

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
PRÓ REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
CAMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

TEILOR TIAGO ZELIK

**AVALIAÇÃO DOS PULVERIZADORES DE BARRAS NA REGIÃO
NORTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

ERECHIM - RS

2018

TEILOR TIAGO ZELIK

**AVALIAÇÃO DOS PULVERIZADORES DE BARRAS NA REGIÃO
NORTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

**Trabalho de conclusão de curso,
apresentado à Disciplina Trabalho de
Graduação, como parte das exigências
para conclusão do Curso de Graduação
em Engenharia Agrícola e obtenção do
título de Engenheiro Agrícola.**

Orientador: Dr. Jades Bragagnolo

Erechim – RS

2018

TEILOR TIAGO ZELIK

AVALIAÇÃO DOS PULVERIZADORES DE BARRAS NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

**Trabalho de conclusão de curso,
apresentado à Disciplina Trabalho de
Graduação, como parte das exigências
para conclusão do Curso de Graduação
em Engenharia Agrícola e obtenção do
título de Engenheiro Agrícola.**

_____, ____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Msc. Sérgio H. Mosele
URI – Erechim

Prof.^a Dra. Raquel Paula Lorensi
URI - Erechim

Prof. Dr. Jardes Bragagnolo
URI - Erechim

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter permitido a conclusão de mais uma etapa.

A minha família por toda dedicação e paciência contribuindo diretamente para que eu pudesse trilhar essa longa caminhada.

Ao auxílio no desenvolvimento das avaliações realizadas para a conclusão do mesmo, primeiramente aos produtores por cederem seus espaços, máquinas e com certeza o mais importante o tempo e o interesse de cada um.

Aos acadêmicos Ronaldo Dal Prá, Vilmar Mathiack e Dener Mateus Perin os quais sempre me acompanharam nas avaliações.

As orientações dadas pelo Professor doutor Jardes Bragagnolo, o qual desempenhou um papel importante no desenvolvimento das etapas.

Por fim, o meu mais singelo agradecimento a meus familiares, colegas, amigos e professores por acompanharem e apoiarem na finalização de mais uma etapa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de um bico de pulverização.	16
Figura 2: Pontas utilizadas no pulverizador 1 avaliado no município de Ponte Preta.	23
Figura 3: Disposição dos canos de PVC para realização os testes no pulverizador 1 no município de Ponte Preta.	24
Figura 4: Pontas de diferentes vazões utilizadas no pulverizador 2 Ponte Preta.	26
Figura 5: Pontas e filtro utilizados nas pulverizações 2 no município de Ponte Preta.	26
Figura 6: Pontas de pulverização utilizadas no pulverizador avaliado nodo município de Erechim.	28
Figura 7: Pontas e filtros utilizados nas pulverizações em Erechim, após lavagem e descontaminação.	29
Figura 8: Pontas utilizadas nas pulverizações 1 Maximiliano de Almeida.	31
Figura 9: Pontas utilizadas nas pulverizações 1 Maximiliano de Almeida.	31
Figura 10: Imagens referentes a avaliação 1 Maximiliano de Almeida.	33
Figura 11: Pontas MAGNO 110015 utilizadas na segunda propriedade de Maximiliano de Almeida.	34
Figura 12: Filtros de linha e dos bicos, ponta e tampa do filtro com alto índice de resíduo depositado em suas paredes.	35
Figura 13: Pontas utilizadas na propriedade de São Valentim.	37
Figura 14: Jato produzido pela ponta de pulverização.	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição de calda no pulverizador 1, no município de Ponte Preta. **Erro! Indicador não definido.**

Gráfico 2: Distribuição de calda no pulverizador de barras 2 no município de Ponte Preta.....27

Gráfico 3: Distribuição de calda no pulverizador de barras no município de Erechim.29

Gráfico 4: Distribuição de calda no pulverizador 1 utilizado em uma propriedade no município de Maximiliano de Almeida.32

Gráfico 5: Dose aplicada por cada bico de pulverização da barra do pulverizador 2 avaliado no município de Maximiliano de Almeida.35

Gráfico 6: Dose aplicada por cada bico de pulverização de barra do pulverizador avaliado no município de São Valentim.38

ANEXOS

ANEXO 1 - inspeção técnica de pulverizadores agrícolas.....	46
ANEXO 2 - Tabela das pontas relacionadas ao modelo 110 SF-015 verde.....	49
ANEXO 3 - Tabela relacionada para pontas modelo AXI 110015.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Objetivo Geral	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1	Utilização dos agrotóxicos para os tratos culturais	12
3.2	Surgimento das inspeções dos pulverizadores	13
3.3	Inspeções técnicas de pulverizadores no Brasil.....	14
3.4	Processo de pulverização	15
3.5	Pulverizador de barras (tratorizado ou autopropelido)	17
3.6	Eletrônica embarcada em pulverizadores	18
3.7	Impacto de aplicações ineficientes de agroquímicos	19
4	METODOLOGIA	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6	BIBLIOGRAFIA.....	39

RESUMO

O setor agrícola possui um relevante papel na economia do país, sendo considerado um dos maiores produtores de grãos, mas, porém, este potencial só pode ser explorado através da utilização de técnicas e máquinas mais modernas. Para se obter uma ótima aplicação e assegurar o potencial produtivo das culturas, deve-se reunir o maior conhecimento possível sobre quatro fatores: máquina, alvo biológico, fatores climáticos e agrotóxicos. Existem diversos trabalhos avaliando pulverizadores nas propriedades do Rio Grande do Sul, onde a grande maioria apresenta algum tipo de problema, que poderiam ocasionar deficiências operacionais e riscos à saúde dos operadores e ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar as condições gerais de uso, conservação e qualidade de pulverizadores na Região Norte do Rio Grande do Sul, realizando um levantamento técnico, avaliando as regulagens e identificando os problemas encontrados tentando solucionar os mesmos. Foi seguida as instruções utilizadas por outros autores, onde deslocou-se uma equipe até as propriedades para realizar as coletas, após, as mesmas foram pesados os baldes e convertido o volume de calda para ($L\ há^{-1}$), posteriormente utilizou-se o excel para a análise dos dados e geração dos gráficos. Este trabalho teve suas coletas realizadas de janeiro à junho 2018, sendo avaliado seis pulverizadores, divididos como: Ponte Preta e Maximiliano de Almeida (2 pulverizadores por município), Erechim e São Valentim (1 pulverizador por município). Durante as coletas foi identificado que 100% dos pulverizadores avaliados apresentavam algum tipo de problema como, vazamentos no porta bico, presença de pontas com desgaste ou danificadas, e ainda pontas de modelos diferentes na mesma barra de pulverização. Em 83,33% foi indicado a substituição de todas as pontas pelo elevado valor no coeficiente de variação e apenas 16,66% foi indicado apenas a substituição de pontas específicas ao longo da barra. Em relação a regulagem dos pulverizadores todos apresentaram variação em suas vazões, com alterações de 0,1% até - 24,8% de erro na vazão em relação a desejada pelo produtor. Apenas 50% apresentaram vazões com erro inferior a 5% em relação a esperada pelo produtor. Todos possuíam manômetro acoplado ao conjunto, porém apenas 16,66% apresentavam-se operantes, o que causou dificuldade para a regulagem dos pulverizadores.

Palavras chaves: Pulverização; Máquinas Agrícolas; Condições gerais de utilização.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil o setor agrícola tem relevante papel na economia do país, e é considerado um dos maiores produtores mundiais de grãos. Este potencial só pode ser explorado com a utilização de técnicas e máquinas mais modernas. Desta forma, o uso de equipamentos para a distribuição uniforme e precisa dos agrotóxicos é de suma importância necessitando-se ter equipamentos bem regulados e com as devidas manutenções.

A utilização dos pulverizadores tem como função aplicar os defensivos com finalidade assegurar o potencial produtivo das plantas cultivadas na agricultura, "protegendo" as mesmas de agentes externos causadores de danos.

Para se obter uma aplicação de qualidade onde se tenha segurança é preciso observar alguns detalhes com as regulagens, calibração e a manutenção da máquina e/ou implemento. Segundo Schlosser (2002), para se obter uma ótima aplicação de agrotóxicos, deve-se reunir o maior conhecimento possível sobre quatro fatores: máquina, alvo biológico, fatores climáticos e agrotóxicos.

As principais inconformidades encontradas nos pulverizadores estão ligadas as pontas de pulverização com desgastes desuniformes, aplicação de doses incompatíveis com as recomendadas, problemas com vazamentos e falta de segurança aos operadores (CASALI, 2012; BERTOLDI et al., 2010).

Sendo assim, este trabalho deve ser intensificado no Brasil, pois países mais evoluídos como Alemanha, desde a década de 1960, já desenvolvem os projetos de inspeção aos pulverizadores tendo como lei para o país.

Atualmente são encontrados pulverizadores nos quais possuem regulagens incorretas ou estão trabalhando em condições precárias o que implica na baixa qualidade de aplicação, causando problemas ambientais e danos à saúde.

A utilização do emprego de pulverizadores para a aplicação de produtos fitossanitários nas culturas agrícolas é antiga e dentro dos moldes produtivos atuais em que se desenvolve a agricultura é de suma importância. Para o bom funcionamento é necessário que os operadores tenham conhecimento das especificidades de cada equipamento e dominem as questões ligadas a regulagem dos equipamentos. O desenvolvimento de novas tecnologias tem ampliado a necessidade de conhecimento do funcionamento e regulagem dos equipamentos.

Diversos trabalhos avaliando os equipamentos em condições de uso em propriedades rurais do Rio Grande do Sul demonstraram que a grande maioria dos equipamentos apresentavam algum tipo de problema, que poderiam ocasionar deficiências operacionais e riscos à saúde dos operadores e ao meio ambiente. Porém não existem dados consistentes sobre a avaliação regional da regulagem e utilização dos pulverizadores na região norte do estado do Rio Grande do Sul.

Desta forma torna-se essencial um diagnóstico da situação atual em que se encontram os equipamentos e o treinamento dos operadores para a manutenção de boas práticas agrícolas e cuidados com o homem e ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar as condições gerais de uso de pulverizadores na Região Norte do Rio Grande do Sul.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a qualidade técnica de distribuição de calda dos pulverizadores;
- Avaliar das características de regulagem dos pulverizadores da região do norte do estado;
- Identificar os principais problemas encontrados nos pulverizadores avaliados na região norte do estado, visando posteriores planos de ação para mitigação dos problemas e treinamentos específicos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Utilização dos agrotóxicos para os tratos culturais

O primeiro vestígio do surgimento dos agrotóxicos surgiu meio a Primeira Guerra Mundial, mas foram realmente utilizados durante a Segunda Grande Guerra como arma química. Após o término da Segunda Guerra Mundial seu uso militar tornou ocioso, aproveitando as estruturas laboratoriais e o conhecimento na manipulação de substâncias químicas letais. Basicamente os mesmos princípios ativos passaram a ser direcionados para combater insetos causadores de danos a produção agrícola.

Conforme a Lei Federal 7.802 de 1989 os agrotóxicos são considerados como os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento dos produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (BRASIL, 1989).

Desde 2008 o Brasil se destaca em primeiro lugar no ranking mundial no consumo de agrotóxicos. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na safra 2010/2011, o consumo foi de 936 mil toneladas, movimentando US\$ 8,5 bilhões entre dez empresas que controlam 75% deste mercado no país. A liberação do cultivo a partir de sementes transgênicas e sua difusão nas áreas agricultáveis estão associadas ao aumento do consumo, tendo em vista o uso intenso de herbicidas, responsáveis por 45% do volume consumido, seguidos pelos fungicidas (14%) e inseticidas (12%) (RIGOTTO et al., 2014).

Atualmente, os agrotóxicos podem ser classificados quanto ao seu uso, estando essa classificação relacionada principalmente com a ação tóxica do produto a um ou mais organismos alvo, sendo as classes de uso mais conhecidas as dos herbicidas, inseticidas, fungicidas, adjuvantes, entre outras. Há casos em que um mesmo ingrediente ativo pode ser utilizado para finalidades distintas, podendo atuar em diferentes alvos biológicos e, portanto, enquadrar-se em mais de uma classe de uso. Existem também produtos formulados que tem o mesmo ingrediente ativo, no entanto são enquadrados em classes de uso distintos, por terem sido registrados para finalidades distintas (DOMINGUES et al., 2004).

3.2 Surgimento das inspeções dos pulverizadores

A inspeção dos pulverizadores é baseada em dois fatores de itens básicos de um pulverizador de barras observando características qualitativas e quantitativas tendo como intuito a averiguação de suas condições reais de uso. Os primeiros relatos das inspeções foram na Europa, tendo início na década de 1940 (GANZELMEIER & RIETZ, 1998) e se difundindo entre os países do bloco com o passar do tempo (Tabela 1).

Tabela 1 - Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas em países europeus.

País	Ano de início	Obrigatoriedade	Número de pulverizadores inspecionados
Alemanha	1968	Sim	167000
Slovenia	1971	Sim	-
Áustria	1975	Sim (regional)	-
Croácia	1984	Sim	20000
Itália	1985	Não	130000
Holanda	1988	Sim	25000
Suécia	1988	Não	22500
Suíça	1989	Sim	20000
Espanha	1990	Não	7000
Noruega	1991	Não	20000
Dinamarca	1994	Sim	40000
Bélgica	1995	Sim	28000
Finlândia	1995	Sim	40000
Inglaterra	1996	Não	-

Fonte: Ganzelmeier & Rietz (1998).

Um país tido como referencial é a Bélgica, o qual possui um sistema educativo como atividade extra para complementar o conhecimento e então conseguir bons resultados com o sistema de inspeção no país. A partir deste eficiente sistema, o país encerrou o ano de 2006 com menos de 10% de reprovação dos pulverizadores inspecionados. A Bélgica possui um sistema obrigatório de inspeção, onde são cobradas taxas proporcionais à largura da barra de aplicação dos equipamentos. Conforme são efetuadas as atividades de inspeção, são atribuídos certificados ou relatórios sobre as condições de uso e orientação aos proprietários ou então funcionários, tendo como objeto a eficiência de aplicações e, conseqüentemente,

trazer uma redução no impacto ambiental através da redução da quantidade de defensivos agrícolas utilizados (BRAEKMAN et al., 2005).

Na Espanha durante as inspeções os pulverizadores são classificados em pulverizadores aptos para operar ou pulverizadores não aptos ao uso (VAL, 2006). Para os pulverizadores não aptos, possui ainda uma segunda divisão, onde existem aqueles que apresentam reprovação parcial e, desta forma, o proprietário recebe um prazo para se adequar e, então tornar o equipamento apto ao uso para aplicação. Porém, aqueles pulverizadores que apresentaram uma ou mais inconformidade graves, são reprovados pelo programa e estes deverão ser descartados de uso para a propriedade, devido aos grandes impactos que possam estar causando sobre o ambiente ou sobre o ser humano e devido à baixa confiabilidade e /ou eficiência operacional de trabalho.

3.3 Inspeções técnicas de pulverizadores no Brasil

Já no Brasil, entre os primeiros trabalhos realizados na avaliação de pulverizadores destaca-se Ramos (1997), que verificou que dos pulverizadores em utilização na cultura do morango na região de Jundiaí-SP, em torno de 79% apresentavam problemas nas aplicações, entre os mais comuns a falta de manômetros e alguns problemas sobre tratores avaliados, tais como, falta de acelerador manual, podendo afetar a qualidade das pulverizações, através da variação da rotação do motor, variando assim a vazão das bombas hidráulicas.

No Brasil, em torno de 150 a 200 mil pessoas sofrem intoxicações agudas por ano, devido ao contato inadequado com agrotóxicos (GARCIA & ALVES FILHO, 2005). Muitas dessas intoxicações se devem as condições inadequadas de uso das tecnologias disponíveis para pulverização de agrotóxicos. Nesse sentido, a aeração da cabine (pressurizada) do autopropelido, feita através de filtro de carvão ativado, proporciona segurança ao operador (LOBO JÚNIOR, 2015).

Uma pesquisa realizada no Estado do Paraná, realizada por Antuniassi & Gandolfo (2004), concluiu-se que o despreparo dos operadores na hora da aplicação ficou evidente, uma vez que em 80% dos casos inspecionados foram constatados erros na taxa de aplicação. O impacto dos dados obtidos através das avaliações incentivou a criação de um projeto de lei estadual que regulamenta a vistoria dos

pulverizadores. 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.

3.4 Processo de pulverização

Máquina pulverizadora é todo equipamento capaz de produzir gotas, em função de uma determinada pressão exercida sobre a calda, sendo basicamente constituído por um registro, tanque, bomba, filtros, comando, barras e pontas (CHRISTOFOLETTI, 1992). Para realizar processos de pulverização, necessita-se conjuntos mecanizados formados por trator mais pulverizador ou mais atualmente autopropelidos. Quando um conjunto é formado por trator mais pulverizador, o trator torna-se responsável por tracionar o pulverizador e fornecer potência para acionamento da bomba do circuito hidráulico do mesmo. O pulverizador tem a função transportar e fragmentar a calda de aplicação que o defensivo agrícola, sendo a água que compõe a calda a forma de diluir e distribuir o defensivo de forma homogênea sobre o alvo, sendo que a escolha e utilização de forma adequada do pulverizador de fundamental importância na eficácia de ação dos produtos (VELLOSO et al., 1984).

A calibração e a manutenção adequada do pulverizador é o primeiro passo para garantir o sucesso da aplicação de agroquímicos, após realizar esta tarefa à qual irá determinar as melhores condições operacionais da máquina (GANDOLFO & OLIVEIRA, 2006).

O bico de pulverização é um dos componentes de maior importância para o sucesso na aplicação de defensivos. Sendo colocado no final de cada circuito hidráulico por meio do qual a calda é emitida para fora da máquina.

Habitualmente o termo “bico de pulverização” é utilizado como sinônimo de “ponta de pulverização”, entretanto, correspondem a estruturas diferentes. O bico é composto por todo o conjunto com suas estruturas de fixação na barra composto por corpo, filtro, ponta e capa (Figura 1), enquanto que ponta corresponde ao componente do bico responsável pela formação das gotas e segundo Sidahmed (1998) tem como funções: fragmentar o líquido em pequenas gotas, distribuir as gotas em pequena área e controlar a saída do líquido por unidade de área.

Figura 1 - Componentes de um bico de pulverização.



Fonte: Andef (2017).

Atualmente, existe no mercado uma diversidade de bicos de pulverização, para desintegração do líquido em gotas com uma determinada pressão, com diferentes características técnicas operacionais. Esse conjunto é composto por várias partes sendo a ponta de pulverização a mais importante, pois é ela que regula a vazão, o tamanho das gotas e a forma do jato de aplicação (CHRISTOFOLETTI, 1999). A escolha do tipo de bico a ser utilizado é muito variável, pois é em função do modo de ação dos produtos, das condições climáticas e das condições do alvo. Sendo assim, a presença de pontas de pulverização em ótimo estado de conservação e uso é o primeiro passo na busca da realização de aplicações uniformes e precisa com agrotóxicos.

Para se obter uma aplicação precisa e com uma boa uniformidade de distribuição da calda pela barra, para se obter é dada pelas condições de montagem e operação do pulverizador, sendo considerado importante alguns detalhes como espaçamento entre bicos, altura da barra, ângulo de abertura das pontas e pressão de trabalho (SARTORI, 1985). A velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado ou autopropelido influencia nas oscilações da barra sendo que o aumento da largura da mesma, possa trazer incrementos no rendimento operacional, poderá ser observado prejuízos quanto à qualidade da aplicação final realizada pela maior deriva e heterogeneidade de distribuição da calda de máquinas sem largura de barras excessivas. Deve haver, portanto, um compromisso entre a qualidade e a rapidez do trabalho, devendo a largura da barra de pulverização ficar dentro de uma proporção em relação a máquina e ao implemento (SARTORI, 1985).

3.5 Pulverizador de barras (tratorizado ou autopropelido)

Segundo Andef (2017) as principais características a serem avaliadas na seleção de um pulverizador de barras são as seguintes:

- A maioria dos pulverizadores tem sua barra montada na parte traseira. Em alguns casos, como na aplicação de herbicidas em faixas, a barra pode ser montada no meio ou na frente para possibilitar o posicionamento dos bicos em relação às linhas de cultura;
- As barras menores, usualmente de até 12 metros, são geralmente fixadas diretamente no quadro do pulverizador. Acima deste tamanho as barras são dotadas de sistemas de estabilização e amortecimento de movimentos. Tais sistemas tornam a barra independente da estrutura do pulverizador, buscando minimizar as oscilações.

Os sistemas de estabilização da barra também procuram manter a barra paralela ao solo, o que faz com que em terrenos inclinados, o paralelismo precise ser corrigido através de cilindros hidráulicos.

É comum a presença de sistemas eletrônicos de ajuste de altura da barra com relação ao solo nos pulverizadores autopropelidos mais sofisticados;

- As barras normalmente compreendem três ou mais seções, as quais podem ser dobradas quando não estiverem em uso. Os movimentos de dobra e desdobra das barras podem ser feitos manualmente ou, em pulverizadores mais sofisticados, controlados através de um sistema hidráulico;
- As barras normalmente possuem um sistema de ajuste da altura de trabalho, possibilitando a regulação desta para os diversos estágios de desenvolvimento das culturas. Possuem ainda mecanismo de destravamento que permite que a barra, ao bater em qualquer obstáculo, dobre-se para trás, prevenindo danos à mesma e possibilitando seu retorno à posição original.
- As barras podem ser equipadas com assistência de ar, cujo propósito é oferecer um fluxo de ar em conjunto com o jato de pulverização, buscando melhorar a deposição da calda no interior do dossel das culturas, assim como reduzir o eventual risco de deriva da aplicação.

O sistema é mais eficiente quando a cultura possui maior enfolhamento e a pulverização utiliza gotas mais finas. Se a assistência do ar é utilizada quando existe

relativamente pouca folhagem ou em solo nu, o ar reflete no solo podendo ocasionar maior deriva.

3.6 Eletrônica embarcada em pulverizadores

A maioria dos pulverizadores de médio e grande porte é equipada com controladores eletrônicos de fluxo, os quais mantêm a taxa de aplicação constante em função da variação de fatores como a velocidade de deslocamento, por exemplo. Além desse controle de fluxo, uma função importante dos controladores eletrônicos de pulverização é o registro dos tempos totais e parciais durante a aplicação, possibilitando o cálculo da eficiência operacional do trabalho. Ainda, os controladores eletrônicos contabilizam o volume de calda utilizado durante a aplicação, alertando ao operador que o momento de reabastecimento está próximo (ANDEF, 2017).

É importante salientar que os sistemas eletrônicos de controle da pulverização requerem rotinas específicas de calibração, e por isso ou este motivo merecem todo o cuidado no que se refere à capacitação de operadores.

Além dos controladores de fluxo, muitos modelos de pulverizadores autopropelidos possuem sistemas para o gerenciamento eletrônico da altura da barra, possibilitando melhoria considerável da qualidade de distribuição dos produtos frente às oscilações da barra que normalmente ocorrem nas operações de campo. Da mesma maneira, estes pulverizadores com maior quantidade de sistemas eletrônicos embarcados possuem geralmente sistemas de navegação baseados em GPS, os quais auxiliam o operador a seguir as linhas de aplicação através do uso de barras de luzes indicativas. Ainda, estes equipamentos podem ser dotados de piloto automático (sistemas de auto direcionamento), os quais fazem para o operador, de maneira automática, o processo de manter o pulverizador se deslocando no campo em linhas paralelas, sejam estas retas ou curvas.

Outro dispositivo de grande aceitação nos pulverizadores de barras é o sistema de comutação automática dos segmentos da barra. Estes sistemas, baseados no processo de navegação por GPS, registram as áreas por onde a máquina passa e, no caso de haver locais com sobreposição ou em que a aplicação não foi planejada, um controlador liga e desliga de maneira automática os diferentes segmentos da barra, de maneira individualizada ou em conjunto. Desta maneira, os desperdícios de calda

por sobreposição de faixas ou por aplicações em locais indevidos são substancialmente reduzidos.

Uma das vantagens importantes do uso intensivo da eletrônica na pulverização é o potencial de registro das aplicações, fornecendo ferramentas gerenciais importantes e dotando o sistema de mecanismos de validação ou fiscalização, pois é possível verificar, em tempo real, onde, quando e o que foi aplicado.

Outra tendência tecnológica é a adoção de sistemas de monitoramento e controle da pulverização baseados em coleta de dados online das condições climáticas durante a pulverização. Neste caso, sensores embarcados coletam dados de umidade relativa, temperatura e velocidade do vento com o objetivo de alertar o operador sobre os momentos adequados ou não para a pulverização, ou mesmo para automaticamente alterar as características da aplicação visando melhorar o desempenho do sistema frente às condições climáticas locais.

3.7 Impacto de aplicações ineficientes de agroquímicos

Os agrotóxicos pertencem a uma categoria especial de insumos que promovem benefícios indiretos à produtividade das culturas, uma vez que o objetivo de sua utilização é o de evitar reduções nas produções, causados pelo ataque de pragas e doenças e não promovendo, normalmente, benefícios diretos sobre as plantas, tais como, fertilizantes e corretivos (VICENTE et al., 1998).

Para Pimentel et al. (1993) é possível obter uma redução em grande escala no consumo de agrotóxicos sobre algumas culturas apenas com a racionalização do seu uso. Para atingir esse objetivo tem-se recomendado o monitoramento do tratamento fitossanitários e o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes e bem ajustados para aplicações de defensivos, podendo obter melhores resultados através da tecnologia embarcada nos mesmos.

Em uma inspeção referente aos pulverizadores agrícolas Boller (2006) cita que em quatro milhões de hectares agrícolas da região Norte do Estado do Rio Grande do Sul, há um prejuízo de R\$ 24.192.000,00 apenas devido ao uso de pontas já desgastadas. Uma pesquisa desenvolvida por Antuniassi (2004), considerando as aplicações de produção durante a cultura da soja no Estado do Mato Grosso, Boller (2006) cita algumas estimativas impactantes de custos diretos e indiretos das falhas

básicas de manutenção dos pulverizadores agrícolas inspecionados, como por exemplo, custo de até R\$ 7.000,00 por safra devido a um vazamento grande de calda e custo de até R\$ 3.000,00 por safra devido a 1 ponta danificada na barra de pulverização de um pulverizador.

Em trabalho realizado por Antuniassi & Gandolfo (2002) verificaram-se durante as inspeções que o item que apresentou o maior índice de inconformidades foi os manômetros, quatro vezes superior que as avaliações realizadas na Bélgica (Tabela 2).

Tabela 2 - Reprovação de itens em pulverizadores agrícolas no Brasil e na Bélgica.

Itens de avaliação	País (%)	
	Brasil	Bélgica
Adequação de manômetros	92,3	20,0
Pontas Ruins	80,5	1,4
Erro na taxa de aplicação	76,8	0,1
Falta de proteção parte móveis	63,4	0,1
Mangueira mal localizadas	59,8	0,8
Presença de vazamentos	54,9	0,5
Espaçamentos incorretos	43,9	2,0

Fonte: Adaptado de ANTUNIASSI e GANDOLFO (2002).

Outra questão a ser observada durante a aplicação da calda são as condições climáticas, que devem ser observadas pelo aplicador para a tomada de decisão quanto a aplicação ou não e quanto a possíveis regulagens do pulverizador. As condições adequadas para se realizar uma pulverização eficiente sem que haja perda por deriva são: controlar o excesso de velocidade, vento e outros fatores importantes, a temperatura e, principalmente, a umidade relativa do ar, contribuem para a evaporação rápida das gotas.

Toda pulverização a qual não é bem executada acaba gerando deriva, que pode ser definida como o movimento físico do produto fitossanitário através do ar no momento da aplicação, ou logo após ela, para fora do alvo escolhido (cultura, planta, área, etc). Na prática, deriva é toda gota que sai de um bico de pulverização e não atinge o alvo (CORDEIRO, 2001).

4 METODOLOGIA

Visando realizar um levantamento para avaliação, regulagem e manutenção de pulverizadores da região Norte do Rio Grande do Sul, foram realizadas visitas as propriedades rurais para avaliação dos pulverizadores utilizados no manejo das lavouras. Pela diversidade de máquinas e condições de cultivo que são empregadas pelos pulverizadores, se faz necessário um estudo abrangente para a avaliação. Foram avaliados pulverizadores de barras utilizados em propriedades rurais nos municípios de Ponte Preta, Maximiliano de Almeida, Erechim e São Valentin.

O projeto foi realizado com o deslocamento da equipe partindo do município sede em direção aos demais, buscando-se avaliar o maior número possível de pulverizadores em diferentes municípios da região. O critério para a determinação de avaliação do pulverizador se deu por demanda do próprio produtor, indicação técnica de agentes de extensão de cooperativas e Emater.

O deslocamento da equipe foi realizado mediante a disponibilidade dos agricultores dispostos a realizar o teste voluntariamente, mantendo-se total imparcialidade da equipe do projeto quanto às marcas comerciais, tipo de propriedades ou tipo de máquina a ser inspecionada, assim como discrição quanto as informações obtidas.

Seguindo as instruções propostas por Casali et al. (2015) ao se chegar na propriedade foram identificadas as pessoas que compõem o grupo de pesquisa e a proposta de trabalho, aplicando-se um questionário para averiguar o nível de instrução do operador, características do equipamento, manutenção e uso (Anexo 1), no qual avaliou-se o grau de conhecimento e instruções que o operador possui sobre a utilização de pulverizadores, pontas e a influência quanto a qualidade da aplicação dos defensivos químicos e periodicidade das regulagens.

As avaliações referentes a ponta de pulverização e a pressão de trabalho utilizada, foram realizadas levando em consideração, o fabricante e o modelo da ponta. A pressão de trabalho utilizada na ponta de pulverização foi identificada através do manômetro (quando presente e em funcionamento) e após a mesma foi comparada com a pressão indicada pelo fabricante, conforme sugerido por Dedordi et al. (2014).

Para determinação da vazão individual por pontas de pulverização, o pulverizador foi acoplado ao trator nas mesmas condições de trabalho utilizadas para

as pulverizações. Posteriormente, o pulverizador foi acionado e coloca dos tubos de PVC em cada ponta de pulverização despejando a calda em um balde onde realizou-se a coleta de calda de cada ponta de pulverização por um tempo padrão de três minutos, conforme metodologia descrita em Casali (2012), sendo o emprego desta técnica importante para minimizar o efeito de perdas das gotículas de água formadas pela pulverização.

Em seguida, a calda coletada no balde foi pesada em balança de precisão, e o peso final transformado em volume de calda por área ($L\ ha^{-1}$) por meio do peso volumétrico aparente da água ($1\ kg\ L^{-1}$) seguindo metodologia descrita por Dornelles et al. (2009), afim de se evitar perdas ao verter a calda coletada para recipientes graduados como provetas, o que inviabilizaria as medições (DORNELLES, 2008; CASALI, 2012).

Após a coleta, com auxílio da planilha eletrônica Excel foram determinadas a média, o desvio padrão (DP) e o coeficiente de variação (CV) das amostras, sendo o limite aceitável na distribuição da barra de um $CV = 10\%$, para valores acima foi indicado ao proprietário a troca de todas as pontas, conforme metodologia descrita em Machado (2014).

Ao final, conforme indicado por Dornelles et al. (2009), foi gerado um histograma com auxílio do software SigmaPlot 11.0, em que pode se identificar 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.

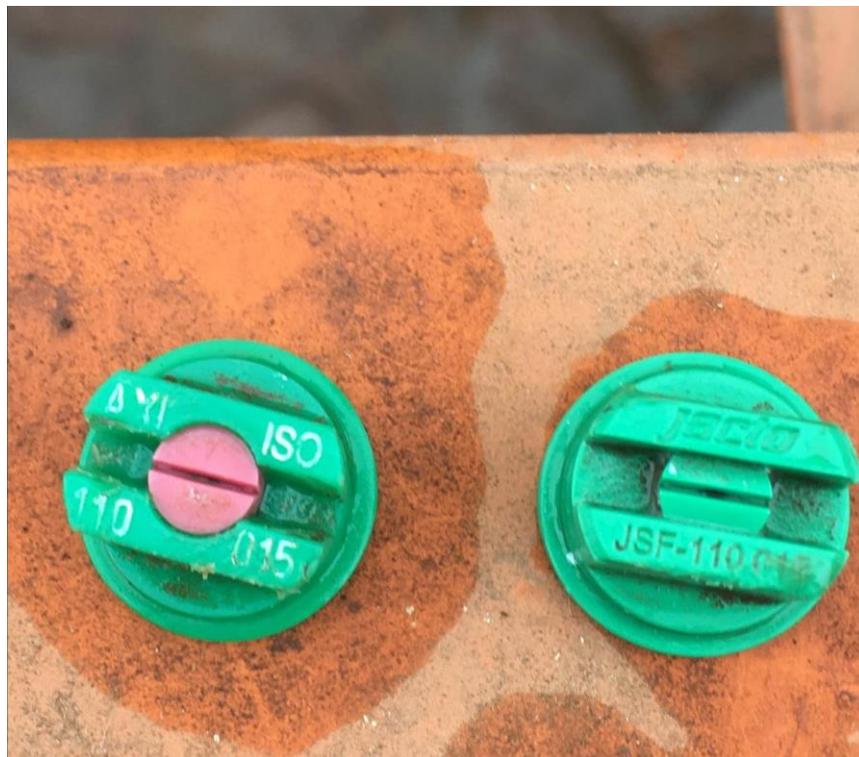
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este presente trabalho teve suas coletas de dados realizadas de janeiro à junho 2018, sendo avaliados seis pulverizadores de barras, disponibilizados pelos produtores rurais.

Foram realizadas avaliações de pulverizadores nos municípios de: Ponte Preta (pulverizador 1 e pulverizador 2), Erechim, São Valentin, Maximiliano de Almeida (pulverizador 1 e pulverizador 2).

O pulverizador 1 avaliado no município de Ponte Preta localizado na propriedade com coordenadas geográficas 27° 39' 38,89" S para latitude e 52° 15' 43,78" O para longitude, sendo um pulverizador modelo JACTO Condor 600 AM 14 com 14 metros de barras para pulverização, acoplado ao sistema de três pontos do hidráulico do trator modelo Massey Ferguson 4292, com capacidade de 600 L e equipado com 28 bicos de pulverização original, sendo modificado com a inclusão de uma sessão de dois metros de barra para cada barra lateral que passou a comportar 36 bicos (Figura 2).

Figura 2 - Pontas utilizadas no pulverizador 1 avaliado no município de Ponte Preta.



Foram avaliados apenas os 28 bicos de fábrica. Para as operações de pulverização o produtor indicou realizá-las a uma velocidade média de 6,2 km h⁻¹, utilizando uma pressão de trabalho de 27,022 psi (1,86 bar) e com rotação do motor de 1600 RPM.

Durante a avaliação do pulverizador 1 em uma propriedade do município de Ponte Preta, observou-se que as pontas estavam sendo utilizadas durante as últimas 6 safras agrícolas, sendo 23 pontas do modelo JACTO JSF110 015 e 13 do modelo JACTO CSI 110 015 e filtros de malha de 80 micras.

Durante a avaliação obteve-se como dose média de calda coletada de 111,0 L ha⁻¹ (Gráfico 1), sendo esta diferente da dose pretendida pelo produtor de 120 L ha⁻¹, o que representa uma dose 7,5% menor em relação à dose desejada.

Gráfico 1 - Distribuição de calda no pulverizador 1, no município de Ponte Preta.

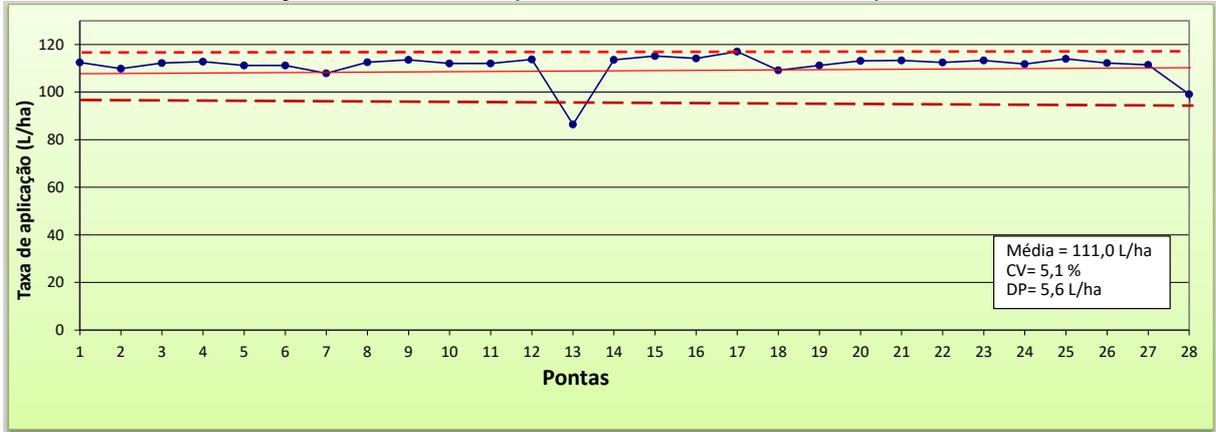


Figura 3 - Disposição dos canos de PVC para realização os testes no pulverizador 1 no município de Ponte Preta.



Foi ainda detectada uma variação entre as doses obtidas nas pontas de pulverização da barra do pulverizador com CV= 5,1 %, sendo a maior dose coletada de 117 L ha⁻¹ localizada na ponta de número 17 (Gráfico 1), e a menor dose observada,

foi de 86,4 L ha⁻¹ na ponta de número 13, sendo esta justificada pela presença de um vazamento no seu porta bico. Esta pequena variação justificaria a substituição de apenas uma das pontas de pulverização conforme recomendação de Dornelles et al. (2009), caso o problema de vazamento da ponta de número 13 não seja resolvido.

Foi observado que o produtor operava o equipamento com uma pressão de trabalho de 27,022 psi (1,86 bar), de acordo com a indicada para a ponta de trabalho modelo 110 SF – 015 Verde (JACTO, 09/99) (Anexo 1), de forma semelhante para a ponta de modelo AXI 110015 Verde (Anexo 2).

Ambas as pontas demonstram em suas tabelas suas vazões por bico inferiores a encontrada após os testes que foi de 0,57 l/bico. Desta forma indicou-se ao produtor a substituição da ponta de número 13 por uma ponta nova e diminuir a velocidade para 5,8 km h⁻¹, pois o indicado pelo fabricante para o modelo condor 600, 800 é de até 6 km h⁻¹ (JACTO, 2018).

A avaliação do pulverizador 2 realizada em uma propriedade no município de Ponte Preta com coordenadas para a latitude 27° 40' 18,89" S e longitude 52° 27' 05,69" O, foi do pulverizador modelo JACTO Condor 800 AM 14 com 14 metro de barras de pulverização, acoplado ao sistema de três pontos do hidráulico do trator modelo Massey Ferguson 4275, com capacidade de 800 L e equipado com 28 bicos de pulverização. Para as operações de pulverização o produtor indicou realizá-las a uma velocidade média de 6,0 km h⁻¹ e a pressão utilizada não foi constatada pelo fato do manômetro estar inoperante, e o produtor justificou que realizava a regulagem da dose através do ajuste da rotação do motor a 1600 rpm.

Durante a avaliação do pulverizador 2 no município de Ponte Preta, observou-se que as pontas estavam sendo utilizadas durante as últimas 5 safras agrícolas, sendo 19 pontas do modelo JACTO JUF110 015 e 9 do modelo JACTO AXI ISO 110 020 e com filtros de malha de 80 micras para ambas (Figuras 4 e 5).

Figura 4 - Pontas de diferentes vazões utilizadas no pulverizador 2 Ponte Preta.

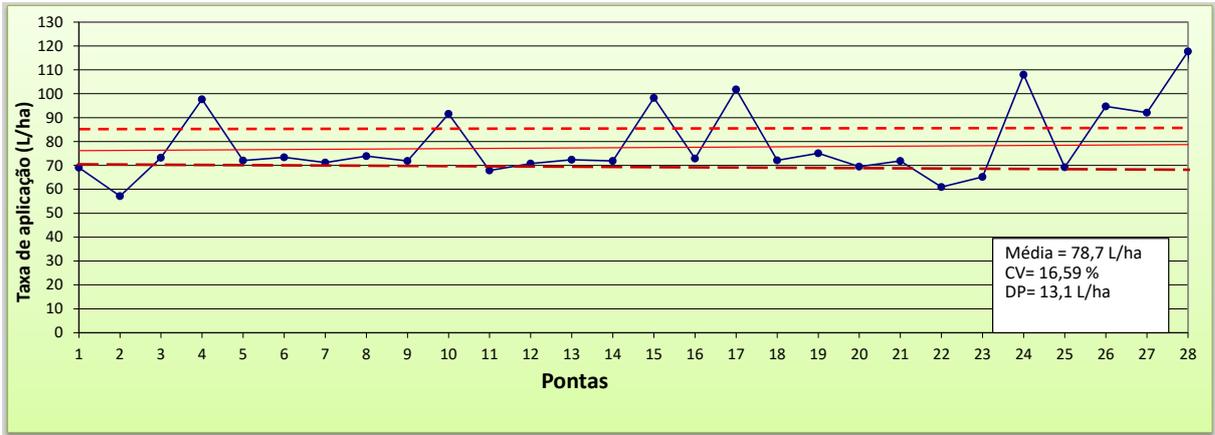


Figura 5 - Pontas e filtro utilizados nas pulverizações 2 no município de Ponte Preta.



Processando os dados da avaliação obteve-se como dose média de calda coletada de $78,7 \text{ L ha}^{-1}$ (Gráfico 2), sendo esta diferente da dose pretendia pelo produtor de 80 L ha^{-1} , o que representa uma dose inferior em 1,6 % em relação à dose desejada.

Gráfico 2 - Distribuição de calda no pulverizador de barras 2 no município de Ponte Preta.



A variação entre as doses das pontas de pulverização da barra do pulverizador foi considerada elevada com CV= 16,59 %, sendo a maior dose coletada de 117,7 L ha⁻¹ localizada na ponta de número 28 (Gráfico 2), e a menor dose observada, foi de 61,0 L ha⁻¹ na ponta de número 22. Esta variação justificaria a substituição de todo o conjunto de pontas de pulverização conforme recomendação de Dornelles et al. (2009), considerando o coeficiente de variação ser superior a 10% e por 3 bicos ou mais apresentarem variação de volume de calda acima dos valores toleráveis de 10%.

Outro fato importante foi a utilização de pontas de diferentes especificações de vazão (JUF – 110015 (Anexo 2) e AXI 11002 (Anexo 3), justificando a recomendação de todas as pontas de pulverização e padronização das pontas novas para o mesmo modelo.

Para a ponta corresponde ao modelo Jacto 110015 UF é indicado trabalhar com uma pressão entre 15 a 40 psi (1,04 a 2,76 bar). Para a ponta AXI 11102 a qual sua configuração é utilizar com uma pressão entre 20 a 60 psi (1,37 a 4,14 bar).

Como as pontas eram de diferentes especificações e a dose desejada pelo produtor que era de 80 L ha⁻¹ foi alcançada, mas, porém, a existência de elevada variação da dose de calda obtida nos bicos de pulverização ao longo da barra, foi indicado primeiramente a substituição das pontas de trabalho e do manômetro para posteriormente indicar a pressão exata, a velocidade de trabalho, visando a uniformidade de distribuição de calda.

O pulverizador avaliado em uma propriedade no município de Erechim com coordenadas para a latitude 27° 39' 10,70" S e longitude 52° 15' 43,78" O era do modelo JACTO CONDOR 800 AM 18, acoplado ao sistema de três pontos do

hidráulico do trator modelo New Holland TL100, com capacidade de 800 L e equipado com 34 bicos de pulverização. Para as operações de pulverização o produtor indicou realizá-las a uma velocidade média de $7,0 \text{ km h}^{-1}$, e devido a inoperância do manômetro indicou realizar a pulverização a rotação do motor de 1700 rpm.

Observou-se que as pontas estavam sendo utilizadas durante as últimas 7 safras agrícolas, sendo 34 pontas sem modelo aparente (Figura 6), pois não havia nenhuma especificação nas pontas e o proprietário não sabia informar seu tipo ou modelo.

Figura 6: Pontas de pulverização utilizadas no pulverizador avaliado nodo município de Erechim.

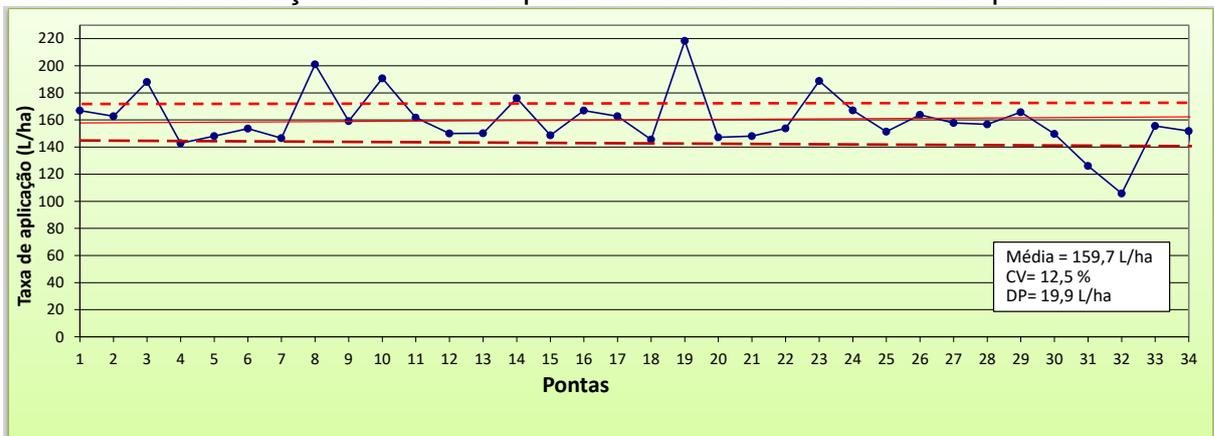


Figura 7 - Pontas e filtros utilizados nas pulverizações em Erechim, após lavagem e descontaminação.



Processando os dados da avaliação obteve-se como dose média de calda coletada de $159,7 \text{ L ha}^{-1}$ (Gráfico 3), sendo esta diferente da dose pretendia pelo produtor de 150 L ha^{-1} , o que representa uma dose maior em 6,5 % em relação à dose desejada.

Gráfico 3 - Distribuição de calda no pulverizador de barras no município de Erechim.



A variação entre as doses das pontas de pulverização da barra do pulverizador foi considerada elevada com $CV = 12,5 \%$, sendo a maior dose coletada

de 218,4 L ha⁻¹ localizada na ponta de número 19 (Gráfico 3), e a menor dose observada, foi de 105,8 L ha⁻¹ na ponta de número 32. Esta variação justificaria a substituição de todo o conjunto de pontas de pulverização conforme recomendação de Dornelles et al. (2009), por motivo do coeficiente de variação ser superior a 10% e por 3 bicos ou mais apresentarem doses superiores ou inferiores aos níveis toleráveis.

Foi observado que o produtor operava o equipamento com uma rotação do motor muito elevada apresentando gotas de diâmetro muito fino, além de filtros contendo restos de resíduos, manômetro inoperante e pontas sem especificações o que dificulta o trabalho de regulagem do equipamento, sendo assim, indicadas melhorias substâncias ao proprietário para a posterior utilização do equipamento.

O pulverizador 1 avaliado em uma propriedade rural do município de Maximiliano de Almeida com coordenadas para a latitude 27° 36' 34,80" S e longitude 51° 51' 33,39" O, era do modelo JACTO 400, acoplado ao sistema de três pontos do hidráulico do trator modelo Valmet 65, com capacidade de 400 L e equipado com 23 bicos de pulverização. Para as operações de pulverização o produtor indicou realizá-las a uma velocidade média de 6,0 km h⁻¹, porém como o manômetro encontrava-se inoperante o produtor indicou realizar as aplicações com a rotação do motor do trator a 1600 rpm.

Foi verificado através de informações ditas pelo produtor que as pontas estavam sendo utilizadas durante as últimas 8 safras agrícolas, sendo 23 pontas do modelo C 110 AG 02 sendo que não possuía marca (Figura 8) e filtros de malha de 80 micras (Figura 9).

Figura 8 - Pontas utilizadas nas pulverizações 1 Maximiliano de Almeida.

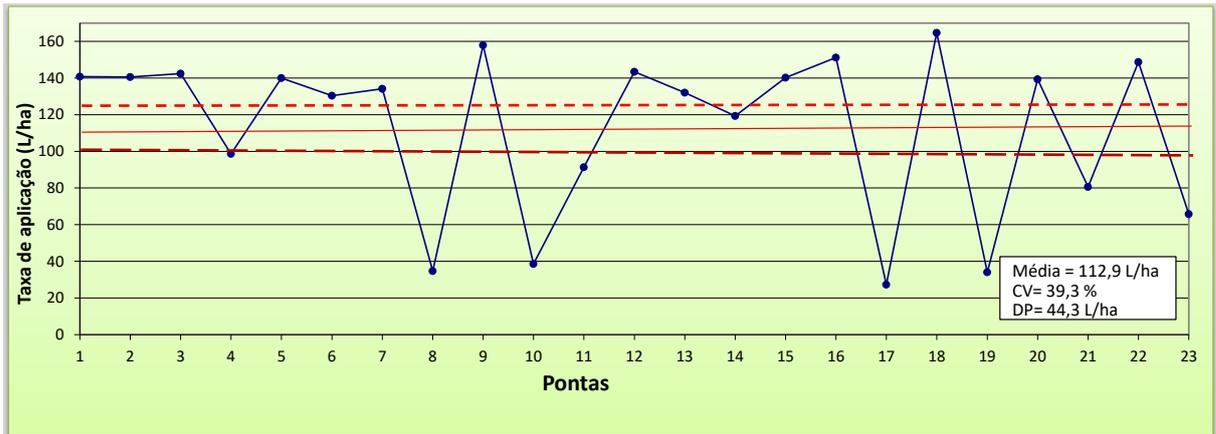


Figura 9 - Pontas utilizadas nas pulverizações 1 Maximiliano de Almeida.



Processando os dados da avaliação obteve-se como dose média de calda coletada de $112,9 \text{ L ha}^{-1}$ (Gráfico 4), sendo esta diferente da dose pretendida pelo produtor de 150 L ha^{-1} , o que representa uma dose de $-24,8 \%$ em relação à dose desejada.

Gráfico 4 - Distribuição de calda no pulverizador 1 utilizado em uma propriedade no município de Maximiliano de Almeida.



A variação entre as doses das pontas de pulverização da barra do pulverizador foi considerada elevada com $CV= 39,3 \%$, sendo a maior dose coletada de $164,7 \text{ L ha}^{-1}$ localizada na ponta de número 18 (Gráfico 4), e a menor dose observada, foi de $27,3 \text{ L ha}^{-1}$ na ponta de número 17. Esta variação justificaria a substituição de todo o conjunto de pontas de pulverização conforme recomendação de Dornelles et al. (2009), por motivo do coeficiente de variação ser superior a 10% e por 3 bicos ou mais apresentarem variação das doses de calda acima dos níveis toleráveis.

Durante a avaliação foram verificados diversos problemas no pulverizador (Figura 10a) como vazamentos na bomba e tanque, falta do manômetro, (Figura 10b) filtro com resíduos, (Figura 10c) barras tortas o que impedia a correta sobreposição dos jatos de calda produzida pelos bicos de pulverização, (Figura 10d) vazamentos nas tubulações e (Figura 10e) peneira com resíduos nas suas paredes.

Figura 10 - Imagens referentes a avaliação 1 Maximiliano de Almeida.



Foi sugerida ao produtor a realização de revisão geral no conjunto, com consertos nos itens apontados para posteriormente realizar novos testes e averiguar a sua utilização nas aplicações.

O pulverizador 2 de uma propriedade rural localizada no município de Maximiliano de Almeida com coordenadas para a sua latitude de $27^{\circ} 36' 23,21''$ S e longitude $51^{\circ} 50' 34,62''$ O era do modelo JACTO 600, acoplado ao sistema de três pontos do hidráulico do trator modelo NEW HOLLAND 75, com capacidade de 600 L e equipado com 24 bicos de pulverização. Para as operações de pulverização o produtor indicou realizá-las a uma velocidade média de 5 km h^{-1} , sem fornecer a pressão de trabalho pelo fato do manômetro não estar operando, porém foi constatado que a rotação de trabalho do motor era de 1550 rpm.

Observou-se que as pontas estavam sendo utilizadas durante as últimas 5 safras agrícolas, sendo 24 pontas do modelo MAGNO 110 015 (Figura 11) e filtros de malha de 80 micras (Figura 12).

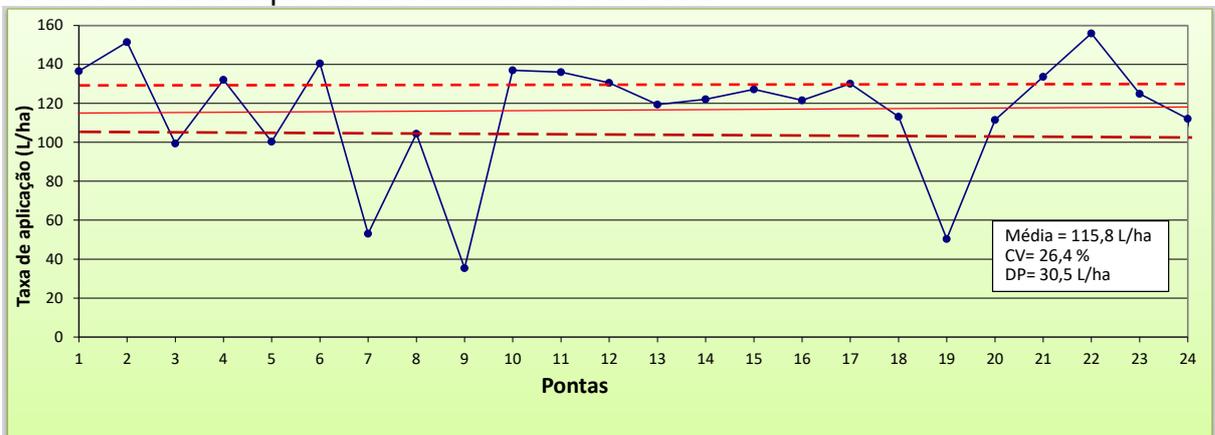
Figura 11 - Pontas MAGNO 110015 utilizadas na segunda propriedade de Maximiliano de Almeida.



Figura 12 - Filtros de linha e dos bicos, ponta e tampa do filtro com alto índice de resíduo depositado em suas paredes.



Gráfico 5 - Dose aplicada por cada bico de pulverização da barra do pulverizador 2 avaliado no município de Maximiliano de Almeida.



Durante a avaliação foram verificados vários problemas em relação ao pulverizador, incluindo filtros e pontas com acúmulo de resíduos. Após a limpeza das pontas e filtros deu-se a continuação da avaliação obtendo como dose média de calda coletada de $115,8 \text{ L ha}^{-1}$ (Gráfico 5), sendo esta diferente da dose pretendida pelo produtor de 120 L ha^{-1} , o que representa uma dose 3,5 % inferior à dose desejada.

Foi detectada uma variação entre as doses obtidas nas pontas de pulverização da barra do pulverizador com $CV= 26,4\%$, sendo a maior dose coletada de $155,9 \text{ L ha}^{-1}$ localizada na ponta de número 22 (Gráfico 5), e a menor dose observada, foi de $35,4 \text{ L ha}^{-1}$ na ponta de número 9, sendo justificada pela presença de resíduos nas pontas, o que acabou acarretando na vazão. Esta ampla variação justificaria a substituição de todas as pontas de pulverização conforme recomendação de Dornelles et al. (2009).

Além das orientações citadas acima, indicou-se ao proprietário a substituição da fonte de água utilizada para pulverização, acreditando-se que os motivos dos componentes estarem entupidos se dava pelo fato da água não ser de boa qualidade e uns dos últimos produtos químicos pulverizado ter sido fertilizante foliar e ter apresentado flocculação.

Recomendou-se ao produtor a substituição de todas as pontas, filtros de bico, bomba, linha e a aquisição de um manômetro novo para realizar-se a regulagem do pulverizador e posterior utilização do mesmo em pulverizações nas áreas agrícolas.

O pulverizador avaliado em uma propriedade no município de São Valentin com as coordenadas para latitude $27^{\circ} 36' 25,23'' \text{ S}$ e longitude $52^{\circ} 31' 53,86'' \text{ O}$ foi do modelo JACTO 400, acoplado ao sistema de três pontos do hidráulico do trator modelo VALTRA BL 88, com capacidade de 400 L e equipado com 23 bicos de pulverização. Para as operações de pulverização o produtor indicou realizá-las a uma velocidade média de $5,5 \text{ km h}^{-1}$ e utilizar uma rotação do motor de 1600 rpm, constatando-se a inoperância do manômetro.

Observou-se que as pontas de pulverização estavam sendo utilizadas durante as últimas oito safras agrícolas, sendo 16 pontas do modelo 80015 (Figura 13a) e sete do modelo Hypro 110 015 (Figura 13b) e filtros de malha de 80 micras.

Figura 13 - Pontas utilizadas na propriedade de São Valentin.



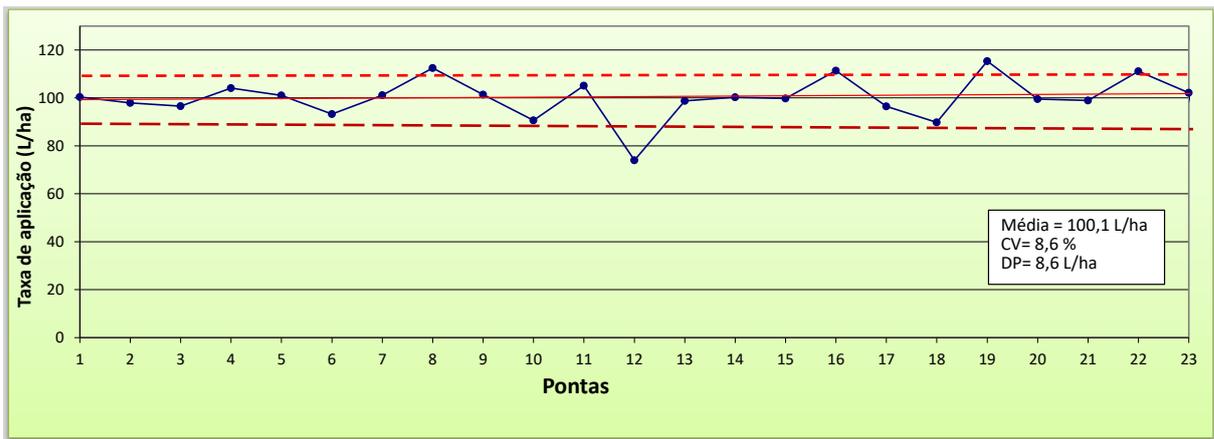
Ao iniciar os testes verificou-se que o equipamento estava em bom estado de conservação, sem vazamentos, sem resíduos nas partes internas e externas, porém o jato produzido pela ponta não estava de forma correta. Mesmo com resultados positivos para os índices de limpeza, foi realizada uma nova limpeza nos bicos, ponteiras e filtro do equipamento. A figura que representa o equipamento encontra-se a seguir (Figura 14).

Figura 14 – Jato produzido pela ponta de pulverização.



Após uma limpeza das partes citadas deu-se a continuação da avaliação obtendo como dose média de calda coletada de $100,1 \text{ L ha}^{-1}$ (Gráfico 6), sendo esta diferente da dose pretendia pelo produtor de 100 L ha^{-1} , o que representa uma diferença de $0,1 \%$ em relação à dose desejada. No entanto o erro atrelado ao volume pulverizado é bastante baixo.

Gráfico 6 - Dose aplicada por cada bico de pulverização de barra do pulverizador avaliado no município de São Valentim.



Foi ainda detectada uma variação entre as doses obtidas nas pontas de pulverização da barra do pulverizador com $CV= 8,6 \%$, sendo a maior dose coletada de $115,3 \text{ L ha}^{-1}$ localizada na ponta de número 19 (Gráfico 6), e a menor dose observada, foi de 74 L ha^{-1} na ponta de número 12, sendo justificada pela presença de vazamentos na parte superior do seu porta bico. Esta ampla variação justificaria a substituição de todas as pontas de pulverização, pelo fato das pontas de número 8, 12, 18, 19 e 22 excederem suas vazões e por ser mais de 3 pontas, mesmo que o coeficiente de variação foi inferior a 10% conforme recomendação de Dornelles et al. (2009).

Todos os pulverizadores avaliados estavam equipados com pontas de pulverização indicadas para a atividade prevista pelo produtor, porém identificou-se que 100% dos pulverizadores avaliados apresentavam problemas no conjunto de pontas de pulverização, sendo verificado problemas como vazamentos no porta bico, presença de pontas com desgaste ou danificadas, e ainda pontas de modelos diferentes na mesma barra de pulverização, indicando a necessidade de substituição das mesmas por pontas novas.

Segundo Bertoglio et al. (2016) após a substituição de pontas de pulverização desgastadas o coeficiente de variação da calda coletada por bico passou de $22,78\%$

para 1,47% com pontas novas, justificando a substituição das pontas para melhorar a aplicação de calda com os pulverizadores.

Em 83,33% dos pulverizadores foi indicada a substituição de todas as pontas de pulverização por pontas novas devido ao elevado coeficiente de variação determinado após a avaliação, estando acima dos 10% considerados como aceitáveis ou por apresentarem 3 bicos ou mais com vazões fora dos níveis tolerados por Dornelles et al. (2009).

CONCLUSÃO

Conclui-se que todos os pulverizadores avaliados apresentaram alguma inconformidade no momento da avaliação.

Cerca de 83,33% dos pulverizadores avaliados apresentavam a necessidade de substituição de todas as pontas de pulverização da barra por pontas novas e de mesmas especificações, para os outros 16,66% foram indicados a substituição de apenas as pontas com problemas específicos.

Em relação a regulagem dos pulverizadores todos apresentaram variação em suas vazões, com alterações de 0,1% até - 24,8% de erro na vazão em relação a desejada pelo produtor. Apenas 50% dos pulverizadores avaliados apresentaram vazões com erro inferior a 5% em relação a dose esperada pelo produtor inicialmente.

Dos pulverizadores avaliados 100% possuíam o manômetro acoplado ao implemento, porém apenas 16,66% apresentavam-se operantes, o que causa dificuldades para a regulagem da pressão de serviço do pulverizador.

6 BIBLIOGRAFIA

AGROW. **Agrow's Top 20, DS 258.** Disponível em: <http://www.agrow.com/reports/agrowtop_20_2007_chapter1.shtml> Acesso em: 16 de junho de 2018.

ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários.** Campinas: Linea Criativa, 2004, 52p.

ANTUNIASSI, U.R.; GANDOLFO, M.A. **Projeto IPP - Inspeção de Pulverizadores.** In: II Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente. Jundiaí – SP. Anais... Jundiaí – SP: FEPAF, 2001

ANTUNIASSI, U.R.; GANDOLFO, M.A. **Projeto analisa pulverizadores usados na aplicação de agrotóxicos. Campo Grande:** FAPESP 2004. Disponível em: <http://fundect.ledes.net/index.php?id=4&acao=4¬icia_id=57> Acesso em: 10 de maio de 2018.

ARAÚJO, N.; **Entre as causas do problema estão o tamanho inadequado das gotas, dificuldade na escolha dos bicos de aplicação e influência do vento.** Artigo original do site SF Agro | Farming Brasil, 2016. Disponível em: <<http://sfagro.uol.com.br/8-dicas-para-evitar-a-deriva-durante-a-aplicacao-de-defensivos>> Acesso em 15 de nov. de 2017.

BAIO, F.H.R., ANTUNIASSI, U.R. **Sistemas de controle eletrônico e navegação para pulverizadores In: Tecnologia de aplicação para culturas anuais.** 1 ed. Passo Fundo: Aldeia Norte/FEPAF, 2011, v.1, p. 123-141.

BERTOLDI, T. L.; IANECZEK, H.; DEUNER, C.; BARBOSA, K.R.; MACHADO, R. L.T.; MACHADO, A.L.T.; REIS, A.V. . **Levantamento dos principais fatores que originam problemas na tecnologia de aplicação de agrotóxicos e afins no Brasil.** In: XIX CIC XII ENPOS, 2010, Pelotas RS.

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.

CASALI, A.L. **Condições de uso de pulverizadores e tratores na região central do Rio Grande do Sul.** 2012. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2012. 109p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** São Paulo: Shell Brasil S.A, 1992. 122p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Pulverização ou aplicação?** In: Boletim Técnico BT01/09. São Paulo: Teejet South América, 1999. p.2-5.

CORDEIRO, Z.J.M EMBRAPA **Normas gerais para o uso de agrotóxicos.** Disponível em: <<http://sistemadeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/agrotoxicos.htm> > acess> Acesso em 16 de nov de 2017.

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.

DORNELLES, M.E.C. **Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas no Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola (UFSM) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.136p.

DORNELLES, M.E.; SCHLOSSER, J.F.; BOLLER, W.; RUSSINI, A.; CASALI, A.L. Inspeção técnica de tratores e pulverizadores utilizados em pulverização agrícola. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, v.19, n.1, p.36-43, 2011.

DORNELLES, M.E.; SCHLOSSER, J.F.; CASALI, A.L.; BRONDANI, L.B. Inspeção Técnica de pulverizadores agrícolas: histórico e importância. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1600-1605, 2009.

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 Agrônômicas, Botucatu, 2001. 92p.

GANDOLFO, M.A.; OLIVEIRA, A.B. Aplicação de sucesso. **Cultivar Máquinas**. Pelotas, n.53, p.06-09, 2006.

GANZELMEIER, H.; RIETZ, S. **Inspection of plant protection in Europe**. In: International Conference on Agricultural Engineering. PARTII, 1998, Oslo. Proceedings...,Oslo: 1998,p.597-598.

GARCIA & ALVES FILHO. **Fatores determinantes dos impactos decorrentes do uso inadequado ou inseguro de agrotóxicos**, 2005.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. – Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. 190p.

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

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S.H.B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Campinas: Livraria Rural, 1998. P.95-103.

PIMENTEL, D.; MACLAUGHLIN, L.; ZEPP, A.; LAKITAN, B.; KRAUS, T.; LEINMEN, P.; VANCINI, F.; ROACH, W.J; GRAAP. E.; KEETON. W.S.; SELIG, G. Environmental and economics effects of reducing pesticide use in agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam. 1993. P.273-288.

RAMOS, H.H. **Análise da tecnologia empregada para a aplicação de agroquímicos na cultura do morango em Jundiá – SP**. In: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente, Águas de Lindóia, 1996. Anais...Jaboticabal, 1997.p.170.

REICHARD, D.L.; OZKAN, H.E.; FOX, R.D. Nozzle wear rates and test procedure. **Trans. ASAE, (Am. Soc. Agric. Eng.)**, v. 34, p.2309-16, 1991.

RIGOTTO R.M.; MM ROCHA.; **Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública**. Aberto em 28/09/2017, p 1-3.

SARTORI, S. Pulverizadores para aplicação terrestre tratorizada. In: Simpósio Brasileiro Sobre Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente. **Jaboticabal, FCAV**, p.46 – 79, 1985.

SCHLOSSER, J.F. **Tecnologia de aplicação e uso de máquinas: uso de agroquímicos**. Santa Maria: UFSM, 2002. (Caderno didático- Série Técnica, Módulo 5).

SIDAHMED, M.M. **Analytical comparison of force and anergy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles**. Transactions of the ASAE. St. Joseph, v.43, 1998. P. 531-536.

VAL, L.V. Programas de formación de aplicadores y programa de revisión de equipos. Diapositivo color. In: **Jornada Internacional em Tecnologia de Aplicacion. Universidad Politecnica de Valencia**. 2006.

VELLOSO, J.A.R.O.; GASSEN, D.N.; JACOBSEN, L.A.; Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra. Passo Fundo: **EMBRAPA CNTP**, 1984. 50p.

ANEXO 1 - Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas

Proprietário: _____ Pulverizador nº: _____ Data: __/__/____
 Local: _____ Marca: _____ Modelo: _____ Depósito: _____
 Ano de fabricação: _____ Ano de aquisição: _____ Área atendida (ha): _____
 Ponto GPS: _____ Área coberta (ha): _____ Cultura(s): _____
 Horas/Ano: _____ Largura barras: _____ m Largura útil: _____ m
 Sobreposição: _____ m Acoplamento: _____ Produto: _____
 Ponta em uso: _____ Trator-Marca: _____ Modelo: _____ Ano: _____
 Horas: _____

1. Manômetro

Visível ao operador: () Sim () Não

Regulador: () Adequado () Inadequado Pressão (): _____

2. Vazamentos em conexões ou partes (número de pontos)

	Gotas	Contínuo		Gotas	Contínuo
Bomba			Porta-bicos		
Depósito			Circuito Hidráulico		

3. Filtros

() Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

4. Depósito

Restos de produtos parte interna: () Sim () Não

Restos de produtos parte externa: () Sim () Não

Fechamento da tampa: () Correto () Deficiente () Tampa ausente

Indicador de nível da calda: () Legível () Ilegível () Sem escala () Ausente

5. Verificação no trator:

Marca: _____ Modelo: _____ Ano de fabricação: _____ Horas: _____

Velocidade: _____ Km/h Vazão média: _____ L/ha Dosagem real: _____ L/ha

Rotação da TDP: _____ rpm Dosagem teórica: _____ L/ha Erro de vazão: _____ %

GERAIS

1. Qual o nível de estudo do operador (estudou até que série)?

- () Ensino fundamental incompleto () Ensino fundamental completo
 () Ensino médio incompleto () Ensino médio completo
 () Ensino superior incompleto () Ensino superior completo
 () Técnico Agrícola

2. Qual a frequência de revisão do pulverizador?

- () Toda safra () 1 vez por ano
 () Cada 2 anos () Nunca foi feita

3. Quem faz a manutenção do pulverizador?

- () Próprio operador () Agência autorizada
 () Mecânico de confiança () Nunca foi feita

4. Quais partes são revisadas?

- () Bico () Bomba
 () Tanque () Barras
 () Manômetro () Filtros
 () Mangueiras () Conexões

5. Qual a frequência de regulagem do pulverizador?

- () A cada aplicação () 1 vez por safra
 () 1 vez por ano () 1 vez à cada 2 anos
 () Nunca () A cada 3 pulverizações

6. Utiliza o manômetro para regular o pulverizador?

- () Sim () Julga não ser necessário
 () Não sabe usar () O mesmo está estragado
 () Não, porque?

7. Qual procedimento é utilizado para regular o pulverizador?

- () Proveta () Copo medidor
() Peso/min () Medida empírica

8. Qual o critério de seleção do volume de calda utilizado? Porquê?

- () Melhor rendimento operacional () Produto a ser aplicado
() Número de gotas por área () Utilizado por conhecidos
() Indicado pelo agrônomo

9. Quem recomenda os agrotóxicos?

- () Engenheiro Agrônomo_____ () Técnico Agrícola
() Indicação própria_____ () Amigo/conhecido
() Vendedor (profissão)_____

10. Qual critério utilizado na escolha da ponta de pulverização?

- () Tamanho da gota formada () Tipo de agrotóxico aplicado
() Preço baixo () Durabilidade
() Recomendação técnica () Conjunto fixo

Bico	Pressão (lb/psi)	Vazão por Bico (L/min)	Velocidade de Deslocamento (km/h)																
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			Volume de Pulverização (L/ha)																
110.SF-01 Laranja malha 80	20	0,32	96	77	64	55	48	43	38	35	32	30	27	26	24	23	21	20	19
	30	0,37	111	89	74	63	56	49	44	40	37	34	32	30	28	26	25	23	22
	40	0,39	117	94	78	67	59	52	47	43	39	36	33	31	29	28	26	25	23
	50	0,50	150	120	100	86	75	67	60	55	50	46	43	40	38	35	33	32	30
110.SF-015 Verde malha 80	20	0,42	126	101	84	72	63	56	50	46	42	39	36	34	32	30	28	27	25
	30	0,51	153	122	102	87	77	68	61	56	51	47	44	41	38	36	34	32	31
	40	0,59	177	142	118	101	89	79	71	64	59	54	51	47	44	42	39	37	35
	50	0,64	192	154	128	110	96	85	77	70	64	59	55	51	48	45	43	40	38
110.SF-02 Amarelo malha 50	20	0,56	168	134	112	96	84	75	67	61	56	52	48	45	42	40	37	35	34
	30	0,68	204	163	136	117	102	91	82	74	68	63	58	54	51	48	45	43	41
	40	0,77	231	185	154	132	116	103	92	84	77	71	66	62	58	54	51	49	46
	50	0,86	258	206	172	147	129	115	103	94	86	79	74	69	65	61	57	54	52
110.SF-03 Azul malha 50	20	0,86	258	206	172	147	129	115	103	94	86	79	74	69	65	61	57	54	52
	30	1,05	315	252	210	180	158	140	126	115	105	97	90	84	79	74	70	66	63
	40	1,19	357	286	238	204	179	159	143	130	119	110	102	95	89	84	79	75	71
	50	1,33	399	319	266	228	200	177	160	145	133	123	114	106	100	94	89	84	80
110.SF-04 Vermelho malha 50	20	1,18	354	283	236	202	177	157	142	129	118	109	101	94	89	83	79	75	71
	30	1,42	426	341	284	243	213	189	170	155	142	131	122	114	107	100	95	90	85
	40	1,58	474	379	316	271	237	211	190	172	158	146	135	126	119	112	105	100	95
	50	1,79	537	430	358	307	269	239	215	195	179	165	153	143	134	126	119	113	107

Anexo 3. Tabela relacionada para pontas modelo AXI 110015.

ESPECIFICAÇÕES					VELOCIDADE DE TRABALHO (km/h)													
Modelo	Malha	Pressão psi	Vazão l/min	Tamanho de Gota (DMV)	5	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	25	30	35
					l/ha													
AXI 110015 RG 838.862	100	20	0.42	F	101	72	63	56	50	46	42	36	32	28	25	20	17	14
		30	0.49	F	118	84	74	65	59	53	49	42	37	33	29	24	20	17
		45	0.60	F	144	103	90	80	72	65	60	51	45	40	36	29	24	21
		60	0.69	F	166	118	104	92	83	75	69	59	52	46	41	33	28	24
AXI 110017 RG 838.870	100	20	0.57	F	137	98	86	76	68	62	57	49	43	38	34	27	23	20
		30	0.66	F	158	113	99	88	79	72	66	57	50	44	40	32	26	23
		45	0.80	F	192	137	120	107	96	87	80	69	60	53	48	38	32	27
		60	0.91	F	218	156	137	121	109	99	91	78	68	61	55	44	36	31
AXI 110025 RG 1186.180	50	20	0.71	F	170	122	107	95	85	77	71	61	53	47	43	34	28	24
		30	0.82	F	197	141	123	109	98	89	82	70	62	55	49	39	33	28
		45	1.00	F	240	171	150	133	120	109	100	86	75	67	60	48	40	34
		60	1.15	F	276	197	173	153	138	125	115	99	86	77	69	55	46	39
AXI 11003 RG 838.888	50	20	0.80	M	192	137	120	107	96	87	80	69	60	53	48	38	32	27
		30	0.98	M	235	168	147	131	118	107	98	84	74	65	59	47	39	34
		45	1.20	M	288	206	180	160	144	131	120	103	90	80	72	58	48	41
		60	1.39	F	334	238	209	185	167	152	139	119	104	93	83	67	56	48
AXI 11004 RG 838.896	50	20	1.13	M	271	194	170	151	136	123	113	97	85	75	68	54	45	39
		30	1.31	M	314	225	197	175	157	143	131	112	98	87	79	63	52	45
		45	1.60	M	384	274	240	213	192	175	160	137	120	107	96	77	64	55
		60	1.85	M	444	317	278	247	222	202	185	159	139	123	111	89	74	63
AXI 11005 RG 838.904	50	20	1.41	M	338	242	212	188	169	154	141	121	106	94	85	68	56	48
		30	1.63	M	391	279	245	217	196	178	163	140	122	109	98	78	65	56
		45	2.00	M	480	343	300	267	240	218	200	171	150	133	120	96	80	69
		60	2.30	M	552	394	345	307	276	251	230	197	173	153	138	110	92	79
AXI 11006 RG 389.759	50	20	1.70	M	408	291	255	227	204	185	170	146	128	113	102	82	68	58
		30	1.96	M	470	336	294	261	235	214	196	168	147	131	118	94	78	67
		45	2.40	M	576	411	360	320	288	262	240	206	180	160	144	115	96	82
		60	2.77	M	665	475	416	369	332	302	277	237	208	185	166	133	111	95