minha conclusão para esta diferença é que quase a totalidade das máquinas avaliadas trabalham por sistema de fluxômetro onde a vazão é compensada conforme a velocidade da máquina.

A calibração das seções se torna relevante quando se desliga uma ou mais delas. Isto faz com que as seções ligadas apresentem vazões diferentes da almejada podendo causar problemas de controle do alvo ou fito intoxicação da cultura que está sendo aplicada.

O sistema anti-gotejo serve para impedir o gotejamento da calda na ponta de pulverização após o desligamento da bomba hidráulica. Problemas neste sistema foi encontrado em 15 % das máquinas avaliadas. Este resultado corrobora com o estudo realizado por Alvarenga e Cunha (2010) onde 15,38% dos pulverizadores testados tinham problema neste sistema.

As máquinas novas apresentam padrões de qualidade adequados, mas, em pouco tempo de uso, estes equipamentos apresentam problemas decorrentes do uso incorreto e/ou da falta de manutenção (GANDOLFO; 2001). Um destes problemas são os vazamentos (Figura 7 - a) e o alinhamento da barra de pulverização (Figura 7 - b), este encontrado em 8% e 15% das máquinas avaliadas, respectivamente. A implicação disto é a chance de maior perda do produto aplicado. Neste sentido, a IPP é uma ferramenta importante na melhoria da qualidade das aplicações.

FIGURA 7 – (a) VAZAMENTO NA BARRA DE PULVERIZAÇÃO (b) BARRA DE PULVERIZAÇÃO DESALINHADA



FONTE: De autoria própria (2022)

A relação as pontas de pulverização, a falta de opções foi o fator mais relevante nas propriedades visitadas, correspondendo a 67%. Este, é o mais importante componente do sistema de pulverização, pois regula a vazão, o tamanho das gotas e a forma do jato de aplicação (CHRISTOFOLETTI, 1999). O sucesso no controle do alvo se torna possível com a utilização de pontas de pulverização com distribuição transversal uniforme, espectro de gotas semelhante e de tamanho adequado (CUNHA, 2003). Desta forma o correto é se ter algumas opções para as diferentes culturas/alvos buscando a melhor eficiência e segurança em todas as aplicações.

A Figura 8 abaixo demonstra um pulverizador com pontas para os mais diferentes alvos, condições de clima e produtos que se bem utilizadas possibilitam o máximo aproveitamento dos produtos aplicados.

FIGURA 8 – PULVERIZADOR COM MÚLTIPLAS OPÇÕES DE PONTAS

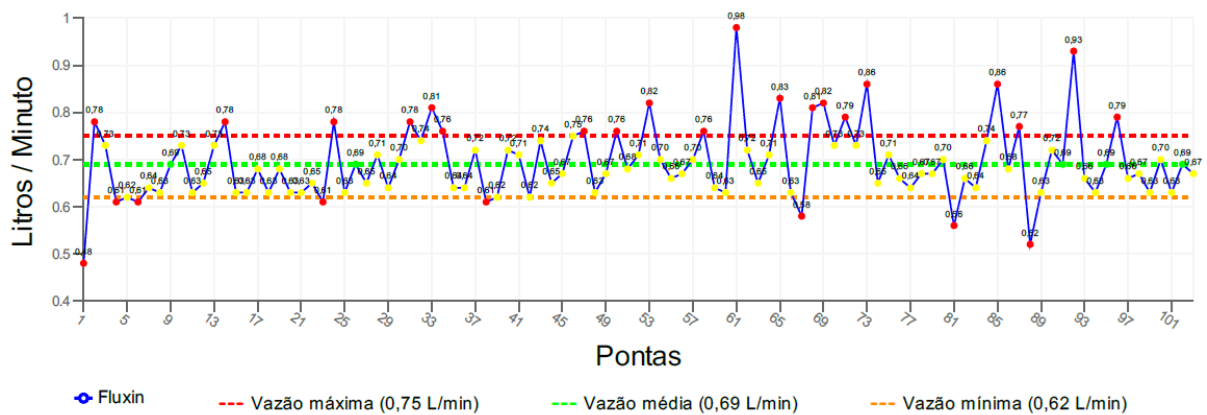


FONTE: De autoria própria (2022)

Ainda sobre as pontas de pulverização, avaliou-se o desgaste, se a pressão de trabalho especificada pelo fabricante era obedecida e altura da barra necessária conforme o ângulo de abertura do espectro de pulverização. Nestes aspectos, foram encontrados problemas em 22%, 33% e 39% dos pulverizadores avaliados, respectivamente.

Em relação ao desgaste, como no gráfico 3 abaixo, foi sugerida a troca do jogo de pontas desgastadas.

GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO EM PONTAS DE PULVERIZAÇÃO DESGASTADAS



FONTE: De autoria própria (2023).

Toda ponta possui uma pressão mínima, que permite abertura do antigotejo e o funcionamento adequada da ponta, e máxima de trabalho na qual se mantém uma distribuição uniforme da pulverização. Sobre a altura de barra se não se obedece a altura mínima se tem falha na faixa de aplicação entre uma ponta e outra, se ao contrário se utilizar uma elevada altura da barra em relação ao alvo a perda por deriva tende a ser maior.

### 3.5 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

As condições climáticas em que são realizadas as aplicações é algo preocupante. Em meu levantamento 90% das propriedades não as respeitam. Os principais motivos são a falta do aparelho de medição destas condições e a capacidade operacional.

Esta situação é relevante visto que as condições ambientais são preponderantes para garantir a eficiência e a segurança da aplicação, tanto para o

controle de pragas e doenças nas lavouras quanto para a proteção do meio ambiente e da saúde humana.

Não respeitar as condições climáticas acarretam aumento na deriva. Toda aplicação gera deriva, porém, quando não se respeita o clima ela é maior. Esta pode ser definida como o movimento físico do produto fitossanitário que sai de um bico de pulverização e se deposita fora do alvo escolhido (ANDEF, 2004).

Desconhecer as condições climáticas favoráveis à aplicação, principalmente temperatura e velocidade do vento, pode contribuir muito para a perda na qualidade da aplicação (SANTOS e MACIEL, 2006). Alterando a velocidade do vento Cunha et al., (2008) obtiveram aumento de perdas por evaporação de 10% do volume aplicado.

Para minimizar a perda por deriva, se recomenda fazer uso de bicos de pulverização de baixa deriva, aplicar em condições de clima favorável, como vento de 3 a 8 km/h, temperatura menor que 30°C e umidade relativa acima de 50%, adotar manejo integrado de pragas e doenças, visando reduzir a necessidade de aplicação de defensivos químicos.

Posteriormente a tabulação e interpretação dos dados gerados era entregue um relatório com todos os pontos de atenção levantados ao produtor e ao agrônomo que o assiste.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nenhuma das propriedades visitadas atendeu 100% todos os aspectos de tecnologia de aplicação avaliados. Os problemas encontrados em mais de 50% das propriedades em ordem decrescente foram:

- 1°- Uso adequado do EPI (100%)
- 2°- Condição climática (90%)
- 3° - Treinamento dos funcionários (74%)
- 4°- Opções de pontas de pulverização (67%)
- 5°- Forma e momento de adicionar os produtos a calda (66%)

Estes fatores são extremamente relevantes para se obter eficiência operacional com eficácia de controle, simples de serem realizados e apresentam baixo custo, não justificando a ausência de mudanças e melhorias.



O Programa mostrou que o produtor tem muito a melhorar no que diz respeito a forma que ele aplica seus produtos na lavoura, pois, muito produto se perde entre adicioná-lo a calda até chegar ao alvo. Desta forma aumenta-se o risco de impacto ambiental e se reduz a rentabilidade das culturas.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C.B.A; CUNHA, J.P.A.R. Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais.

**Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.555-562, 2010.

ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. Manual de tecnologia de aplicação de Produtos Fitossanitários. Campinas, São Paulo: **Linea Creativa**, 52 p. 2004.

ANTUNIASSI, U.R.; GANDOLFO, M.A. Periodic inspection on crop sprayers: results according to age of sprayers. **Journal of Environmental Science and Health**, New York, v.40, n.1, p.195-200, 2005.

ANTUNIASSI, U.R.; GANDOLFO, M.A. Projeto IPP. Inspeção de pulverizadores. In: RAETANO, C. G., ANTUNIASSI U. R. (Ed.) Qualidade em tecnologia de aplicação. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004. p. 69-84.

CASALI, A.L.; SCHLOSSER, J.F.; GANDOLFO, M.A.; UHRY, D.; RODRIGUES, F.A.. Nível de capacitação e informação dos operadores de máquinas para a aplicação de agrotóxicos. **Ciência Rural**, v.45, n.3, p.425-431, 2015.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. São Paulo, SP: **Teejet South America**, 1999. 14 p. (Boletim técnico, 5).

CONTIERO, R.L., BIFFE, D.F., CATAPAN, V. Tecnologia de aplicação. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R.. **Hortaliças-frutos**. Maringá: Eduem, 2018. p. 401-449.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 283-291, abr./jun. 2008.

DEDORDI, G.F.; MODOLO, A.J.; CARMIELETTO, R.; DAMS, R.O.; TRENTIN, R.G.; MACHADO, F. Avaliação técnica-operacional de pulverizadores de barras na região de Pato Branco – PR. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.1, p.144-155, 2014.

DOROW, B.W. **Instrução técnica dos operadores e condições operacionais dos pulverizadores de barras na região de Curitiba-SC**. TCC (graduação). Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 35 p. 2015.

FANCELLI, A. L. Calibração e manutenção de pulverizadores. In: BOVI, M. L. A.; CARVALHO, L. B. (Org.). Manual de treinamento: tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. São Paulo: **ANDA**, 2015. p. 49-64.

- FIGUEIREDO, M. C. B. et al. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 10, p. 691-701, 2020.
- FREITAS, G. L. et al. Capacitação de operadores de pulverizadores em uma propriedade rural na região do Alto Paranaíba. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 798-805, 2019.
- GANDOLFO, M. A.; OLIVEIRA, A. B. Aplicação de sucesso. **Revista Cultivar Máquinas**. n. 53, p. 06-09. Jun. 2006. Grupo Cultivar. Pelotas.
- GANDOLFO, M.A.; ANTUNIASSI, U. Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.18, n.2, p.67-76, 2003.
- GANDOLFO, M.A. **Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas**. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2002. 92 p.
- GARCIA, E. G.; ALVES FILHO, J. P. Aspectos de prevenção e controle de acidentes no trabalho com agrotóxicos. São Paulo: **Fundacentro**, 2005.
- GAZZIERO, D. L. et al. **Manual técnico para subsidiar a mistura em tanque de agrotóxicos e afins**. Documentos / Embrapa Soja, n. 437, 23 p. 2021.
- HUYGHEBAERT, B., MOSTADE, O., CARRE, J., DEBOUCHE, C. Compulsory inspection of crop sprayers already in use in Belgium: selection of control method. **Agencia/Madrid**, Madrid, v. 26, p. 79-86, 1996.
- KOCH, H. Periodic inspection of air-assisted sprayers: workshop on application technology in plant protection. **EPPO Bulletin**, Braunschweig, v.26, p.79-86, 1996.
- LOPES, D. et al. Recomendações técnicas para a calibração e utilização de pulverizadores agrícolas. **Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 24-33, 2019.
- MACHADO, T.M. Inspeção periódica de pulverizadores de barras na região de Guarapuava – PR. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.9; p.1-9. 2014.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Aplicador Legal**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/aplicador-legal>.
- POVH, F. P. et al. Problemas na pulverização de agroquímicos em lavouras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 8, 2019.
- RENA, A. B. et al. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos em pós-emergência em soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 8-15, 2016.

SILVEIRA, J. C. M, da, FILHO, A. G.; PEREIRA, J. O.; SILVA, S. De L.; MODOLO, A. J.; Avaliação qualitativa de pulverizadores da região de Cascavel, Estado do Paraná. **Acta Science Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 569-573, Oct./Dec., 2006.

SANTOS, S. R. dos, MACIEL, A. J. da S. Proposta metodológica utilizando ferramentas de qualidade na avaliação do processo de pulverização. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 627-636, maio/ago. 2006.

SOUZA, E. L. et al. Contaminação de águas subterrâneas e superficiais por agrotóxicos utilizados na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 8, p. 553-559, 2017.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Herbicidas e a qualidade química da água usada como diluente**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, n. 57. 8 p. 2006. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do57.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do57.pdf) Acesso em: 12/04/2023.

VICENTE, M.C.M., BAPTISTELLA, C. de S.L. COELHO, P.J. LOPES JÚNIOR, A. Perfil do aplicador de agrotóxicos na agricultura paulista. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.28, n.11, nov. 1998.

## ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO

### PULVERIZADOR

Proprietário: \_\_\_\_\_ Pulverizador nº: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Área da Propriedade (ha): \_\_\_\_\_ Ponto GPS: \_\_\_\_\_

Cultura(s): \_\_\_\_\_ Largura das barras: \_\_\_\_\_ metros

Capacidade do tanque: \_\_\_\_\_ litros Espaçamento entre pontas: \_\_\_\_\_ cm

Pontas: \_\_\_\_\_

- Seções calibradas? ( ) Sim, ( ) Não

- Estado das mangueiras: ( ) Bom, ( ) Regular, ( ) Ruim

Comentário: \_\_\_\_\_

- Estado das barras: ( ) Bom, ( ) Regular, ( ) Ruim

Comentário: \_\_\_\_\_

- Estado de antigotejadores: ( ) Bom, ( ) Regular, ( ) Ruim ( ) Ausente

Comentário: \_\_\_\_\_

- Estado do manômetro: ( ) Bom, ( ) Regular, ( ) Ruim ( ) Ausente

Comentário: \_\_\_\_\_

- Apresenta vazamentos? ( ) Sim ( ) Não

Se sim onde? \_\_\_\_\_

- Estado das pontas de pulverização? ( ) Bom, ( ) Regular, ( ) Ruim

- Estado e limpeza do filtro do reservatório? ( ) Bom, ( ) Regular, ( ) Ruim ( ) Ausente

- Estado e limpeza do filtro principal? ( ) Bom, ( ) Regular, ( ) Ruim ( ) Ausente

- Estado e limpeza dos filtros de linha? ( ) Bom, ( ) Regular, ( ) Ruim ( ) Ausente

- Estado e limpeza dos filtros das pontas de pulverização? ( ) Bom, ( ) Reg., ( ) Ruim ( ) Aus.

- Sistema de pulverização limpo regularmente? ( ) Sim ( ) Não

- Qual o pH das fontes de água utilizadas? \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

### OPERADOR

- Participou recentemente de algum treinamento sobre tecnologia de aplicação de agrotóxicos? ( ) Sim ( ) Não

- Conhece os procedimentos para calibração do pulverizador? ( ) Sim ( ) Não

- Possui noções sobre condições climáticas para realização das aplicações? ( ) Sim ( ) Não

- Possui termômetro, medidor de vento e UR% do ar na propriedade? ( ) Sim, ( ) Não

- Sabe diferenciar e escolher as pontas de pulverização? ( ) Sim, ( ) Não

- Possui EPI? ( ) Sim, ( ) Não

- Sabe vestir/retirar o EPI? ( ) Sim, ( ) Não

- Realiza calibração e adequação do equipamento antes de cada aplicação? ( ) Sim, ( ) Não