

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Tese

**INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES COSTAIS: SITUAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
UTILIZADOS PELA AGRICULTURA FAMILIAR**

Daniel Biazus Massoco

Pelotas, 2016.

Daniel Biazus Massoco

**INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES COSTAIS: SITUAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
UTILIZADOS PELA AGRICULTURA FAMILIAR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

**Orientador: Prof. Dr. Ângelo Vieira dos Reis
Coorientador: Prof. Dr. Roberto Liles Tavares Machado**

Pelotas, 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Instituto Federal Farroupilha – Campus Júlio de Castilhos
Processamento Técnico.

M419i Massoco, Daniel Biazus

Inspeção de pulverizadores costais: situação dos equipamentos utilizados pela agricultura familiar. / Daniel Biazus Massoco - Pelotas, RS: [s.n.], 2016.

115 f. : il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel.

Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar.

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Vieira dos Reis;

Coorientador: Prof. Dr. Roberto Liles Tavares Machado.

Inclui bibliografia e apêndice.

1. Inspeção 2. Pulverizador 3. Tecnologia de aplicação I. Título.

CDU: 631.3

Índice para o catálogo sistemático:

Pulverizador	631.3
Agricultura familiar	631

Catalogação na fonte elaborada pela bibliotecária
Joice Nara R. Silva – CRB -10/1826.

Daniel Biazus Massoco

**INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES COSTAIS: SITUAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
UTILIZADOS PELA AGRICULTURA FAMILIAR**

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ângelo Vieira dos Reis (Orientador)
Doutor em Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Dirceu Agostinetto
Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Antônio Liles Tavares Machado
Doutor em Ciência do solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Mauro Fernando Ferreira
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Dr. Ângelo Vieira dos Reis e ao coorientador Prof. Dr. Roberto Liles Tavares Machado, pela amizade, ensinamentos, dedicação e motivação.

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar pela oportunidade de aprendizado;

Ao Instituto Federal Farroupilha – Campus Júlio de Castilhos que assegurou dedicação exclusiva a esta tese.

A Mônica Balestra pela amizade e apoio incondicional ao longo desta jornada;

Aos acadêmicos Renan Bernardy, Rihan Cardoso Centeno e Adriano Soares pela valiosa contribuição nas atividades realizadas durante este projeto;

Aos professores Dr. Antônio Liles Tavares Machado, Dr. Fabrício Ardais Medeiros, Dr. Mauro Fernando Ferreira do Núcleo de Inovação

Aos colegas pós-graduandos André Oldoni, Roger Toscan, Sandro Teixeira, Giusepe Stefanello, Norberto Andersson, Tiago Custódio, Alcione Bernardi, Edson Lambrecht, pelos ensinamentos e apoio incondicional;

Aos graduandos pertencentes ao Núcleo de Inovação em Máquinas e Equipamentos Agrícolas;

Aos agricultores que gentilmente responderam aos questionários deste trabalho;

A todos que, embora não mencionados, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Dedico

***A minha amada esposa Daniele e ao meu amado filho
Pietro por todo amor, carinho, compreensão e incentivo
nesta jornada.***

***"Não tenha medo de crescer lentamente,
tenha medo apenas de ficar parado."***

Proverbio chinês

RESUMO

MASSOCO, Daniel Biazus. **Inspeção de pulverizadores costais: situação dos equipamentos utilizados pela agricultura familiar**. 2016. 119f. Tese Doutorado – Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

O pulverizador costal é amplamente utilizado por agricultores familiares para realização de controles fitossanitários, com objetivo principal de assegurar a produtividade em diferentes cultivos, por ser considerado um equipamento versátil, de fácil manuseio e aquisição. Pela sua importância identificar os aspectos negativos, associados ao processo de pulverização tornou-se necessário para compreensão dos fatores que podem comprometer o processo. O presente estudo tem como objetivo principal diagnosticar as condições de uso, manutenção e conservação dos pulverizadores costais de acionamento manual, novos e usados utilizados em diferentes condições de trabalho. Para isso, foi utilizada metodologia capaz de determinar as condições de uso desses equipamentos em que os novos foram ensaiados conforme determinações previstas na norma ABNT NBR 19932 e, os pertencentes aos agricultores, foram avaliados por meio de uma inspeção técnica abrangendo elementos considerados importantes para atendimento eficiente, seguro e responsável do processo de pulverização. Assim sendo, foram desenvolvidos dispositivos e métodos específicos para a efetivação dos ensaios previstos na norma e também para as inspeções realizadas no campo. As observações foram realizadas com o intuito de efetivar compreensão ampla e profunda do processo de pulverização desde a preparação, execução e finalização da atividade desenvolvida pelo agricultor. Os dados foram analisados e processados através de estatística descritiva e a análise não paramétrica para determinar a existência de correlação significativa entre os elementos observados durante as entrevistas e inspeções realizadas. Foi possível constatar que os equipamentos novos ensaiados não atendem de forma satisfatória as diretrizes estabelecidas pela Norma e os equipamentos utilizados pelos agricultores apresentam falhas que prejudicam a eficiência técnica na execução da pulverização, a saúde do agricultor e o ambiente. Foram observados aspectos que evidenciam a necessidade de capacitação dos operadores e mudanças no projeto desses equipamentos.

Palavras-chave: inspeção; pulverizador; tecnologia de aplicação.

ABSTRACT

MASSOCO, Daniel Biazus. **Inspection of knapsack sprayers: condition of the equipment used by family farmers.** 2016. 119f. Doctoral Thesis - Graduate Program in Family Agricultural Production Systems. Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil.

The knapsack sprayer is widely used by farmers to carry out an effective pest control with the main objective of improving the productivity of different crops. It is considered a versatile equipment, easy to use and to acquire. Given this importance, identifying the negative aspects that are associated with the spraying process has become necessary to understand the factors that can compromise the efficient and secure process. This study aims to diagnose the conditions of use, maintenance and conservation of manually operated knapsack sprayers, new and used, which are used in different crops conditions. For this, we used a methodology to determine the conditions of use of such equipment where the brand new were tested as assessments under the Brazilian standard ABNT NBR 19932 and those in use, belonging to farmers, underwent a technical inspection covering important elements considered for efficiency, safe and responsible spraying process. Therefore, we developed specific devices for the realization of the tests described in the standard and also to the inspections carried out in the field. The observations were made in order to carry out a broad and deep understanding of the whole process from the preparation, execution and completion of the activity undertaken by the farmer. The data were analyzed and processed using descriptive statistics and nonparametric statistics to determine the existence of a significant correlation between the elements observed during the interviews and inspections. Thus, it was observed that the new equipment tested do not meet satisfactorily the guidelines established by the standard in its fullness and equipment used by farmers have flaws that undermine the technical efficiency in the spraying process, the health of the farmer and the environment. Also, factors have been observed to highlight the need for training of operators and changes in the design of equipment.

Keywords: inspection; sprayer; spraying technology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura básica do pulverizador costal	21
Figura 2 - Quadro de distribuição de agricultores familiares na Microrregião de Pelotas.	31
Figura 3 - Bancada para acondicionamento dos pulverizadores onde: (A) vista lateral da bancada com mecanismo de acionamento e sistema de acoplamento, (B) detalhe dos roletes em “V” adaptado para diferentes alavancas e (C) vista ampliada da bancada onde pode ser visualizado o recipiente coletor.....	32
Figura 4 - Dispositivo de ensaio de correia vista lateral (A) e frontal (B).....	35
Figura 5 - Dispositivo ensaio impacto onde: (A) vista frontal da realização do impacto, mostrando ao centro a régua de medição da altura e (B) detalhamento da cinta de tração e ancoragem ao sistema de roldanas.	36
Figura 6 - Ensaio de vazamento realizado em um reservatório de água para a determinação de vazamentos e visualização de possíveis fissuras.....	37
Figura 7 - Dispositivo de ensaio para determinação volume residual externo composto por recipiente de preenchimento (A) e de contenção (B).....	39
Figura 8 - Ensaio de estabilidade onde (A) vista do posicionamento em 90° paralelo a inclinação e (B) 180° do pulverizador.....	41
Figura 9 - Bancada eletropneumática para ensaio de gatilhos onde: (A) manômetro e lubrificador, (B) bloco distribuidor, (C) solenoides, (D) válvulas reguladoras, (E) cilindros de dupla ação, (F) botões de acionamento, (G) relés, (H) sensores eletromagnéticos e (I) gatilhos sendo ensaiados e (J) vista lateral dos cilindros de dupla ação.....	42
Figura 10 - Quadro amostral das cidades pertencentes a Microrregião 33 e o quantitativo de visitas necessários em cada cidade.....	44

Figura 11 - Dispositivo pressurizador para determinação do volume de aplicação onde: (A) bomba, (B) manômetro regulador de pressão, (C) gatilho de acionamento e (D) mangueiras.....	47
Figura 12 - Massa dos pulverizadores abastecidos em sua capacidade máxima.	52
Figura 13 - Gráfico com volumes adicionais dos pulverizadores.....	53
Figura 14 - Rompimento da base do pulverizador F durante ensaio de impacto.	54
Figura 15 - Deformações provocadas nos equipamentos após ensaio de impacto. .	54
Figura 16 - Deformações ocorridas na base dos pulverizadores durante o ensaio de impacto.....	55
Figura 17 - Gráfico da percentagem de absorção das correias.	56
Figura 18 - Volumes residuais internos.	57
Figura 19 - Volumes residuais externos.	58
Figura 20 - Equipamentos com características construtivas semelhantes.	58
Figura 21 - Formação de gotas na superfície externa.....	59
Figura 22 - Percentual de desvio do volume das pontas.....	60
Figura 23 - Limites máximos admitidos nas vazões em outros países.....	60
Figura 24 - Desgaste da agulha de acionamento durante ensaio de confiabilidade.	61
Figura 25 - Visualização da escala com auxílio de lâmpada, onde (A) e (B) lâmpada posicionada externamente e oposta a escala e (C) lâmpada posicionada no interior do tanque para realização da leitura.	63
Figura 26 - Erros acumulados totais da escala.	64
Figura 27 - Escalas de nível de preenchimento dos pulverizadores.	66
Figura 28 - Quadro síntese dos ensaios realizados com os pulverizadores onde são observadas suas conformidades e não conformidades com a norma.....	68

Figura 29 - Exemplos típicos das características ambientais da área de estudo.	69
Figura 30 - Distribuição das principais culturas nas propriedades analisadas.	70
Figura 31 - Tamanho de gota preferencial (A) e de substituição das pontas realizado pelos agricultores entrevistados (B).	71
Figura 32 - Agrotóxicos utilizados pelos agricultores familiares entrevistados.	73
Figura 33 - Classes toxicológicas dos agrotóxicos declarados pelos agricultores em diferentes estudos.	74
Figura 34 - Conformidades dos equipamentos avaliados nas propriedades.	74
Figura 35 - Reparos para mangueiras e alavancas de acionamento onde: (A e B) apresentam concertos improvisados nas mangueiras e (C e D) nas alavancas sem a devida substituição dos componentes avariados.	75
Figura 36 - Reparos realizados pelos agricultores onde: (A) foi utilizado prego para substituir pino de travamento, em (B) obstrução de furo no tanque com fita, (C) tira borracha para estancar vazamento na lança e (D) tarugo de madeira substituindo válvula de alívio.	76
Figura 37 - Adaptações utilizadas para minimizar dores causadas pela correia (A) e a substituição da correia danificada por material alternativo (B).	77
Figura 38 - Filtros contidos na empunhadura do gatilho de acionamento e a presença de resíduos.	78
Figura 39 - Filtros com a presença de resíduos ou danificados.	79
Figura 40 - Quadro dos agrotóxicos, cultivos e alvos biológicos com as respectivas doses e volume para controle.	81
Figura 41 - Erros no volume de calda aplicado.	82
Figura 42 - Erros no volume de ingrediente ativo.	82
Figura 43 - Gráfico dos espectros de gotas médios gerados pelas pontas avaliadas.	83

Figura 44 - Ausência de formação de gotas em papel hidrossensível, onde a coloração azul representa a área molhada.	84
Figura 45 - Destino dado à sobra de calda pelos agricultores.....	86
Figura 46 - Dificuldades ergonômicas apresentadas para execução de pulverização com equipamento costal.	87
Figura 47 - Horários preferenciais para realização de pulverizações.....	88
Figura 48 - Principais informações observadas na bula dos agrotóxicos utilizados pelos agricultores.	89
Figura 49 - Correlações com associação não significativas que apresentaram probabilidade > 0,05.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise da associação positiva entre variáveis e o Uso de EPI pelos agricultores.....	91
Tabela 2 - Análise da associação positiva entre variáveis “recomendação” e “treinamento/capacitação”.....	92
Tabela 3 - Análise da associação positiva entre variáveis “Cultivo principal” e “intoxicação”.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANDAF	Associação Nacional dos Distribuidores de Insumos Agrícolas e Veterinários
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASAE	<i>American Society of Agricultural Engineers</i> (Sociedade Norte-Americana de Engenharia Agrícola)
ASCAR	Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural
CEng	Centro de Engenharias
CV	Coeficiente de Variação
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)
FEE	Fundação de Economia e Estatística
IA	Ingrediente Ativo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional para Padronização)
LMR	Limite Máximo de Resíduos
MAC	Massa Absorvida pela Correia
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
MSC	Massa Seca da Correia
MTS	Massa Total Seca
MTU	Massa Total Úmida
MUC	Massa Úmida da Correia
NIMEq	Núcleo de Inovação em Máquinas e Equipamentos Agrícolas

PEAD	Polietileno de Alta Densidade
RST	Resíduo Total na Superfície
SINPAF	Sindicato Nacional dos Trabalhadores de Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
VM	Volume de água medido
VS	Volume da escala do tanque

Sumário

1 Introdução.....	14
2 Hipótese.....	16
3 Objetivo geral.....	17
3.1 Objetivos específicos.....	17
4 Revisão da Literatura.....	18
4.1 Agricultura Familiar.....	18
4.2 Processo de pulverização.....	19
4.3 Pulverizador costal manual.....	20
4.4 Agrotóxicos e intoxicações.....	21
4.3 Inspeção de pulverizadores.....	25
5 Material e Métodos.....	30
5.1 Ensaio Laboratoriais.....	31
5.1.1 Precondicionamento.....	32
5.1.2 Determinação das dimensões, massas e requisitos mínimos.....	33
5.1.3 Ensaio de resistência de correias e pontos de fixação.....	35
5.1.4 Ensaio de impacto.....	36
5.1.5 Ensaio de vazamento:.....	37
5.1.6 Ensaio do volume de aplicação.....	38
5.1.7 Ensaio de determinação do volume residual na superfície externa.....	38
5.1.8 Ensaio de estabilidade.....	40
5.1.9 Ensaio da confiabilidade da válvula de fechamento.....	41
5.1.10 Escala para medição do volume.....	42
5.2 Pesquisa de Campo.....	43
5.2.1 Tamanho da amostra.....	43
5.2.2 Procedimentos para realização do ensaio de campo.....	45
5.2.3 Questionário.....	46
5.2.4 Análise dos dados.....	48
6 Resultados e Discussões.....	50
6.1 Ensaio Laboratoriais.....	50

6.1.1 Requisitos mínimos exigidos	50
6.1.2 Massas dos pulverizadores	52
6.1.3 Ensaio de impacto	53
6.1.4 Análise das correrias	55
6.1.5 Resíduos internos no tanque	56
6.1.6 Volume depositado na superfície externa	57
6.1.7 Vazão das pontas	59
6.1.8 Estabilidade	61
6.1.9 Confiabilidade da válvula de fechamento	61
6.1.10 Escala de medição de volume do tanque	62
6.1.11 Erro na escala.....	64
6.1.12 Manuais de instruções dos pulverizadores	66
6.1.13 Síntese dos ensaios de laboratório.....	67
6.2 Pesquisa de Campo.....	69
6.2.1 Caracterização das propriedades	69
6.2.2 Condições de operação dos equipamentos.....	70
6.2.3 Aspectos de conservação, manutenção e uso dos equipamentos	74
6.2.4 Análise estatística dos resultados.....	90
6.2.5 Síntese dos resultados de campo.....	93
7 Conclusões	96
8 Sugestões para trabalhos futuros	98
Referências bibliográficas.....	99

1 Introdução

O crescimento constante da população e o surgimento da indústria química no século XX provocaram mudanças que alteraram significativamente o modelo de condução da agricultura em nível mundial. Anteriormente a essa mudança, ocorreu a necessidade de incremento na produção de alimentos, o que levou à utilização de produtos químicos no controle de pragas que limitavam essa produção. Desse modo, para suprir a demanda crescente por alimentos iniciou-se o desenvolvimento e fabricação pela indústria química, de compostos capazes de contribuir com o aumento de produtividade, logo após a II Guerra Mundial, proporcionando com isso a introdução de novos produtos (agrotóxicos) no modelo de produção agrícola.

A agricultura em grande escala e a ampliação das monoculturas na década de 1960, denominada de “revolução verde”, provocaram a disseminação dos agrotóxicos e fertilizantes com o objetivo de atingir maiores produtividades e consequente aumento na disponibilidade de alimentos. Na prática, essa revolução, fundamentou-se na utilização de insumos produzidos nos países desenvolvidos como: sementes melhoradas, maquinários e uma variedade de substâncias químicas. Essas práticas fizeram dos pulverizadores equipamentos utilizados durante todo o ciclo das culturas e extremamente importantes para a condução delas auxiliando nos controles fitossanitários.

O pulverizador costal por ser um equipamento dinâmico e de baixo custo, comparado com os tratorizados pode ser utilizado nos diferentes tipos de paisagens (relevos, condições de umidade do solo e os mais distintos cultivos agrícolas) sejam ou não interesse econômico. Pela facilidade e adaptação tornaram-se acessíveis e difundidos entre os agricultores familiares para o controle fitossanitário em uma agricultura considerada diversificada em muitas propriedades. No entanto, ele está associado também aos problemas relacionados à segurança e ergonomia, a

contaminação do operador e do ambiente. Dessa forma, o equipamento possui restrições e limitações quanto aos ajustes e regulagens que de alguma maneira existem até nos mecanizados. Contudo, tais limitações associadas muitas vezes ao negligenciamento na conservação, manutenção e despreparo na utilização provocam prejuízos à saúde do agricultor, ao ambiente, agronômicos, econômicos entre outros.

Diante dessas dificuldades estudos na área de tecnologia de aplicação são realizados, em várias partes do mundo com pulverizadores montados, turboatomizadores e autopropelidos, pois esses equipamentos também apresentam demandas para que o seu uso seja eficiente e consciente. No entanto, pesquisas e estudos com pulverizadores costais de acionamento manual são escassos e, dos existentes, não estão associados com o emprego no ambiente da agricultura familiar que apresenta características muito distintas e heterogêneas.

Esse espaço de investigação e estudo deve ser ocupado pelo fato do pulverizador costal, ser amplamente utilizado pelos agricultores, sejam eles familiares ou não. Diante desta atmosfera e das características da agricultura familiar, a implementação de um projeto de inspeção técnica de pulverizadores costais de acionamento manual, tornou-se admissível. Também esta lacuna, permitiu que o presente estudo, desse início a um processo de investigação científica, capaz de promover e ampliação os conhecimentos e a conscientização dos envolvidos no processo de pulverização, para melhorar o desempenho dos equipamentos, com o objetivo de minimizar os prejuízos que podem ser ocasionados por eles.

2 Hipótese

O uso de agrotóxicos é considerado indispensável e condicional para melhorar a produtividade, no entanto, o processo de pulverização com equipamentos costais de acionamento manual é considerado ineficiente diante das demandas estabelecidas pela tecnologia de aplicação atual, demonstrando assim, a necessidade de um diagnóstico amplo e profundo dos fatores envolvidos neste processo para determinar e minimizar os efeitos negativos da técnica utilizada e aperfeiçoar o equipamento para as novas demandas.

3 Objetivo geral

Realizar o ensaio conforme Norma ABNT NBR 19932 em pulverizador costal de acionamento manual novos e identificar com pesquisa de campo nas propriedades caracterizadas como de Agricultura Familiar, as condições de uso e o estado de conservação dos equipamentos bem como os procedimentos adotados na preparação, na execução e após o processo de pulverização.

3.1 Objetivos específicos

- a) Verificar a conformidade dos pulverizadores costais manuais novos comercializados no mercado brasileiro com Norma ABNT NBR 19932.
- b) Avaliar o estado de conservação e uso, dos pulverizadores utilizados nas propriedades;
- c) Verificar as condições de utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) por parte dos agricultores;
- d) Identificar as causas no processo de pulverização que podem afetar os resultados esperados para o controle fitossanitário pretendido;
- e) Avaliar a percepção dos agricultores com relação aos itens de ergonomia e segurança;
- f) Identificar os impactos de ordem técnica que impactam no processo de pulverização.

4 Revisão da Literatura

4.1 Agricultura Familiar

O ambiente agrário é complexo e possui uma ampla diversidade de cenários. Existem demandas investigativas distintas entre agricultores, a diversificação de interesses e formas de produção e exploração. O embate pela sobrevivência é imposto todos os dias para que o homem do campo prospere. Por tanto, para distinguir o agricultor familiar dos demais foi elaborada e promulgada a Lei 11.326 de 24 de julho de 2006 que o descreve como: *“quem pratica as atividades ou empreendimentos no meio rural, na área de até quatro módulos fiscais, aproveitando-se predominantemente da mão de obra da própria família em suas atividades”*.

Para Abramovay (1992), o modelo familiar de agricultura é baseado na pequena propriedade, utilizando a mão de obra da própria família, destinada ao próprio consumo e voltado para o abastecimento dos mercados locais. Assim, o último censo agropecuário divulgado (IBGE, 2006) aponta que na Região Sul do Brasil há 849.997 estabelecimentos de Agricultura Familiar sendo que o Rio Grande do Sul detém 378.546 propriedades e a região de Pelotas possui 18.980 unidades familiares.

A agricultura e o meio rural da região Sul do Brasil passaram por transformações desde a década de 1970. Elementos característicos da "pequena agricultura" ou da agricultura camponesa foram substituídos por novas práticas e meios de produção como a utilização da enxada, a tração animal, a colheita manual, que são utilizados com pouca intensidade e encontrados esporadicamente (GRISA e SCHNEIDER, 2008). Assim, novas ferramentas de produção foram inseridas no

ambiente da agricultura familiar como os pulverizadores agrícolas e, conseqüentemente, os agrotóxicos.

A realidade encontrada nos dados contidos em relatórios pesquisados demonstram que a Agricultura familiar no Rio Grande do Sul já não permeia mais a subsistência e sim se insere num mercado produtivo, competitivo e economicamente viável. A região Sul possui peculiaridades que determinam o êxito de propriedades familiares rurais, como à forma de colonização e a herança cultural de povos europeus e o associativismo (GUILHOTE et al.(2007).

Atualmente, segundo Grisa e Schneider (2008) as unidades familiares intensificam o ritmo de trabalho, demonstrando preferência aos cultivos comerciais, independente do princípio da alternatividade, e especializam-se em poucas culturas, diferentemente da policultura. A Agricultura familiar é um segmento de extrema importância no Rio Grande do Sul, não só para a economia do agronegócio, mas para própria economia do Estado, visto que desempenha um papel social, seja pela geração de emprego e ocupação, seja pelo perfil dos produtos (MDA, 2005).

4.2 Processo de pulverização

O desenvolvimento significativo dos equipamentos de aplicação surgiu, entre 1867 e 1900 e ocorreu devido a necessidade e interesse dos agricultores em aumentar as produções e melhorar a qualidade dos produtos uma vez que a demanda de alimentos nas áreas urbanas havia aumentado em função da revolução industrial e do crescente êxodo rural que promovendo a diminuição da mão de obra no campo. Diante deste cenário, ocorreu o desenvolvimento de novas tecnologias para aumento de produção permitindo que poucos indivíduos cultivassem áreas extensas (CHAIM, 1999). Conforme Chaim (1999) entre os anos 1867 e 1939, ocorreram melhoras na qualidade dos projetos das bombas hidráulicas e bicos de pulverização e, desta forma, a energia na forma de pressão pôde ser utilizada nos bicos de pulverização, para aplicação de agrotóxicos.

De acordo com Akesson & Yates (1979 apud Chaim 1999), em 1896 já eram descritas 3 categorias de bicos utilizados na agricultura sendo esses com orifícios em forma elíptica ou retangular, que emitiam jatos em forma de leque e bicos com obstruções colocadas imediatamente à frente do orifício que produziam jatos em forma de leque (bicos de impacto) e os bicos que promoviam a rotação do líquido

imediatamente antes de sua emergência pelo orifício de saída, produzindo um jato com formato cônico e vazio sendo esses formatos os mais utilizados até hoje relata Chaim (1999).

Diante do relato histórico apresentado os pulverizadores costais podem apresentar diferentes configurações e basicamente apresentam como fonte de energia mecanismos de compressão e propulsão o pistão da câmara que é acionado pelo braço do trabalhador, por motor de combustão ou elétrico.

4.3 Pulverizador costal manual

As características construtivas entre os diferentes pulverizadores costais de acionamento manual possuem basicamente a mesma estrutura (Figura 1) e apresentam os elementos a seguir:

- a) Correias: utilizadas para sustentar o equipamento nas costas do operador;
- b) Tanque: acondiciona-se a calda de pulverização e onde está a escala para visualização do volume, a tampa;
- c) Tampa do tanque: utilizada para fechar a abertura do tanque e onde está a válvula de alívio de pressão (diafragma);
- d) Alavanca: para acionamento da bomba (pistão/câmara de compressão);
- e) Lança: tubulação onde estão conectados o gatilho e o bico de pulverização;
- f) Bico: composto por corpo, peneira (filtro), ponta e capa;
- g) Gatilho/registo: composto por válvula de acionamento, manopla e alavanca do registo;

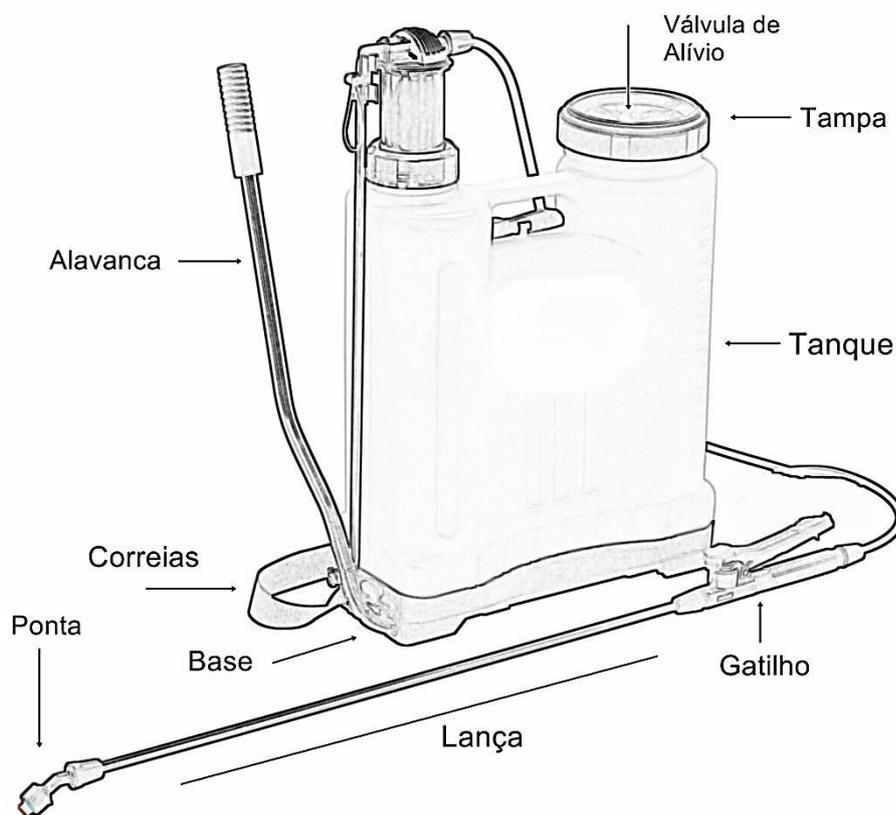


Figura 1 - Estrutura básica do pulverizador costal
 * Imagem elaborada com base em ANDEF (2013).

4.4 Agrotóxicos e intoxicações

O termo agrotóxico é definido na Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Assim, para efeitos dessa Lei seu Art. 2º descreve:

I - agrotóxicos e afins:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de 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;

b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento;

II - componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins. (Brasil, 1989).

No entanto, é comum em alguns setores agrícolas a substituição do termo agrotóxico pelas terminologias: defensivo agrícola, produtos fitossanitários, agroquímicos, pesticidas, praguicidas ou biocidas. São termos que possuem alguma intencionalidade, normalmente de *marketing*, com o objetivo de comercialização e minimização do impacto psicológico provocado pela terminação “tóxico”. Portanto, estes termos, estarão presentes no decorrer desta revisão uma vez que os autores utilizaram nos seus referenciais bibliográficos tais denominações. Entretanto, após a revisão bibliográfica será utilizado o termo previsto em lei, ou seja, agrotóxico(s).

Um dado importante sobre o consumo desse produto (agrotóxico) indica o Brasil como o maior consumidor no mundo, segundo informações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2013). Contudo, o uso generalizado desses tem causado problemas com efeitos não desejados, em diversos organismos, apresentando resíduos em alimentos e provocando a contaminação das águas, do solo e a intoxicação dos trabalhadores rurais (CAMPANHOLA e BETTIOL, 2003).

O país contabilizou em 2011, segundo o Anuário Estatístico da Previdência Social do Ministério da Previdência Social, 14.988 acidentes de trabalho no setor agrícola. Os dados sobre acidentes disponibilizados, não apresentam registros específicos causados por agrotóxicos, mas sim por tipos de cultivo. Deste modo, nas lavouras temporárias como cereais, cana-de-açúcar, tabaco e soja, foram contabilizaram-se 8.418 acidentes, nas lavouras permanentes como laranja, café e cacau, 5.031, na produção de sementes e mudas 1.208 e horticultura e floricultura registram 331. Os números mostram a falta de conhecimento do produtor sobre os riscos que esses produtos representam para a saúde e ao ambiente.

O uso de agrotóxicos no Brasil é considerado alto e preocupante, pois os alimentos possuem taxas elevadas de resíduos, superando os valores permitidos por lei (PERES et al., 2007). Conforme o relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) elaborado pela ANVISA em 2010, o balanço geral das 2.488 amostras, dos dezoito alimentos monitorados (abacaxi, alface, arroz, batata, beterraba, cebola, cenoura, couve, feijão, laranja, maçã,

mamão, manga, morango, pepino, pimentão, repolho e tomate) em todas as culturas foram detectados resíduos de agrotóxicos. Para 35% dessas, apresentaram resíduos abaixo do Limite Máximo de Resíduos (LMR) estabelecido por lei e 28% foram consideradas insatisfatórias por apresentarem resíduos de produtos não autorizados ou, autorizados, mas acima do LMR, e em 37% das amostras, não foram detectados resíduos.

Conforme relatam Peres et al. (2005), os agrotóxicos têm ação sobre a constituição física e a saúde do ser humano, e são considerados importantes contaminantes ambientais e da população de animais. De acordo com Arias et al. (2007), os principais contaminantes de origem agrícola são os resíduos de fertilizantes e os agrotóxicos. Estes quando aplicados sobre os cultivos podem atingir corpos de água e córregos diretamente ou através de água da chuva e da irrigação e indiretamente através da percolação no solo, chegando aos lençóis freáticos ou pela volatilização dos compostos.

Segundo estudo realizado por Caldas e Souza (2000), avaliando o risco da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira, concluíram que os agrotóxicos mesmo que utilizados de modo adequado deixam resíduos nos alimentos, com possibilidade de causar danos à saúde do trabalhador rural e do consumidor levando a implicações de âmbito econômico. Além dos malefícios aos seres humanos, alimentares e de saúde pública, a introdução de agrotóxicos no ambiente pode provocar efeitos indesejáveis, tendo como consequência mudanças no funcionamento do ecossistema (SPADOTTO et al., 2004). Contudo, como forma de manejo, para redução dos níveis populacionais de pragas e de doenças, o método químico, tem sido empregado pelos agricultores para aumentar a produtividade das lavouras (SALLES, 1998).

Em estudo feito na região de Pelotas com produtores de pêssego, Lima et al. (2008) realizaram um diagnóstico da exposição ocupacional aos agrotóxicos baseado em entrevistas espontâneas de 135 agricultores e identificaram que a atividade é desenvolvida em pequenas propriedades, com mão de obra familiar e os agrotóxicos usados são adquiridos sem receituário agrônomo, destacando o uso de produtos não registrados para a cultura do pessegueiro.

A utilização de agrotóxicos, sem cuidados têm contribuído para o aumento das intoxicações ocupacionais, sendo atualmente, um dos principais problemas de saúde pública no meio rural brasileiro (FIOCRUZ, 2009).

Para Domingues et al (2004) e Peres et al (2005) a falta de informação por parte dos trabalhadores rurais sobre os riscos a que estão expostos quando utilizam agrotóxicos, deve-se principalmente a baixa escolaridade, o que dificulta e/ou impossibilita o acesso às informações para a sua segurança e dos demais envolvidos na atividade agrícola. Contudo, para Peres et al (2003) é necessário reconhecer os condicionantes sociais, culturais e econômicos presentes no processo produtivo para minimizar os danos à saúde e ao ambiente, decorrentes do uso dos agrotóxicos. No entanto, segundo Frank et al. (2004), mesmo sendo a atividade agrícola de grande importância, existe pouco interesse no estudo de aspectos da saúde e segurança na agricultura. Somente há interesse em desenvolver tecnologias para o aumento da produção agropecuária, sem levar em consideração os impactos à saúde e à segurança do trabalhador.

Para a Associação Nacional dos Distribuidores de Insumos Agrícolas e Veterinários (ANDAF, 2013), os produtos fitossanitários são essenciais para a agricultura, por permitirem o aumento da produtividade adequada para alimentar a população mundial. Segundo a mesma associação, nas últimas décadas, ocorrências pontuais de mau uso de produtos fizeram com que os defensivos fossem taxados como grandes vilões do homem e do ambiente, o que parece um equívoco. Por essas razões, a contaminação por agrotóxicos é tema de estudo crescente, pelas consequências causadas à saúde humana, ao ambiente e pelo uso inadequado.

Em pesquisa realizada por Soares et al (2005), através de análise exploratória de dados de questionários contemplando variáveis como: as características pessoais, do estabelecimento, do uso de agrotóxicos e de intoxicação, constatou a possibilidade de encontrar fatores de risco e de proteção relacionados à saúde dos trabalhadores, no que diz respeito à intoxicação por uso de agrotóxicos. O fato, segundo os autores, aponta para a adoção urgente de políticas de regulação capazes de reduzir as características de risco, bem como de ampliar os fatores de proteção à saúde dos trabalhadores rurais.

Diante dessas discussões estudos estão buscando a, eficiência e qualidade, nas atividades relacionadas à tecnologia de aplicação e também a inspeção periódica de pulverizadores.

4.3 Inspeção de pulverizadores

A inspeção já foi adotada em mais de 20 países para aperfeiçoar e controlar o processo de pulverização e estabelecer um sistema de inspeção para melhorar o uso e manutenção desses equipamentos. Esse processo apresenta como objetivo a racionalização do uso de agrotóxicos com a intenção de redução de custos e melhoria na eficiência das aplicações, conforme relatam, Antuniassi et al (2011). Os mesmos autores expõem que a inspeção periódica é realizada de forma voluntária ou compulsória, dependendo de cada país. Citam a obrigatoriedade em países como Alemanha, Holanda, Bélgica e Dinamarca, destacando o procedimento já na década 1970.

Na Alemanha, Koch (1996) utilizou uma metodologia de avaliação dividindo-a em qualitativa (observada) e quantitativa (medida). Algumas das qualitativas foram realizadas através da observação do estado geral de manutenção, presença de vazamentos, proteção de partes móveis e o estado dos filtros. Nas quantitativas foram aferidas a vazão das pontas, velocidade de deslocamento e comprimento real da barra de pulverização.

Na Itália, no final da década de 60, iniciaram-se as avaliações de máquinas para aplicação de agrotóxicos em culturas arbóreas, os chamados turboatomizadores, e a partir de 1985 a avaliar os pulverizadores de barras, sendo que em 1989 um total de 60 máquinas passaram, por este processo, concluindo que somente oito (13,3%) unidades apresentavam condições adequadas para uso, 47% produziam uma distribuição irregular na barra, 53% apresentavam manômetros danificados e 53% não tinham proteção no eixo cardã (ENDRIZZI, 1990).

Com a finalidade de institucionalizar um controle periódico sobre pulverizadores usados na Itália, Baldi e Vieri (1992), apresentaram proposta descrevendo uma metodologia para a avaliação de manômetros, vazão das pontas e distribuição da vazão na barra do pulverizador. Assim, manômetros foram avaliados utilizando um banco comparador composto por um circuito hidráulico com pressurização regulada, com tubulação comunicante para dois manômetros, um de precisão e outro da máquina. Para a vazão das pontas foram utilizados fluxômetros instalados nos bicos. A distribuição da vazão na barra de pulverização das máquinas foi avaliada volumetricamente, com provetas graduadas colocadas sob uma bancada de distribuição.

As avaliações também consideraram aspectos qualitativos como, proteção ao operador, presença de filtros e antigotejadores e escala do manômetro. Os resultados encontrados pelos autores (Baldi e Vieri, 1992) sobre 28 máquinas mostraram que 71% delas não apresentavam proteção adequada ao operador, 85% não possuíam antigotejadores e em 36% os filtros eram ineficientes ou ausentes. Com relação ao manômetro, independentemente da eficiência, em 50% dos casos a escala era muito elevada em relação ao valor médio de registro em pulverizações.

Com relação à avaliação da vazão das pontas, os autores concluíram que a variação média de vazão foi de 19,5%, com valores médios de Coeficiente de Variação (CV) na distribuição de 22,3%. Com respeito a qualidade de distribuição nas barras, foi observado que 40% das máquinas apresentavam um CV superior ao limite aceito pelos pesquisadores, que neste caso foi de 10%.

Estudo realizado na Argentina por Magdalena e Di Prinzio (1992) analisando a funcionalidade do manômetro, vazão das pontas e proteção do eixo cardã avaliaram 292 pulverizadores, constatando que 70% das máquinas utilizavam pontas desgastadas, 52% não tinham manômetro ou estavam danificados e 86% não dispunham de proteção no eixo cardã. Observaram ainda, que com investimentos de baixo custo em reparos, calibração correta e informação aos usuários, as máquinas poderiam ser adequadas para condição de operação.

Os autores Langenakens e Pieters (1997) descrevem a importância da inspeção obrigatória dos equipamentos para aplicação de defensivos agrícolas e relatam que na Bélgica a inspeção é realizada com objetivo técnico e educativo para reduzir a quantidade de agrotóxicos utilizados no país e promover a preservação tanto do ambiente quanto da imagem do agricultor. Relataram a inspeção de 7.056 máquinas com 7% de reprovações no período de setembro de 1995 a agosto de 1996.

A análise visual considerada por Huyghebaert et al. (1996) e Langenakens e Pieters (1997) foi: proteção das partes móveis, presença de filtros, presença e adequação do manômetro, presença de obstáculos entre a projeção do jato do bico e o alvo e presença de vazamentos. Dentre as avaliações mensuráveis estavam: a precisão do manômetro, funcionamento do compensador de retorno, vazão individual das pontas, espaçamento entre pontas e taxa de aplicação real da máquina.

Foi relatado por Pannel (1994) a necessidade de serviços de inspeção como forma de redução de custos e da prevenção da contaminação de alimentos e do ambiente, salienta que independente de ser espontânea ou obrigatória a inspeção, o importante, neste processo é a condição educativa promovida para o operador e proprietário que ela transmite. Ainda no mesmo sentido Rikoonet et al. (1996) relatam a importância de processos educacionais e interativos com produtores rurais, ponderando os mesmos como agentes de mudanças de atitude, podendo este orientar um produtor a adotar técnicas para modificação do processo.

Diante da grande demanda e consumo de agrotóxicos no Brasil, diversos pesquisadores iniciaram trabalhos direcionados a verificação das condições dos equipamentos utilizados para aplicação e a conscientização dos operadores com relação as boas práticas no processo de pulverização. No entanto, os trabalhos realizados estão focados em equipamentos tratorizados (GANDOLFO, 2001; PALADINI, 2004; DORNELLES, 2008; BAUER et al.; 2009) os quais não levaram em consideração os pulverizadores costais de acionamento manual.

Conforme Christofolletti (1992), a máquina pulverizadora é todo equipamento capaz de produzir gotas, em função de uma determinada pressão exercida sobre a calda, sendo basicamente constituído por um tanque, registro, filtros, bomba, comando, barras e ponta. Segundo Machado et al. (2005), no processo de pulverização, a máquina é responsável pelo sucesso na aplicação e isso depende da regulagem, manutenção e características operacionais.

O pulverizador tem a função de conduzir o agrotóxico até o alvo biológico sendo que sua escolha e utilização são de fundamental importância na eficácia e na ação dos produtos (VELLOSO et al., 1984). Segundo Bauer e Pereira (2005), dentre os equipamentos utilizados na condução de lavouras, o pulverizador é um dos únicos usado durante todo o ciclo cultural, por ser responsável pela colocação dos agrotóxicos e afins no ambiente. Por isso, o domínio da tecnologia de aplicação é tarefa de mais alta importância, pois, é utilizada em pulverização para a maioria dos agrotóxicos aplicados nas culturas, sejam inseticidas, fungicidas, herbicidas, maturadores ou dessecantes. Mesmo com o uso massivo de agrotóxicos e afins no Brasil, são observadas grandes perdas nas culturas por pragas e doenças não controladas com prejuízos de 55, 46, 35 e 29% na produção final de cana, arroz, milho e soja, respectivamente (MYAMOTO, 2003).

Considerado a importância da manutenção como alternativa para que as máquinas agrícolas possam executar corretamente suas tarefas, as condições mais próximas das ideais seriam muito importantes para a execução da operação (MACHADO, 2001). Assim, para obtenção de uma aplicação de qualidade Schlosser (2002) descreve que se deve ter o maior conhecimento sobre os quatro fatores envolvidos: a máquina, o alvo biológico, os fatores climáticos e os defensivos agrícolas.

Para Pimentel et al. (1993), é possível reduzir em grande parte o consumo de agrotóxicos sobre algumas culturas apenas com a racionalização do seu uso. Para atingir o objetivo em relação à correta aplicação tem-se recomendado, em larga escala, o monitoramento do tratamento fitossanitário e o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes e ajustados para aplicações de defensivos.

Os equipamentos de aplicação de agrotóxicos evoluíram consideravelmente nos últimos anos, porém, a transferência e o correto uso dessa tecnologia no campo ocorrem lentamente, enquanto que os agrotóxicos e afins evoluíram rapidamente para produtos mais potentes difundindo-se às partes mais remotas do mundo, em menor tempo (FRIEDRICH, 1996).

A eficiência da aplicação dos agrotóxicos e afins contra os agentes causadores de danos às culturas agrícolas, associada à menor contaminação ambiental e menor custo, depende de diversos fatores, entre eles a escolha adequada do equipamento, o estado e funcionamento de seus componentes e sua calibração (GONÇALVES, 1999).

Assim, a tecnologia de aplicação tornou-se prática indispensável para a viabilidade econômica do sistema de produção agrícola vigente, sendo os agrotóxicos e afins 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 a perda de safras, causada pelo ataque de pragas e doenças, que normalmente não trazem benefícios diretos sobre as plantas como, fertilizantes e corretivos (VICENTE et al., 1998).

Diante do exposto, verificou-se inúmeros estudos desenvolvidos para inspecionar equipamentos tratorizados e autopropelidos. No entanto, existe uma lacuna que deverá ser preenchida no território brasileiro, que envolve ações direcionadas às condições de uso dos pulverizadores costais usados ou novos. Aos usados, buscar as informações que permitam aprimorar e adequar às demandas dos

usuários e, aos novos, verificar se atendem em sua plenitude as normas específicas quanto aos requisitos exigidos. Assim, fica claro uma necessidade de esforços de pesquisa para diagnosticar a situação desses equipamentos com o objetivo de minimizar os efeitos negativos durante o processo de pulverização, causados pela má utilização dos mesmos.

5 Material e Métodos

O trabalho foi realizado em duas etapas distintas e sequenciais. Primeiramente, Ensaio Laboratoriais realizados em conformidade com a ABNT NBR 19932/2010 e posteriormente a Pesquisa de Campo realizada nas propriedades agrícolas familiares para inspecionar as condições dos equipamentos utilizados nos tratamentos fitossanitários nas principais culturas de interesse econômico cultivadas por essas famílias.

Os ensaios laboratoriais foram realizados nas dependências do Núcleo de Inovação em Máquinas e Equipamentos Agrícolas (NIMEq) do Departamento de Engenharia Rural (DER) e do Centro de Engenharias (CEng) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

A metodologia elaborada para realização das atividades de campo foi obtida com base no referencial teórico dos trabalhos realizados por Gandolfo (2001), Paladini (2004), Dornelles (2008) e Bauer et al. (2009). Ela foi ajustada para atender as demandas, condições e características próprias dos pulverizadores costais de acionamento manual.

Para as atividades de campo o projeto abrangeu propriedades familiares da Microrregião 33 – Pelotas (FEE, 2013), da qual fazem parte os municípios de Arroio do Padre, Canguçu, Capão do Leão, Cerrito, Cristal, Morro Redondo, Pedro Osório, Pelotas, São Lourenço do Sul e Turuçu. As cidades pertencentes à microrregião possuem uma totalidade de 18.980 unidades caracterizadas como de agricultura familiar conforme dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE 2006) e distribuídos conforme figura 2.

Arroio do Padre	486	Morro Redondo	651
Canguçu	8.775	Pedro Osório	117
Capão do Leão	142	Pelotas	3.216
Cerrito	838	São Lourenço	3.812
Cristal	548	Turuçu	395
			Total 18.980

Figura 2 - Quadro de distribuição de agricultores familiares na Microrregião de Pelotas.

5.1 Ensaio Laboratoriais

Nesta fase foram avaliados os equipamentos novos comercializados com o objetivo de verificar as conformidades destes frente aos requisitos, métodos de ensaio e desempenho mínimos prescritos pela norma ABNT NBR 19932-2010 em suas partes 1 e 2, que especifica requisitos e métodos de ensaio para pulverizadores operados por alavanca. Para a determinação de quais pulverizadores novos seriam ensaiados efetivou-se busca em sítio eletrônico dos fabricantes nacionais e lojas de comércio eletrônico onde visualizou-se quais os modelos que seriam amplamente ofertados no mercado brasileiro. Desses equipamentos, quatro são de fabricação nacional e oito importados. Dos importados, dois recebem a marca de um fabricante nacional e, no entanto, manufatura na Tailândia. Os demais importados têm sua procedência da China e comercialização por empresas nacionais.

Com o objetivo de avaliação dos equipamentos eles foram rotulados aleatoriamente com as letras A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L¹ de modo a minimizar valorações tendenciais em função de possíveis preferências pessoais dos membros da equipe de trabalho na pesquisa. Os equipamentos listados, em parte, foram adquiridos por meio de doação. Tal requerimento foi realizado a comerciantes e fabricantes nacionais. No entanto, apenas um fabricante nacional realizou a doação e, os demais equipamentos foram obtidos por processo de compra licitatória na modalidade de Dispensa de Licitação e fornecido pelo comércio varejista do Rio Grande do Sul.

Para as atividades laboratoriais foram utilizados basicamente os seguintes equipamentos: balança eletrônica com capacidade de 50Kg ($\pm 20g$), uma balança

¹ Lista nominal de pulverizadores ensaiados conforme a norma ABNT NBR 19932 partes 1 e 2: A – Guarany SE-20, B – Macrotop MPM-200, C – Coyote, D – Jacto PJH doado; E – Jacto XP-20 doado, F – Jacto Versatili doado, G – Strong, H – Jacto PJH, I – Brudden, J – Worker, K – Vonder, L – Eccofer. (Imagens no Apêndice A)

eletrônica de 600g e erro $\pm 0,1g$, cronômetro, proveta graduada de 1.000mL ($\pm 10mL$), compressor equipado com manômetro que permite ajuste até 1MPa (10bar) erro $\pm 5\%$, manômetro de 0,0MPa a 2MPa erro $\pm 0,12kPa$ (0,12bar), sacos de polietileno, recipientes diversos, luxímetro e ferramentas diversas.

5.1.1 Precondicionamento

Para a realização dos ensaios foi necessário, antes de qualquer atividade, o condicionamento dos pulverizadores, uma vez que, a norma determina o mesmo antes de qualquer outra ação. Diante deste fato, os equipamentos foram submetidos a esse procedimento durante 25 horas, para então, implantar os demais ensaios.

O condicionamento foi realizado com equipamento existente no NIMEq, denominado Bancada de Ensaio de Dosadores e Adubo (Reis et al. 2007), que foi submetido a adaptações, para desempenhar o processo de condicionamento de forma automatizada e reproduzível como pode ser visualizado na figura 3.



Figura 3 - Bancada para condicionamento dos pulverizadores onde: (A) vista lateral da bancada com mecanismo de acionamento e sistema de acoplamento, (B) detalhe dos roletes em "V" adaptado para diferentes alavancas e (C) vista ampliada da bancada onde pode ser visualizado o recipiente coletor.

A bancada foi utilizada porque em sua estrutura é possível controlar a rotação do motor elétrico, já que está equipada com um inversor de frequência que admitiu a variações de rotação entre zero (0,00) e 999,9 rpm. Essa variação permitiu que cada

um dos pulverizadores atingissem a pressão necessária para o condicionamento, uma vez que, foi necessário atender o ciclo de acionamento máximo permitido em norma e atender o regime de melhor pressão recomendado por cada fabricante.

Para acoplamento da alavanca dos pulverizadores à bancada foi desenvolvido um sistema biela manivela do tipo *Scotch Yoke Mechanism*² que transformou o movimento circular uniforme, em movimento linear alternado. Essa alteração permitiu que a alavanca do pulverizador realizasse movimentos com a amplitude máxima de até 400mm, simulando a oscilação proporcionada pelo braço humano quando aciona a bomba de pistão dos pulverizadores e permitiu que se ajustasse o mecanismo às diferentes medidas de curso da bomba e de comprimento de alavanca dos equipamentos ensaiados. Na bancada o pulverizador foi posicionado com suas correias sobre um suporte com diâmetro de 75mm simulando os ombros do operador, durante a execução do ensaio. Para o recolhimento e reabastecimento do volume aplicado este foi coletado em um recipiente de 20 litros.

Para atender os diferentes formatos das alavancas (circular, oval, em U) foi desenvolvido um sistema de acoplamento com roletes móveis em “V”, confeccionados em Polietileno de Alta Densidade (PEAD), que permitiram o encaixe exato para realização do ensaio sem que ocorressem alterações das características físicas das alavancas durante a execução para todos os equipamentos.

5.1.2 Determinação das dimensões, massas e requisitos mínimos

Para a determinação das dimensões, massa e requisitos mínimos exigidos pela norma e diante das diferenças de projeto dos equipamentos ensaiados foi necessário realizar um levantamento individualizado dos equipamentos. Assim, foram registradas em forma de planilhas as informações pertinentes e necessárias para verificar se os mesmos estavam em conformidade ou não com o que preconiza a norma ABNT NBR 19932/10.

Dessa forma, para determinar as dimensões mínimas exigidas das correias de suporte e dos bocais de abastecimento foi utilizado para aferição um paquímetro analógico de 150mm, com resolução de 0,02mm e registrados os valores em

²O Mecanismo de Scotch Yoke, também conhecido como mecanismo de culatra escocesa ou jugo escocês. Tem como característica a capacidade de transformar um movimento rotativo a velocidade constante em movimento alternativo.

planilha. Para dimensionar a malha das peneiras do bocal de abastecimento, utilizou-se a análise da configuração geométrica obtida por fotografia digital com resolução de 15MP. Foram coletadas dez observações dos orifícios das malhas por filtro e determinada uma média, utilizando o programa computacional AutoCAD® conforme procedimento já realizado por Machado et al. (2009).

Os equipamentos também foram submetidos a uma verificação para determinação de suas massas tanto vazios e quanto abastecidos em seu volume nominal máximo. O procedimento iniciou-se com a pesagem do equipamento completo, ou seja, com alças, mangueira, lança, gatilho, ponta e filtros. Então, aferia-se a massa do mesmo sem acrescentar líquidos no interior do tanque. Em um segundo momento, o mesmo era abastecido com água até a marcação de 20L contida no tanque e determinada a massa. Igualmente foi realizada a medida da massa do pulverizador com preenchimento até o nível de abertura do bocal de abastecimento para determinar o volume adicional.

Esse volume adicional é previsto na norma e deverá atender o mínimo de 5% do seu valor nominal, ou seja, um litro. As medidas de massa foram coletadas por meio de uma balança eletrônica com capacidade para 50kg ($\pm 20g$) e os volumes depositados no interior do tanque com auxílio de proveta graduada de 1000mL até atingir a marca de 20 litros.

A determinação dos dados referentes a escala volumétrica do nível de preenchimento do tanque, do número de engates rápidos e ajustes das correias foram realizados através de observações e registros das informações em planilha e fotografias conforme necessário e posteriormente analisados.

As exigências normativas referentes ao dispositivo de controle do acionamento da vazão (gatilho) foram realizadas utilizando a manipulação dos mesmos e por observações durante o acionamento para determinar se atendiam as condições mínimas. Portanto só foram considerados em conformidade quando atendiam as seguintes especificações: fechar fluxo de líquido quando solto, sem travamento em operação e presença de trava de segurança, para evitar acidentes, quando não estiver operando.

5.1.3 Ensaio de resistência de correias e pontos de fixação

Para realização do ensaio de resistência das correias e pontos de fixação foi elaborado dispositivo capaz de lançar o pulverizador, para que fosse suportado pela correia em um anteparo tubular horizontal de 75mm. Foi necessário também o seu abastecimento com massa de 7,0kg ($\pm 10g$) e a elevação em 200mm. Dessa forma, o pulverizador foi suspenso e liberado verticalmente para que ocorresse o impacto das correias e sua ancoragem sobre a barra conforme figura 4. Após o procedimento foram avaliados e registrados os danos e inconformidades das correias durante o ensaio. Também foi realizada investigação para determinar se as correias continham em sua composição, material absorvente, dispositivo de engate rápido e dimensões mínimas previstas.



Figura 4 - Dispositivo de ensaio de correia vista lateral (A) e frontal (B).

5.1.4 Ensaio de impacto

Foi desenvolvido para realização do ensaio de impacto um dispositivo capaz de simular a queda do pulverizador a uma distância determinada pela norma. O equipamento foi concebido com duas colunas verticais guias, medindo cada uma 1,5m de altura e fixadas sobre superfície plana sólida de polietileno de alta densidade (PEAD) com espessura de 50mm e área de 1,0m². Também, compunha o dispositivo um sistema deslizante composto por rodízios acoplados a uma base de ancoragem (Figura 5).

Na base de ancoragem fixou-se uma cinta de tração que envolvia o tanque admitindo, o posicionamento correto do equipamento para a queda, nivelando e estabilizando o pulverizador. Esse dispositivo possibilitou a queda e impacto sobre a superfície adequadamente, estabilizando o movimento tanto horizontal quanto vertical.

No dispositivo de impacto, o pulverizador completo abastecido com volume de água equivalente a massa de 7,5kg e regime de pressão nominal máxima, foi suspenso por um sistema de roldanas, para que a base do equipamento estivesse a uma distância de 600mm da área de colisão. Procedeu-se então, após a elevação, a liberação do equipamento, uma única vez conforme especificado em norma.



Figura 5 - Dispositivo ensaio impacto onde: (A) vista frontal da realização do impacto, mostrando ao centro a régua de medição da altura e (B) detalhamento da cinta de tração e ancoragem ao sistema de roldanas.

Logo após o impacto, iniciou-se a identificação e o registro fotográfico das possíveis avarias causadas na estrutura dos pulverizadores. Posterior a esse procedimento, os demais ensaios previstos na norma foram realizados como os de pressão e vazamento.

5.1.5 Ensaio de vazamento:

Após a realização do ensaio de impacto, o pulverizador vazio foi submetido ao ensaio de vazamento para identificar a presença de possíveis fugas causadas na estrutura do equipamento que não foram observadas a olho nu, após a realização da queda controlada.

Para detectar possíveis vazamentos o ensaio foi realizado por meio de imersão do pulverizador em um reservatório de água, pois o mesmo possuía profundidade suficiente para que ocorresse a submersão completa, tanto na posição vertical quanto horizontal do equipamento (Figura 6).



Figura 6 - Ensaio de vazamento realizado em um reservatório de água para a determinação de vazamentos e visualização de possíveis fissuras.

Para realização do ensaio ocorreu a injeção de ar pressurizado pelo orifício, onde está presente a válvula de alívio de pressão (diafragma). A pressão utilizada foi

constante de 0,3MPa o que permitiu com isso, a verificação de possíveis vazamentos de ar por fissuras ocasionadas durante o ensaio de impacto.

5.1.6 Ensaio do volume de aplicação

Para determinação do volume de pulverização dos equipamentos foi utilizada a vazão da ponta fornecida pelo fabricante, sob o melhor regime de pressão recomendada no manual de instruções. No entanto, para os casos onde não foi possível determinar a pressão por omissão de valor pelo fabricante, foi utilizado o valor de 0,3MPa estabelecido pela norma.

Para a realização dos trabalhos, os equipamentos foram acoplados à bancada, como ocorrido durante o processo de acondicionamento e promovido o acionamento da alavanca até atingir a pressão recomendada ou estabelecida pela norma. Diante da pressão estabilizada procedeu-se a coleta de cinco amostras por ponta, coletadas durante 60 segundos cada uma para a composição de uma média. E então, para determinação do desvio ocorrido durante o ensaio foi utilizada a equação (1).

$$\text{Desvio} = \frac{\text{vazão média}}{\text{vazão especificada}} \times 100 \quad (1)$$

5.1.7 Ensaio de determinação do volume residual na superfície externa

Para o ensaio de determinação do volume de líquido depositado na superfície externa dos pulverizadores costais, foi desenvolvido dispositivo (Figura 7) que permitisse simular o preenchimento e transbordamento do tanque no momento de abastecimento do equipamento. Assim, a simulação foi realizada com fluxo de água contínuo de 20L^{-min} e desvio máximo de 10%. A distância entre o bocal de abastecimento e o recipiente de preenchimento foi de 100mm para todos os equipamentos como previsto em norma.

Para simular o transbordamento do tanque foi inserido no bocal de abastecimento um saco de polietileno, com a função de obstruir a entrada de água para o interior do equipamento, impedindo com isso que houvesse acúmulos

indesejados. Para manter a constância de abastecimento foi utilizado um reservatório de 200L que fornecia a quantidade de água para a realização do ensaio e, reabastecido sempre que necessário, mantendo uma carga hidráulica constante e o fluxo contínuo e estável.

O dispositivo composto por duas partes sendo o recipiente de preenchimento (A) e de contenção (B) foram confeccionados em chapas galvanizadas e suportes de madeira conforme a figura 7.



Figura 7 - Dispositivo de ensaio para determinação volume residual externo composto por recipiente de preenchimento (A) e de contenção (B).

Depois de o equipamento receber o volume necessário para o ensaio ocorreu a retirada do saco do bocal de abastecimento e determinada a Massa Total Úmida (MTU) do pulverizador, ou seja, os respingos e acúmulos de água presentes na superfície externa do equipamento. Durante o ensaio foi possível utilizar a mesma estrutura para determinar a capacidade de absorção das correias naquelas condições, uma vez que elas estavam em contato com a água no momento da simulação.

Deste modo permitiu-se identificar os quantitativos que ficaram retidos tanto no tanque quanto nas correias pela determinação da Massa Absorvida das Correias

(MAC). Assim, antes de iniciar o processo de transbordamento as correias foram pesadas para determinar sua massa seca e, após a exposição, e consequente molhamento, elas foram novamente pesadas para determinar sua massa úmida. Tal procedimento permitiu que fosse possível determinar por meio da diferença de massas, quais os equipamentos possuem correias elaboradas com material absorvente.

Para a determinação dos resíduos totais foi utilizada a equação (2) e por meio da diferença de massas verificou-se o quantitativo de líquido depositado na superfície externa.

$$RTS=(MTU-MAC)-MTS \quad (2)$$

Onde:

RST - Resíduo Total na Superfície

MTU - Massa Total Úmida

MTS - Massa Total Seca

MAC - Massa Absorvida Correia

E para determinação da quantidade de água absorvida pelas correias foi utilizada a equação (3).

$$MAC=MUC-MS \quad (3)$$

Onde:

MAC - Massa Absorvida na Correia

MUC - Massa Úmida da Correia

MS - Massa Seca da Correia

5.1.8 Ensaio de estabilidade

O ensaio de estabilidade foi realização para determinar se os pulverizadores possuem alguma tendência a tombamento. Consiste em colocar os equipamentos sobre uma superfície lisa e inclinada para visualização de tendências a tombamento. Assim, os equipamentos foram alocados sobre uma mesa (Figura 8) com superfície ajustável, com inclinação de 10° aferida com um goniômetro de 180°. Após o posicionamento do equipamento procedeu-se o rotacionamento no sentido horário em 90° para a visualização da tendência de estabilização ou não, com seu tanque completamente vazio e, em um segundo momento, com seu volume nominal máximo. Qualquer tendência de tombamento foi registrada para posterior discussão.



Figura 8 - Ensaio de estabilidade onde (A) vista do posicionamento em 90° paralelo a inclinação e (B) 180° do pulverizador.

5.1.9 Ensaio da confiabilidade da válvula de fechamento

O ensaio de confiabilidade da válvula de fechamento (gatilho) foi realizado sobre uma bancada eletropneumática (Figura 9) acionando o gatilho automaticamente em tempo e movimentos constantes e reproduzíveis. Deste modo, foram conectados os gatilhos e ligados a uma fonte de água pressurizada em 0,3MPa e acionados com frequência de 20 acionamentos por minuto, totalizando 25.000 movimentos que tiveram duração aproximada de 21 horas para cada gatilho ensaiado.

A bancada composta por um sistema eletropneumático possui em seu sistema pneumático um filtro regulador com manômetro e lubrificador (A), um bloco distribuidor com válvula para abertura e fechamento com engate rápido (B), duas válvulas direcionais com acionamento por solenoide (C), quatro válvulas reguladoras de fluxo (D) e dois cilindros de ação dupla com avanço e retorno pneumático dotados de êmbolo magnético para detecção por sensores (E).

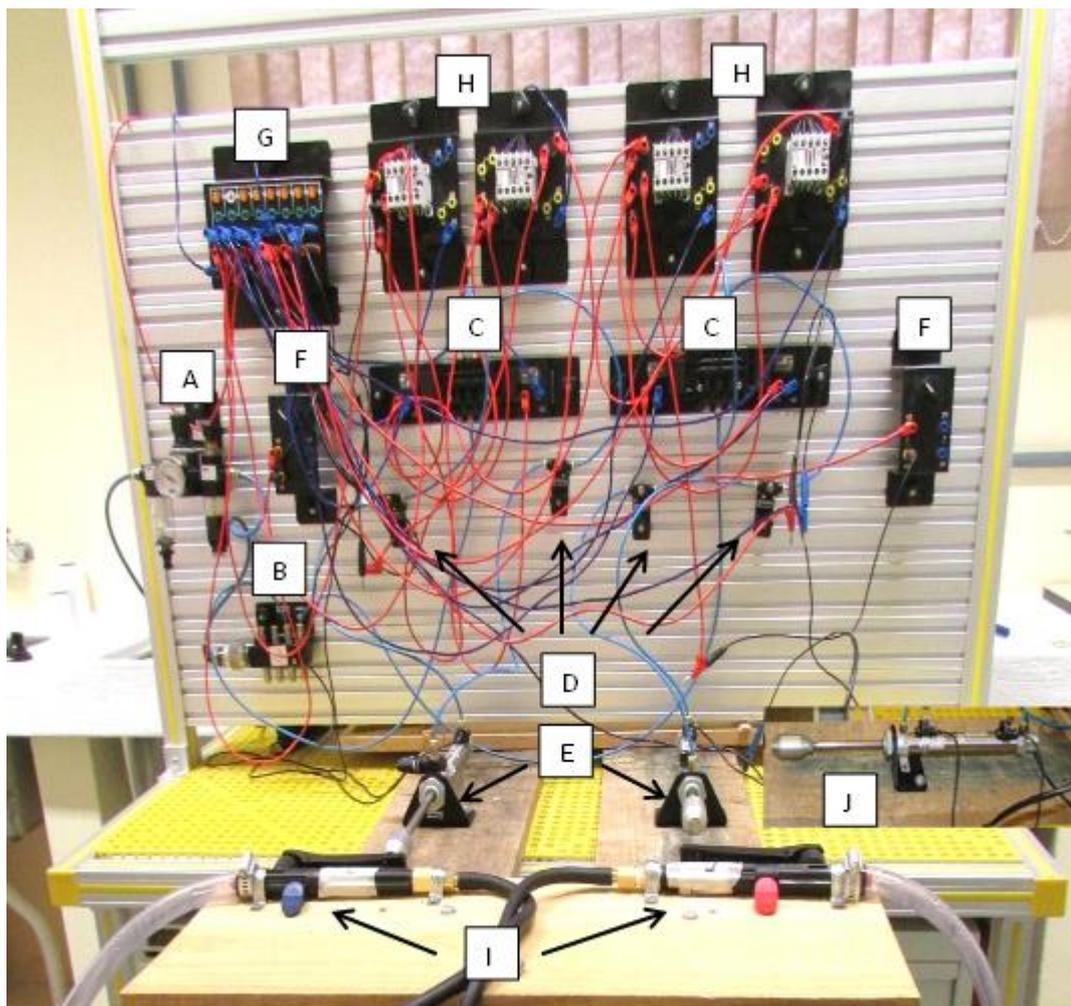


Figura 9 - Bancada eletropneumática para ensaio de gatilhos onde: (A) manômetro e lubrificador, (B) bloco distribuidor, (C) solenoides, (D) válvulas reguladoras, (E) cilindros de dupla ação, (F) botões de acionamento, (G) relés, (H) sensores eletromagnéticos e (I) gatilhos sendo ensaiados e (J) vista lateral dos cilindros de dupla ação.

Para atender a demanda de ar comprimido, um compressor estava conectado ao sistema. Os elementos elétricos presentes na bancada foram uma fonte estabilizadora de 24 volts (posicionada atrás do painel), dois botões de acionamento (F), um quadro distribuidor (G), quatro relés (H) e quatro sensores eletromagnéticos acoplados aos cilindros.

5.1.10 Escala para medição do volume

Para verificação e aferição da escala de medição do volume do tanque do pulverizador foi utilizado, como referencial de volume, um cilindro graduado com capacidade máxima de 1.000mL (± 10 mL). Assim, para determinar o volume

registrado na escala do equipamento, procedeu-se o acréscimo de líquido até atingir a marcação desejada e realizada a verificação de conformidade de forma visual comparando-se o volume adicionado e a marcação referente.

Conforme o ensaio foi sendo realizado e, quando o volume acrescentado não se equiparava ao da escala, uma nova quantidade era adicionada e registravam-se os valores acrescidos em planilha para determinar adulterações na escala. Na possibilidade de volumes superiores ao da marcação do tanque retirou-se o quantitativo em excesso e registrou-se o valor para determinação do erro de escala (E) conforme equação (4).

$$E = \frac{VS - VM}{VS} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

VS é o volume de acordo com a escala do tanque em mililitros (mL)

VM é o volume de água medido preenchido no tanque em mililitros (mL)

5.2 Pesquisa de Campo

As atividades foram realizadas em propriedades caracterizadas como de Agricultura Familiar, na Microrregião 33 – Pelotas, segundo FEE (2013). Para agilidade e organização prévia, foram realizados contatos: por telefone, correio eletrônico e pessoalmente com as associações de produtores, líderes comunitários, Associação de Crédito Sulino / Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (ASCAR/EMATER-RS) para divulgação do projeto e conseqüentemente, agendamento de data para a realização da pesquisa. Os contatos foram necessários para que os trabalhos fossem realizados em localidades onde os agricultores fizessem o uso dos pulverizadores costais.

5.2.1 Tamanho da amostra

Para a obtenção da amostra representativa da população foi utilizada a equação (5) para estimativa de proporções em grupos, que apresentam características similares. Assim, o valor amostral foi de 68 unidades familiares.

O valor estimado em que o fenômeno se verifica não é conhecido, ou seja, não existem dados concretos de agricultores que utilizam pulverizadores costais. Então, determinou-se na população de agricultores familiares, que 50% fariam o uso dos equipamentos. Esse percentual é recomendado pelos estatísticos (LEVINE et al, 2000), quando ocorre à ausência da informação sobre o fenômeno.

$$n = \bar{p}(1 - \bar{p}) \left(\frac{Z}{E}\right)^2 \quad (5)$$

Onde:

n = tamanho da amostra

\bar{p} = porcentagem com a qual o fenômeno se verifica, estimado (50%);

E = erro máximo permitido (10%);

Z = valor da variável normal padrão associado ao grau de confiança (1,64).

Diante da amostragem calculada foi necessário fazer o estudo de proporcionalidade da população de cada cidade, com os valores apresentados na figura 10 e distribuídos após arredondamento.

Arroio do Padre	1,74 (2)*	Morro Redondo	2,33 (2)
Canguçu	31,43 (31)	Pedro Osório	0,41 (1)
Capão do Leão	0,50 (1)	Pelotas	11,52 (11)
Cerrito	3,00	São Lourenço	13,65 (13)
Cristal	1.96 (2)	Turuçu	1,41 (2)
Total 67,95 (68)			

* Valores entre parênteses: arredondamento do valor calculado.

Figura 10 - Quadro amostral das cidades pertencentes a Microrregião 33 e o quantitativo de visitas necessários em cada cidade.

5.2.2 Procedimentos para realização do ensaio de campo

Os trabalhos iniciaram com o deslocamento da equipe para localidades onde seriam encontrados agricultores que utilizavam pulverizadores costais nas atividades agrícolas predominantes para os seus sustentos. Esses locais foram informados previamente pelos contatos estabelecidos anteriormente que orientaram quais as estradas, rodovias, corredores e caminhos que poderiam ser percorridos para localizar os agricultores familiares. Assim, com a orientação sobre quais rumos seguir, acessaram-se as propriedades. Contudo, a realização dos trabalhos não estava restrita ao agendamento prévio ou as indicações. Sempre que se oportunizou o contato direto com outros agricultores e, sua aceitação em participar do trabalho, realizava-se a inspeção.

Quando a aceitação de participação era negada, partia-se então, para a próxima propriedade e, assim, sucessivamente até que ocorresse a concordância, por parte dos agricultores, em tomar parte do estudo.

As abordagens nas propriedades iniciavam-se com a apresentação dos membros da equipe, a explanação de forma oral do projeto de pesquisa, do objetivo geral do trabalho e os procedimentos que ocorreriam.

Após a aceitação e conversa inicial aplicava-se ao operador ou responsável pela utilização do pulverizador, um questionário estruturado fechado de múltipla escolha, (Apêndice B) elaborado conforme metodologia proposta por Reis et al. (2003), que permitiu a caracterização da propriedade e as condições de trabalho.

Esses questionamentos serviram para obtenção de informações relativas a aspectos importantes como: área total da propriedade, principais culturas de interesse econômico, localidade, cultivos secundários ou de subsistência, áreas cultivadas, agrotóxicos utilizados e doses aplicadas, aspectos quanto ao tamanho de gotas, tipo de ponta, descarte de eventuais sobras de caldas, capacitações e treinamentos recebidos, recomendações técnicas para o uso de agrotóxicos, horários de aplicação, idade dos equipamentos, métodos e técnicas utilizados para calibração e regulagem, reparos e manutenção, procedimentos referentes à segurança e ergonomia.

5.2.3 Questionário

As ponderações relacionadas ao estado de conservação e manutenção foram intercedidas por duas formas de avaliação, sendo de forma qualitativa as observações visuais e as quantitativas por instrumentos de medição. As avaliações foram efetivadas com base nas recomendações da norma ABNT NBR 19932 da seguinte forma:

a) Correias e engates rápidos: avaliados para determinar suas dimensões e suas possibilidades de ajustes antropométricos. Aspectos como engates rápidos e material constituinte das mesmas foram considerados. Para isso foram classificados como CONFORME e NÃO CONFORME tendo como base as dimensões mínimas e especificações de material previstas na ABNT NBR 19932-2. Para receber a classificação de “CONFORME” todos os itens avaliados deveriam atender as condições mínimas preconizadas. Para determinação das dimensões foi utilizado paquímetro e, para os demais aspectos a observação visual e registros fotográficos.

b) Tanque de armazenamento da calda: avaliado na busca de informações sobre a presença de resíduos, internamente e externamente. Sobre a tampa do tanque e seu fechamento (correto, deficiente ou ausente) e, a presença ou não da válvula de alívio de pressão. Também foi observada a presença de indicador de nível do volume de calda e as informações contidas (presença ou ausência de escala, graduação das escalas e unidade de medida, condição de visibilidade). O filtro contido no bocal de abastecimento do tanque também foi avaliando quanto a sua presença ou não, existência de resíduos, as condições da malha, seu estado de conservação (sem defeitos, com defeitos, ausente).

c) Válvula de acionamento (gatilho): A avaliação foi realizada verificando-se as condições de funcionamento focalizando os aspectos relativos ao sistema de acionamento rápido, utilizado para abertura e fechamento do sistema hidráulico. Foram considerados, aspectos de segurança como o fechamento quando solto, inexistência de dispositivo de travamento quando aberto e trava de segurança para impedimento de acionamentos acidentais.

d) Mangueiras e conexões: os elementos presentes nos pulverizadores responsáveis pela condução do líquido pressurizado até a ponta de pulverização foram avaliados e analisados buscando identificar as condições e o estado de conservação, a presença de reparos inadequados e/ou improvisados.

e) Filtros das pontas hidráulicas: foram avaliados visualmente para observar a sua presença, suas condições de conservação, danos na malha e a presença de resíduos.

f) Pontas de pulverização: A avaliação das pontas foi realizada por meio da determinação de sua vazão. O volume aplicado por cada ponta foi coletado utilizando dispositivo de pressurização composto de uma bomba pressurizadora com motor de corrente contínua de 12 volts, utilizando como fonte de potência a bateria do automóvel. Sua capacidade máxima de pressurização de 0,42MPa e, o volume máximo aplicado de $18,9\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$. Acoplada a bomba um conjunto composto por mangueiras, um gatilho, um manômetro regulador de pressão e uma lança com porta bico próprio, conforme a figura 11.

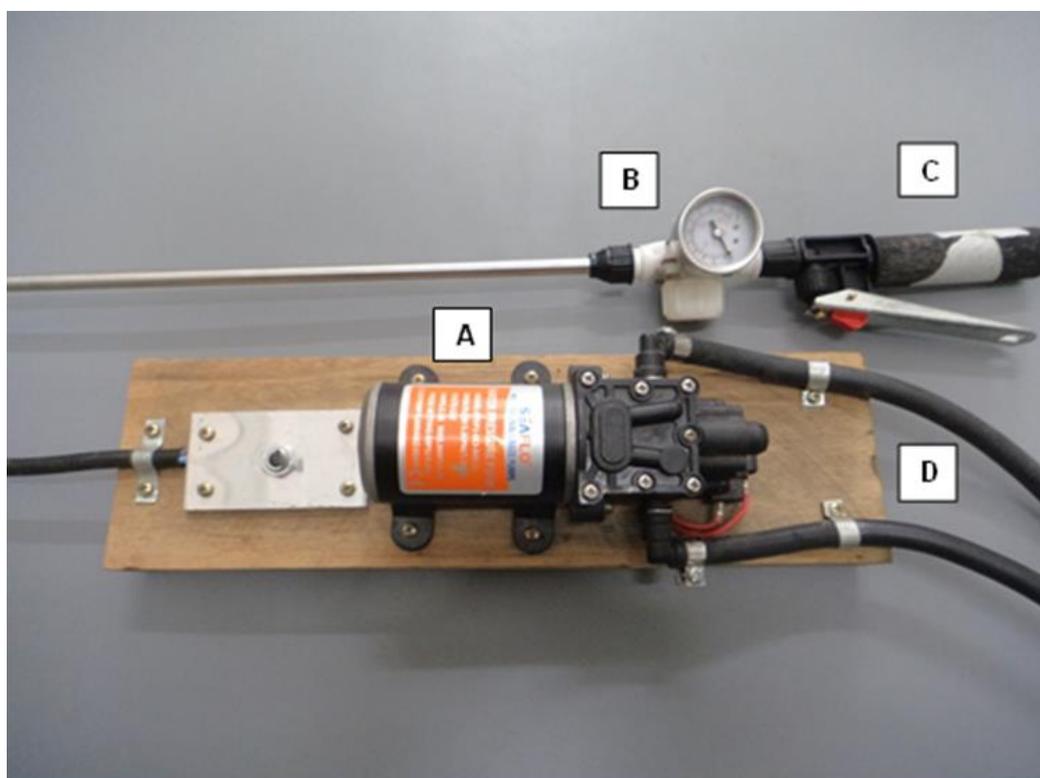


Figura 11 - Dispositivo pressurizador para determinação do volume de aplicação onde: (A) bomba, (B) manômetro regulador de pressão, (C) gatilho de acionamento e (D) mangueiras.

O uso do dispositivo permitiu que a pressão de trabalho fosse constante e reproduzível para todas as pontas avaliadas, independente do equipamento ao qual elas estavam anteriormente acopladas. Para a inspeção foi utilizada a ponta e o filtro do agricultor, no estado e condições que se encontravam, apenas conectando-os ao conjunto de pressurização. A coleta do volume foi realizada em um cilindro graduado de 1000mL com escala de 10mL, durante 30s sob pressão de 0,2MPa e cinco repetições.

Para a determinação do volume recomendado das pontas foi verificado, quando possível, a nomenclatura impressa na mesma ou pelo uso de catálogos dos fabricantes. Quando impossibilitada a identificação de sua vazão e do fabricante a determinação foi realizada pela tipificação de cores, prevista na norma ISO 10625/2010. Para determinar se as pontas estavam desgastadas as vazões coletadas não poderiam conter valores superiores a $\pm 10\%$ do volume esperado para uma ponta nova. Essas informações foram utilizadas para determinar o volume de aplicação de cada pulverizador e posterior discussão a respeito da capacidade operacional, volumes aplicados e suas implicações técnicas.

Para a determinação do espectro de gotas das amostras foi empregado papel hidrossensível com dimensões de 26x76mm, posicionado no plano horizontal, no nível do solo a uma distância de 0,5m da ponta de pulverização e uma transposição onde foi possível determinar as características das gotas geradas, empregando o programa computacional - Sistema de Análise de Deposição de Agrotóxicos – Gotas, desenvolvido por pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente (PESSOA E CHAIM, 1999) para determinação do número de gotas encontrado na amostra; número de diâmetro de gotas; fator de dispersão de tamanho de gotas; volume de calda da amostra ($L \cdot ha^{-1}$); densidade de gotas ($n^{\circ} \cdot cm^{-2}$); diâmetro volumétrico 10% (D10) (μm); diâmetro volumétrico 50% (D50) (μm); diâmetro volumétrico 90% (D90) (μm); porcentagem de cobertura (relação entre a soma das áreas das manchas e a área total da amostra) para as pontas avaliadas.

5.2.4 Análise dos dados

Os dados obtidos por meio dos 68 questionários aplicados foram analisados utilizando técnicas de estatística descritiva e, realizada análise exploratória dos dados. Para a análise de associação entre variáveis foram utilizados o teste Qui-

quadrado ou o teste Exato de Fisher quando as condições de atendimento aos pressupostos não foram verificadas. Os resultados foram considerados significativos estatisticamente quando o valor $p < 0,05$. As análises foram realizadas com variáveis categóricas utilizando o programa estatístico *Biostat 5.3* e o auxílio de planilhas eletrônicas.

6 Resultados e Discussões

Esse capítulo foi dividido em dois tópicos distintos devido à natureza do trabalho, onde primeiramente são discutidas as informações observadas nos ensaios laboratoriais e em um segundo momento, os dados adquiridos nas atividades de campo.

6.1 Ensaio Laboratoriais

6.1.1 Requisitos mínimos exigidos

a) Trava para lança

A norma prevê como requisito mínimo que os pulverizadores estejam equipados com um dispositivo para prender a lança de aplicação quando esta não estiver em uso. Assim, esta condição foi atendida em todos os equipamentos ensaiados proporcionando ao operador sempre que necessário que a lança possa ser fixada em local próprio evitando acionamentos acidentais proporcionando maior segurança durante a utilização do equipamento.

b) Válvula de acionamento

A avaliação realizada nas válvulas de acionamento (gatilhos/registo) demonstrou que em apenas um equipamento (A) foi observado a presença de dispositivo de segurança (trava) para impedir o acionamento não intencional. Esse dispositivo permite que não ocorram ativações acidentais como, por exemplo, durante o transporte ou queda eventual da válvula sobre alguma superfície. Essa constatação demonstra que os equipamentos comercializados apresentam não

conformidade com item que está previsto em norma para minimizar riscos de acionamento acidental e até mesmo de forma involuntária do gatilho.

Entretanto, foi constatado em todos os equipamentos, dispositivo que possibilita o travamento da válvula de acionamento (gatilho), na posição aberta. Esse travamento contraria a recomendação prevista na norma, uma vez que, impede a paralização imediata do fluido, pois necessita que operador primeiramente destrave o gatilho para ai cessar o fluxo. Igualmente, observou-se em todos os pulverizadores o fechamento do gatilho com ação rápida, ou seja, encerra o processo de pulverização quando o operador solta o gatilho conforme recomenda a norma. No entanto, o dispositivo somente funcionará desta forma se o travamento não estiver sendo utilizado.

Diante da avaliação realizada fica claro que os equipamentos apresentam dispositivos que facilitam a atividade de pulverização para o operador permitindo a ele que ocorra o travamento do gatilho para que não haja necessidade de acionamentos constatastes e repetidos. No entanto, demonstra descaso com a segurança quando não apresentam dispositivo capaz de impedir acionamento indesejado.

c) Bocal de abastecimento

A dimensão mínima exigida pela norma com relação ao diâmetro do bocal de abastecimento não foi atendida somente no equipamento B, onde se verificou o valor de 97,5mm, não atendendo a medida mínima de 100mm prevista na norma. Essa dimensão reduzida permite que no momento do abastecimento o operador tenha dificuldade para introduzir no interior do tanque a calda preparada, o que pode provocar derramamento tanto na superfície do equipamento como a superfície em que o pulverizador está. Para os demais pulverizadores foram encontradas dimensões entre o mínimo exigido e o valor máximo de 139mm. Dessa forma, somente um dos equipamentos, não esta em conformidade com a norma quanto a este quesito.

d) Filtro do bocal de abastecimento

O método de análise da configuração geométrica obtida por fotografia digital, utilizado para determinar a malha dos filtros, foi satisfatório para a determinação dos valores. Assim, os valores encontrados atenderam as especificações contidas na

norma e ficaram inclusos nas dimensões entre 0,5mm e 2,0mm, em todos os equipamentos ensaiados.

6.1.2 Massas dos pulverizadores

A norma estabelece que os equipamentos apresentem uma massa total máxima de 25.000g quando abastecidos até o valor máximo da sua capacidade nominal. Assim, os equipamentos foram abastecidos até a marca de 20 litros utilizando água com massa específica de $1,036\text{g.L}^{-1}$ e posteriormente pesados.

Os valores para cada equipamento podem ser observados na figura 12 onde os pulverizadores que apresentaram valores de massa superiores ao limite estabelecido foram o D, H e I, e o menor valor para o equipamento L, com massa de 22.472g.

Foi observado que uma característica construtiva similar está associada aos equipamentos com valores superiores ao limite estabelecido, uma vez que, o material de confecção das bases é metálico, diferentemente das demais confeccionadas em material plástico e com valores de massa entre 22.000g e 24.000g.

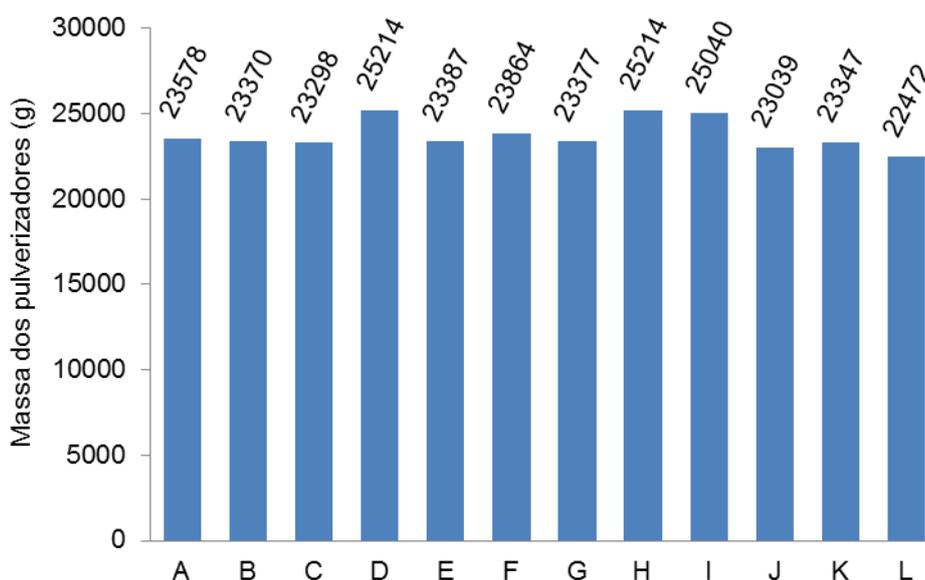


Figura 12 - Massa dos pulverizadores abastecidos em sua capacidade máxima.

Também, durante o ensaio para determinação das massas dos pulverizadores, foi gerada a massa dos mesmos considerando-se a capacidade máxima do tanque do pulverizador. Ou seja, limitando o volume máximo a marca final inferior da rosca do bocal de abastecimento do reservatório. Essa informação foi obtida porque a norma determina que o tanque necessite dispor de um volume adicional de no mínimo 5% da sua capacidade máxima nominal. Assim, conforme a figura 13 os equipamentos B, F, I e L não atenderam a norma, pois os valores encontrados são inferiores ao recomendado de um litro (L).

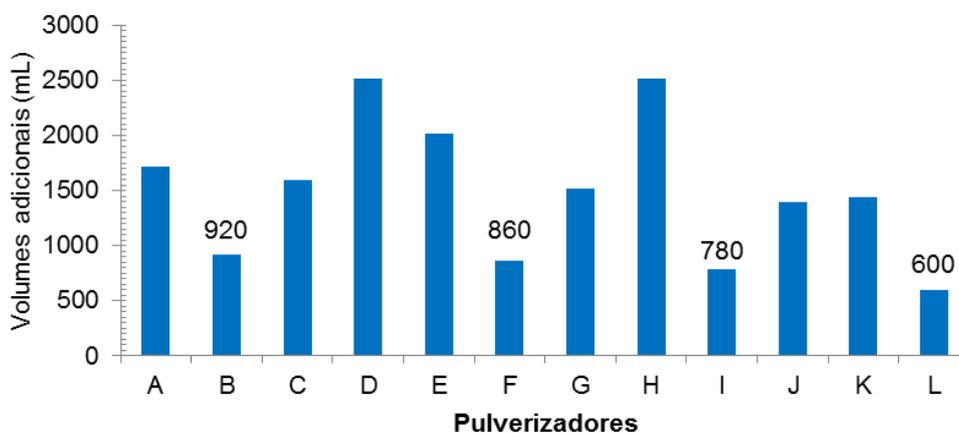


Figura 13 - Gráfico com volumes adicionais dos pulverizadores.

6.1.3 Ensaio de impacto

Após a realização do ensaio de impacto cada pulverizador foi analisado e visualizado à procura de danos ocorridos durante a realização do mesmo. Os equipamentos não apresentaram avarias que impossibilitassem a realização dos demais ensaios previstos ou que afetasse ou limitasse o seu funcionamento. Apenas um equipamento (F) apresentou rompimento da estrutura da base como pode ser visualizado na figura 14.



Figura 14 - Rompimento da base do pulverizador F durante ensaio de impacto.

Contudo, nos equipamentos (B, G, J e K) foi observada deformação por esforço, excedendo a tensão de escoamento do material³ durante o impacto em alguns pontos da estrutura dos equipamentos, principalmente na base onde é conectado o tanque e alavanca como pode ser visualizado na figura 15. Foi observado que os pulverizadores B, C, D, H, J, K e L apresentaram, após o impacto, vazamento pela bomba e tampa de fechamento do tanque. Para os equipamentos A e I não foram observados vazamentos como nos demais.

Assim, essa ocorrência demonstrou que a vedação da tampa não foi suficiente para evitar o extravasamento do líquido de ensaio durante o impacto simulado.



Figura 15 - Deformações provocadas nos equipamentos após ensaio de impacto.

³ É a tensão máxima que o material suporta ainda no regime elástico de deformação, e se houver acréscimo de tensão o mesmo começa a sofrer deformação plástica (deformação definitiva).

Constatou-se também, deformações na estrutura dos equipamentos A, J e K na ocorrência do impacto sobre a superfície de anteparo. Essa deformação assemelhou-se em todos os pontos de apoio dos equipamentos em contato com a superfície de impacto. Portanto, foi possível identificar pelas características das deformidades que o mecanismo de ensaio de impacto proporcionou as condições ideais, quanto ao posicionamento e direcionamento do impacto, durante o desenvolvimento da atividade (Figura 16).



Figura 16 - Deformações ocorridas na base dos pulverizadores durante o ensaio de impacto.

6.1.4 Análise das correias

Importante componente dos pulverizadores, as correias foram observadas e analisadas para determinar sua conformidade em atender aos requisitos mínimos estipulados pela norma. De forma positiva todos os equipamentos atenderam a largura mínima, de 30mm para as correias. Também, foram atendidos os ajustes antropométricos necessários para acolher as heterogeneidades de usuário, visto que, os pulverizadores estão equipados com correias que proporcionam distintos comprimentos e posições de adaptação estando eles em conformidade com a norma.

Um aspecto importante exigido pela norma refere-se à presença de, no mínimo, um ponto de engate rápido, que tem por finalidade, auxiliar o operador no momento de pôr ou retirar o equipamento das costas. No entanto, esse requisito não foi atendido pelo equipamento (B) e, se fez presente nos demais. Contudo, nos equipamentos D, F, H e I foram constatados a presença de dois pontos de engate

rápido, o que permite a manipulação das correias de forma aumentada, se comparado a apenas um engate rápido.

Outro aspecto importante apurado durante o ensaio de correias foi a capacidade de absorção das mesmas, quando em contato com líquidos. Assim, após os pulverizadores realizarem o ensaio de transbordamento foi possível determinar por diferença de massas que todos os equipamentos, apresentavam correias com capacidade de absorção. Logo, foram identificados níveis de absorções com valores entre 3,41 e 35,49% da massa seca medidas das correias como podem ser observados na figura 17.

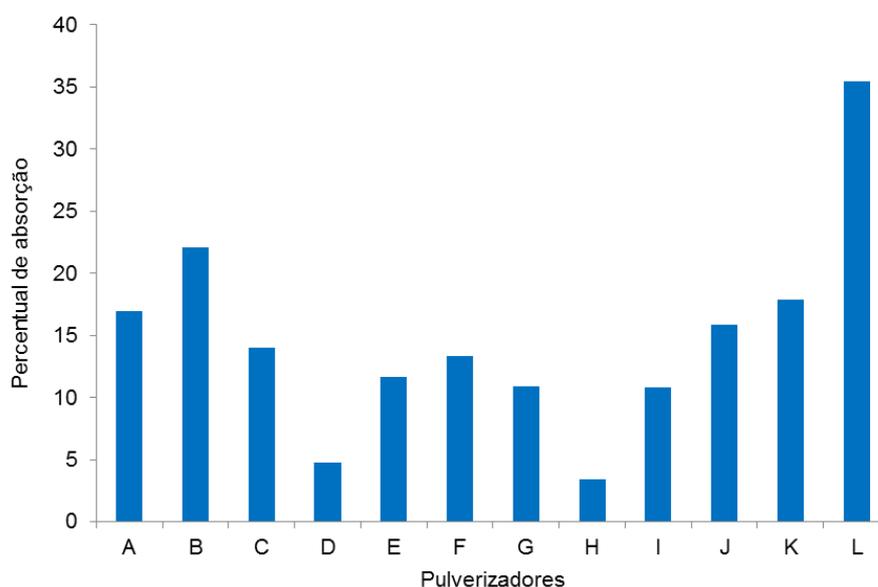


Figura 17 - Gráfico da percentagem de absorção das correias.

Assim, diante dos valores encontrados os equipamentos ensaiados contrariam o que determina a norma, pois as correias que são utilizadas não deveriam ser constituídas por material absorvente.

6.1.5 Resíduos internos no tanque

Realizados os procedimentos previstos pela norma para determinação de resíduos internos foi possível definir os valores dos mesmos, para cada equipamento, pela medida do volume de água retido no tanque, utilizando para isso a diferença de massa existente antes e depois do ensaio. Assim, constatou-se que

todos os equipamentos apresentaram algum valor residual (Figura 18), e apenas um pulverizador costal (C) apresentou volume superior ao limite estabelecido pela norma de 300mL, alcançando o valor de 346mL.

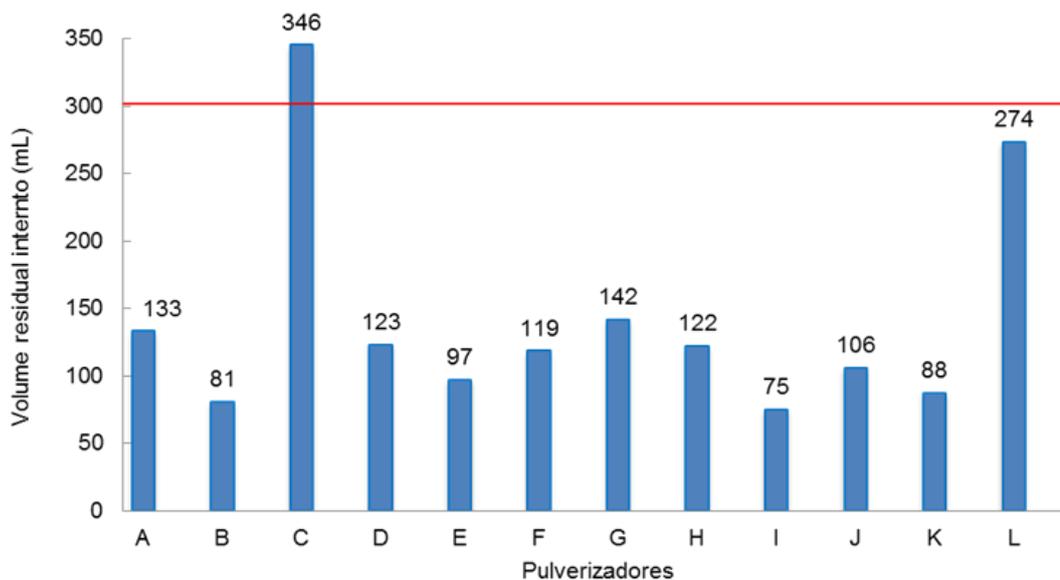


Figura 18 - Volumes residuais internos.

Uma constatação importante observada durante o ensaio para determinação de resíduos internos foi de que não há nos manuais de informações, instruções referentes aos procedimentos, métodos ou técnicas necessários para a execução da drenagem do tanque.

6.1.6 Volume depositado na superfície externa

Realizado o ensaio, no dispositivo de transbordamento, foi possível constatar que todos os pulverizadores apresentaram acúmulo de água em suas superfícies como pode ser visto na figura 19. Porém, o limite máximo estipulado de até 70mL foi ultrapassado em cinco dos equipamentos (C, G, J, K e L) e, o maior volume encontrado, foi de 119mL contido no pulverizador C.

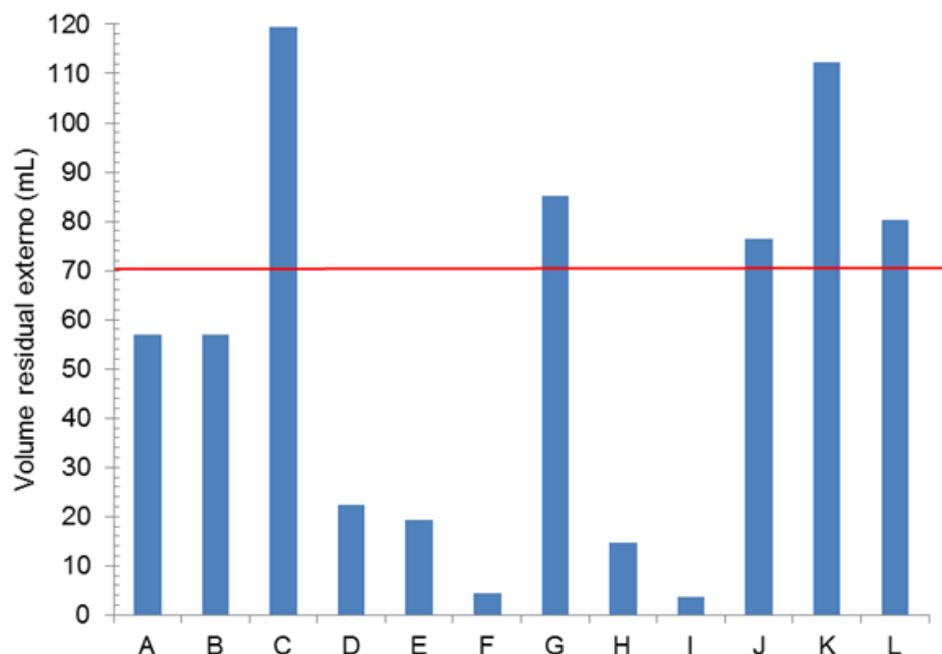


Figura 19 - Volumes residuais externos.

Assim, diante dos volumes observados, foi verificado que os equipamentos citados anteriormente possuem características construtivas semelhantes e a presença de reentrâncias em seus tanques que permitem o acúmulo de líquidos como pode ser visualizado na figura 20. Eles distinguem-se apenas pelo logotipo da empresa, cor do tanque, das tampas de fechamento e das bases de suporte.



Figura 20 - Equipamentos com características construtivas semelhantes.

Essas características próprias desses equipamentos permitiram concluir que o acúmulo na superfície é potencializado por essas analogias construtivas, uma vez que, os volumes observados são semelhantes para os equipamentos C, K e para o grupo formado por G, J e L como pode ser observado (Figura 20).

O equipamento que apresentou menor valor residual, conteve em sua superfície externa, a quantia de 3,6mL. Foi possível identificar em sua superfície a formação de pequenas gotas (Figura 21) mas não foram verificados acúmulos de líquidos, pois sua estrutura possuía arestas arredondadas e não apresentava reentrâncias como nos demais ensaiados. Essas características também foram observadas no equipamento (F) que apresentou acúmulo de 4,3mL.



Figura 21 - Formação de gotas na superfície externa.

6.1.7 Vazão das pontas

Para a determinação da vazão foi estabelecido pela norma, uma variação de no máximo $\pm 15\%$ no volume aplicado conforme o tipo de ponta fornecido pelo fabricante do pulverizador (Apêndice C). Portanto, não atenderam a norma quatro pontas fornecidas, pois apresentaram volume de aplicação superior ao estipulado com valores de -30,20% para (A), 75,40% (C), 21,54% (E) e 105,77% (L) para uma ponta nova (Figura 22). Conforme Antuniassi e Boller (2011), as pontas que apresentem vazão até 10% acima da informada pelo fabricante são aceitáveis, no entanto, a vazão de uma ponta que ultrapasse esse valor nominal estipulado deverá ser substituída por uma ponta nova. Portanto, os valores observados causam preocupação, uma vez que, foram ensaiados equipamentos dotados de pontas novas e esses erros no volume de aplicação promovem falhas no processo de

pulverização, desperdícios de agrotóxicos, de recursos financeiros e contribuem para a contaminação ambiental.

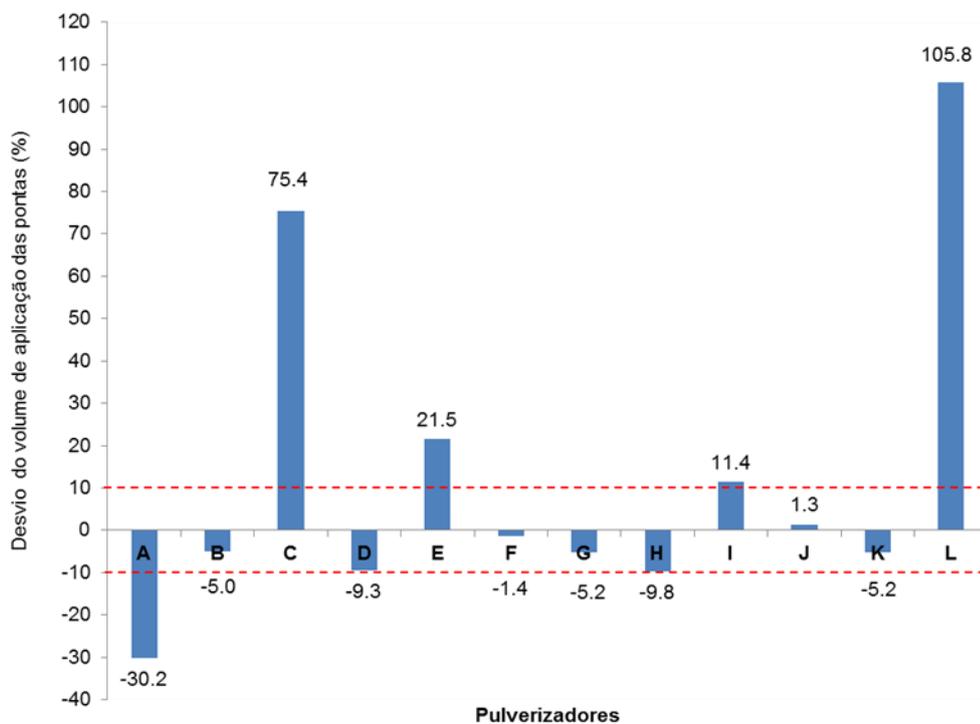


Figura 22 - Percentual de desvio do volume das pontas.

Se comparado os valores observados durante o ensaio ao recomendado por pesquisas em outros países, as condições poderiam ser piores se adotados os valores de referência visualizados na figura 23.

País	Vazão da ponta
Alemanha	<10%
Suécia	Diferença de 5%
Bélgica	10% em relação ao novo
Suíça	10% com relação ao novo

Fonte: Adaptado de BIOCCA & VANUCCI (2000).

Figura 23 - Limites máximos admitidos nas vazões em outros países.

Dessa forma, cabe uma discussão mais profunda da aceitação pela norma de valores superiores a cinco e 10%. A norma, nessas condições está sendo

permissiva em aceitar volumes superiores ao que se preconizam outros estudos realizados no país e até mesmo em demais países como demonstrado na figura 22.

6.1.8 Estabilidade

Os equipamentos submetidos ao ensaio de estabilidade apresentaram equilíbrio constante em todos os sentidos de posicionamento para o ângulo de inclinação de 10º, sem tendências de tombamento, seja vazio ou abastecido.

6.1.9 Confiabilidade da válvula de fechamento

O ensaio de confiabilidade da válvula de fechamento foi realizado sobre uma bancada eletropneumática e ocorreu de forma precisa e reproduzível para todas as válvulas. Após a realização do ensaio foi possível constatar que os pulverizadores D, F, H e I, durante a execução, apresentaram desgaste da cabeça da agulha de acionamento da válvula, conforme pode ser observado na figura 24. Tal desgaste ocorreu devido à diferença existente entre os materiais que compõem a agulha (de bronze) e a alavanca do registro (de aço) de acionamento presente somente nestes equipamentos. No entanto, mesmo com a ocorrência deste desgaste foi possível a continuidade do ensaio sem alterações ou interferências durante as 21 horas previstas.

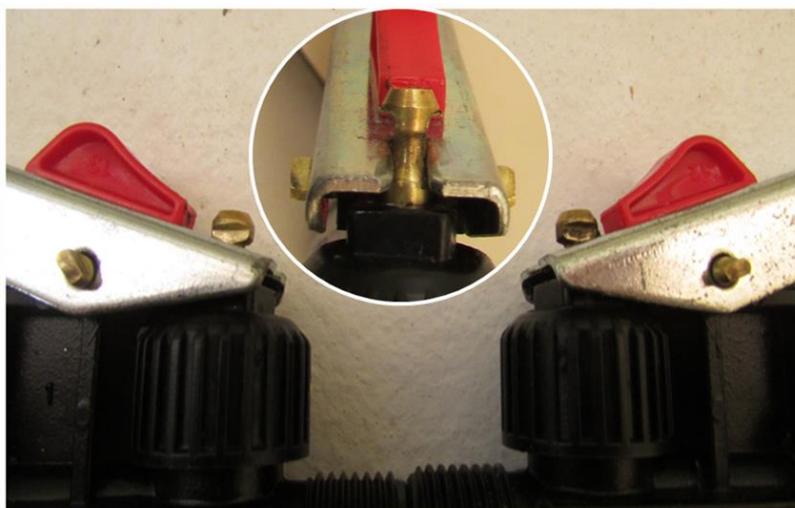


Figura 24 - Desgaste da agulha de acionamento durante ensaio de confiabilidade.

Para os demais gatilhos ensaiados não foram detectados desgastes dos componentes. Aparentemente eles são produzidos com o mesmo material, tanto para a agulha quanto para a alavanca do registro, podendo configurar a mesma dureza entre os componentes e, com isso, não ocorreu desgaste dos materiais durante o atrito. Observou-se também durante a realização do ensaio um único vazamento na conexão da empunhadura, onde está alojado um filtro, no pulverizador (C). Contudo, logo após neutralizar o vazamento com uso de fita veda rosca, prosseguiu-se o ensaio sem o registro de outras alterações.

6.1.10 Escala de medição de volume do tanque

Para efetivação do ensaio foi necessário, em um primeiro momento, determinar procedimento de trabalho que permitisse visualizar o líquido armazenado no tanque do pulverizador, uma vez que, com uma iluminância média de 510 lux, no ambiente do laboratório, isso não foi possível. Esse valor de iluminância é compatível com a de um escritório, por exemplo. No entanto, a dificuldade de visualização da escala foi detectada na maioria dos equipamentos sendo possível, somente no pulverizador (G) porque seu tanque foi confeccionado com material translúcido.

Assim, para que fosse possível visualizar a escala dos demais se utilizou uma lâmpada incandescente com potência de 100W, que foi disposta externamente ao tanque, oposta à escala e abaixo do nível da água. Esse posicionamento permitiu a visualização de forma precisa e eficaz como pode ser observado na figura 25 (A e B). No entanto, quando o emprego da lâmpada externamente não era admissível, pois a luz gerada não era capaz de ultrapassar a parede do tanque, posicionava-se a mesma no interior do tanque e, com isso, visualizava-se o nível de preenchimento (Figura 25-C).

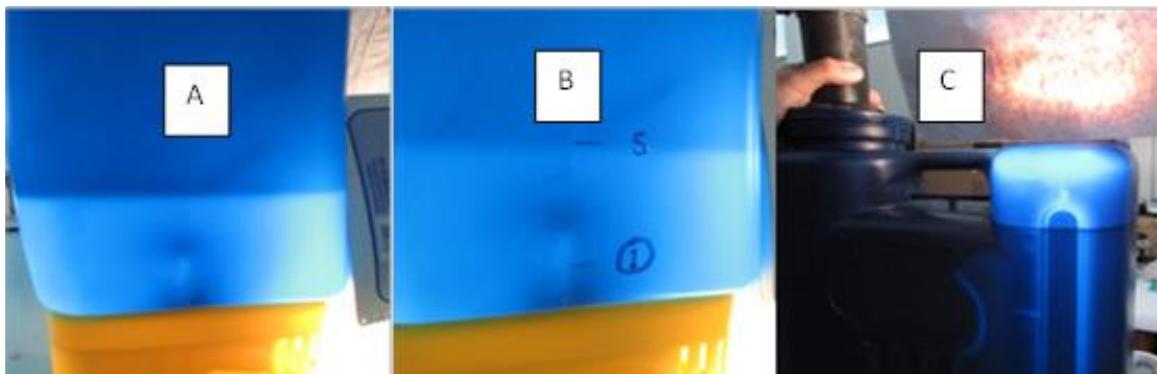


Figura 25 - Visualização da escala com auxílio de lâmpada, onde (A) e (B) lâmpada posicionada externamente e oposta a escala e (C) lâmpada posicionada no interior do tanque para realização da leitura.

Frente ao desafio de realizar o ensaio em laboratório foi então adotado como alternativa a execução em ambiente externo, sob a luz do sol, com uma iluminância de 81.580 lux. Assim, para efeito comparativo, o valor de iluminância para um dia ensolarado e sem presença de nuvens é de 100.000 lux. Deste modo, diante das características de iluminância apresentadas e com a presença de algumas nuvens, foram visualizadas as escalas de preenchimento em quatro dos equipamentos (C, G, I, e K).

Para os demais equipamentos que apresentaram dificuldades de visualização utilizou-se como alternativa, para melhorar as condições do ensaio, a estratégia de retirada da tampa do bocal de abastecimento. E, deste modo, foi possível visualizar o nível da água em outros três equipamentos (B, D e F). Aos demais (A, E, H, J, L) não foi plausível a leitura da escala no ensaio externo.

Foi observado que os equipamentos que apresentaram dificuldades de visualização da escala, durante o ensaio, possuem características semelhantes da coloração utilizada no tanque, que impedem a leitura do nível de preenchimento de forma suficientemente clara e precisa. Diante das dificuldades encontradas para a realização do ensaio, constatou-se que mudanças deverão ser implantadas para facilitar a visualização do conteúdo líquido presente nos tanques dos pulverizadores costais. Uma alternativa que facilitaria a visualização do nível de preenchimento dos equipamentos seria, por exemplo, o visor de nível comumente encontrado em embalagens plásticas de óleo lubrificante.

6.1.11 Erro na escala

Durante a análise da escala do volume do tanque dos pulverizadores foram verificadas as mesmas dificuldades de visualização descritas anteriormente para a escala de medição, para diferentes níveis de preenchimento existentes. Ao analisar os equipamentos foi possível identificar que a maioria deles apresentou sua escala fracionada em volumes que variavam de cinco em cinco litros. Contudo, para os valores iniciais possuem amplitude de um a cinco litros.

Superadas as dificuldades durante os trabalhos foi observado que o equipamento B, possuía marcação inicial de um litro, porém, durante o processo de preenchimento, para atender ao volume indicado no tanque foram necessárias à complementação de 2.070mL a mais demonstrando um erro de 207% para o valor daquela escala. Dessa forma, o volume depositado naquela marcação representava o valor correspondente a 3.070ml e conseqüentemente esse erro inicial refletiu-se na seguinte (5 litros), ou seja, o volume indicado necessitou ser acrescido de 2.300mL para atingir o indicado. Na avaliação dos demais equipamentos, o nível da escala inicial não apresentou erro como o constatado no pulverizador B. No entanto, foram detectados erros acumulados ao longo da escala durante o preenchimento e os valores podem ser visualizado na figura 26.

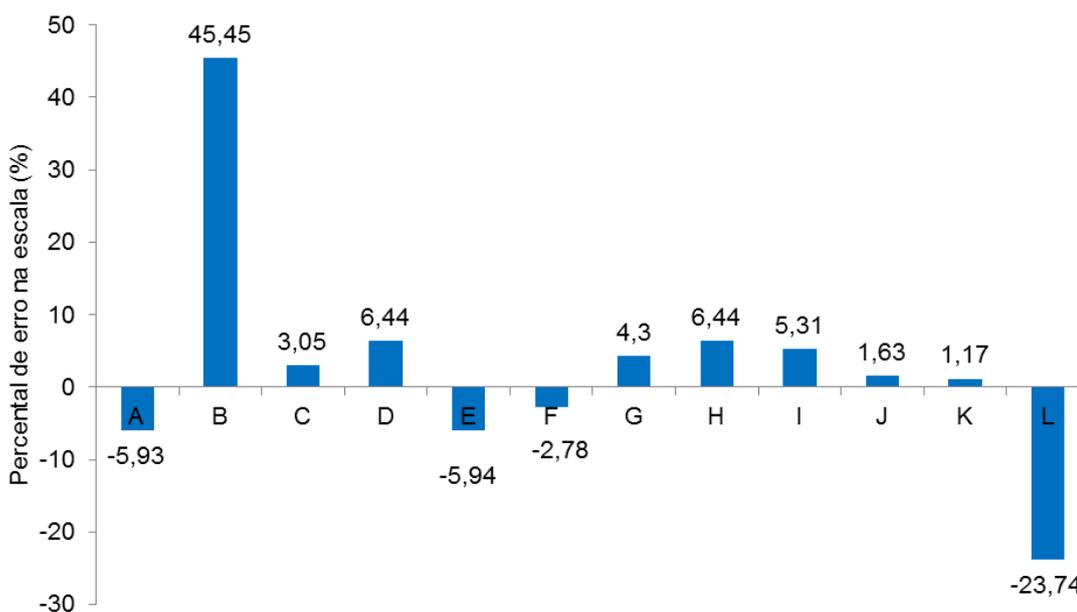


Figura 26 - Erros acumulados totais da escala.

Para o atendimento da norma o erro admissível da escala inicial (até quatro litros) apresenta como referência $\pm 7\%$. Já para o volume nominal máximo o desvio aceitável é de 5% (quatro litros em 20L) e diante das condições estabelecidas o pulverizador B apresentou erro de 207% para o volume nominal inicial representando o maior erro entre os ensaiados. Contudo, no equipamento L o erro não foi verificado nas escalas inicial e final, mas sim nas intermediárias onde foram obtidos volumes divergentes do indicativo numérico estampado no tanque. Diante dessa constatação os volumes acrescentados para verificar o erro, acarretaram erros acumulados de -23,74% do esperado.

Essa característica de erro também foi observada nos demais equipamentos como pode ser visualizado na figura 26 onde estão representados os erros totais para a escala analisada. Todavia, não extrapolaram os percentuais de erro limites estabelecidos pela norma nas iniciais e finais. Assim, a importância dos valores estampados na escala dos tanques está na indicação precisa para delimitar e auxiliar o operador quanto ao volume contido e, ao apresentar desvios, como os verificados podem impactar no julgamento e tomada de decisão do agricultor, por exemplo, do volume que está sendo pulverizado, na diluição de agrotóxicos e na estimativa de capacidade operacional, entre outros.

Durante o ensaio ainda foi possível constatar distintas escalas presentes em alguns equipamentos. Elas foram estampadas nos tanques em língua estrangeira e com diferentes unidades de volume como: litros (*Liters*), em galões americanos (*US gal*) e galões imperiais (*Imp. gal.*) (Figura 27). Desse modo, o excesso de informação poderá impactar e confundir o operador no momento da leitura, pois as escalas apresentam-se próximas umas das outras e são muito semelhantes.



Figura 27 - Escalas de nível de preenchimento dos pulverizadores.

6.1.12 Manuais de instruções dos pulverizadores

Os manuais dos equipamentos ensaiados foram utilizados como ferramenta para montagem e ajustes necessários durante os ensaios. Serviram de material de apoio para a montagem e para solucionar eventuais dúvidas referentes aos equipamentos ensaiados. De forma geral algumas informações importantes nos mesmos se faziam presentes. Basicamente, continham subsídios relacionados ao uso, manutenção e conservação dos equipamentos.

Em sua maioria foi possível visualizar informações pertinente ao uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e à tríplice lavagem de recipientes de agrotóxicos e do próprio tanque do pulverizador. No entanto, somente o equipamento J, não apresentou em seu manual de instrução os procedimentos para higienização do equipamento e a forma de lubrificação. Para os demais, de alguma forma, existe a indicação de como realizar a lavagem, a lubrificação e cuidados para

armazenamento do mesmo. Contudo, o pulverizador C estava dotado de manual em língua inglesa, o que dificulta a compreensão das instruções contidas.

6.1.13 Síntese dos ensaios de laboratório

A CONFORMIDADE com a norma atendeu 81% dos itens avaliados e representada elementos importantes para o funcionamento do pulverizador. No entanto, 19% de NÃO CONFORMIDADES estão associadas a itens previstos na norma e não estão sendo respeitados como correia com capacidade de absorção em todos os equipamentos e visualização dificultada da escala de medição de nível.

Dos equipamentos avaliados todos apresentaram NÃO CONFORMIDADES quanto as condições e limites mínimos exigidos pela norma (Figura 28). Destacaram-se em todos eles a presença de correias com capacidade absorção e que somente um dos equipamentos não apresentou dificuldades de visualização do nível de preenchimento do tanque. Portanto, dos 18 itens avaliados, a presença maior de não conformidades associada ao equipamento (B) com seis apontamentos seguido de C e L com cinco, I com quatro, D, F, H, J e K com três e os equipamentos A, E e G apresentaram o total de dois.

Os elementos avaliados que apresentaram CONFORMIDADE para todos os equipamentos foram as dimensões mínimas das correias e sua resistência, as dimensões da malha do bocal de abastecimento, o teste de impacto e posteriormente o de pressão, a estabilidade e a confiabilidade da válvula de acionamento e também, a ausência de erros na escala na marcação do volume máximo nominal.

Requisitos avaliados conforme a norma	Pulverizadores ensaiados												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Dimensões das correias													
Resistência das correias													
Absorção das correias													
Engate rápido das correias													
Dimensões bocal de abastecimento													
Malha da peneira do bocal abastecimento													
Massa com volume nominal máximo													
Volume adicional 5%													
Ensaio de impacto													
Teste pressão após impacto													
Volume aplicação das pontas fornecidas													
Resíduos na superfície externa													
Resíduo interno													
Estabilidade													
Confiabilidade válvula fechamento													
Visualização escala medição volumétrica													
Erro escala até 4 litros													
Erro escala volume nominal máximo													
TOTAIS	Conformidades	16	12	13	15	16	15	16	15	14	15	15	13
	Não Conformidades	2	6	5	3	2	3	2	3	4	3	3	5
Preenchimentos sólidos representam NÃO CONFORMIDADE com a norma.													

Figura 28 - Quadro síntese dos ensaios realizados com os pulverizadores onde são observadas suas conformidades e não conformidades com a norma.

6.2 Pesquisa de Campo

6.2.1 Caracterização das propriedades

As atividades realizadas tiveram uma dinâmica bastante vantajosa, visto que, os contatos prévios com as lideranças das localidades propiciaram a aplicação dos questionários junto ao público alvo da pesquisa, de forma eficaz e objetiva.

Foram visitadas as 68 propriedades previstas pela amostra calculada e inspecionados uma totalidade de 78 pulverizadores costais. Esses equipamentos são procedentes de seis marcas comerciais distintas e 13 modelos diferentes. Também foram avaliadas 85 pontas hidráulicas de 11 tipos distintos.

A característica do ambiente de trabalho dos agricultores familiares entrevistados é considerada de difícil implantação de uma agricultura mecanizada, onde os cultivos são desenvolvidos em terrenos acidentados, com afloramento rochoso, declividade elevada e contornados por vegetação nativa ou florestamentos (Figura 29).



Figura 29 - Exemplos típicos das características ambientais da área de estudo.

Os dados mostraram que a cultura com valor econômico, ou seja, que mantém a rentabilidade da propriedade, para 60% dos entrevistados foi o tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Ocupando a segunda posição está a produção de forrageiras em 21% dos casos. A esse grupo, estão associadas as pastagens cultivadas e os campos nativos que são utilizados por pecuaristas na produção de gado de corte, muitos de forma extensiva, e por produtores de leite. As demais posições são ocupadas por produtores de hortaliças 9%, de frutíferas 4%, da silvicultura 3% e do milho (*Zea mayz*) 3% conforme a figura 30.

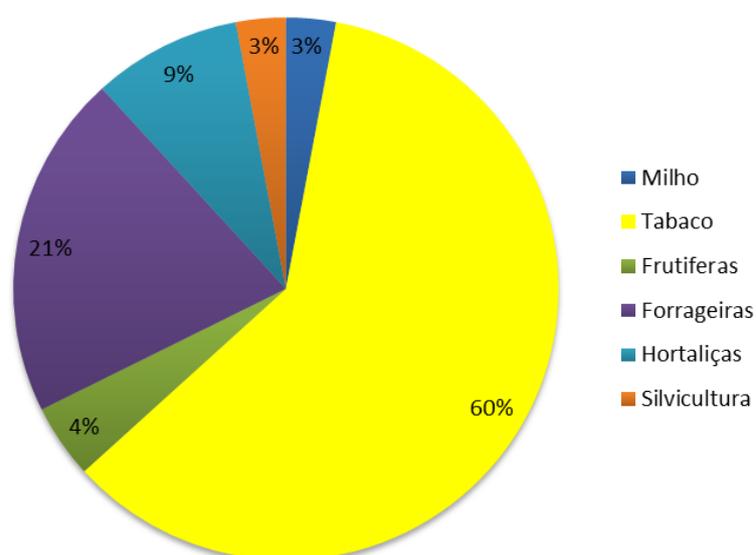


Figura 30 - Distribuição das principais culturas nas propriedades analisadas.

6.2.2 Condições de operação dos equipamentos

As respostas apresentadas pelos entrevistados demonstraram e confirmaram algumas preferências para execução da atividade de pulverização, pelos agricultores. Analisando as respostas foi possível ponderar que eles possuem predileção pela formação de gotas de tamanho médio em 59% dos casos e para 38% as gotas grossas são consideradas as melhores (Figura 31-A). Os números retratam o entendimento errôneo do produtor, uma vez que, consideram a pulverização apropriada quando ocorrer o molhamento completo do alvo, ou seja, se

houver escorrimento do produto, conforme relataram os próprios agricultores, quando questionados sobre a preferência por esses tipos de gotas.

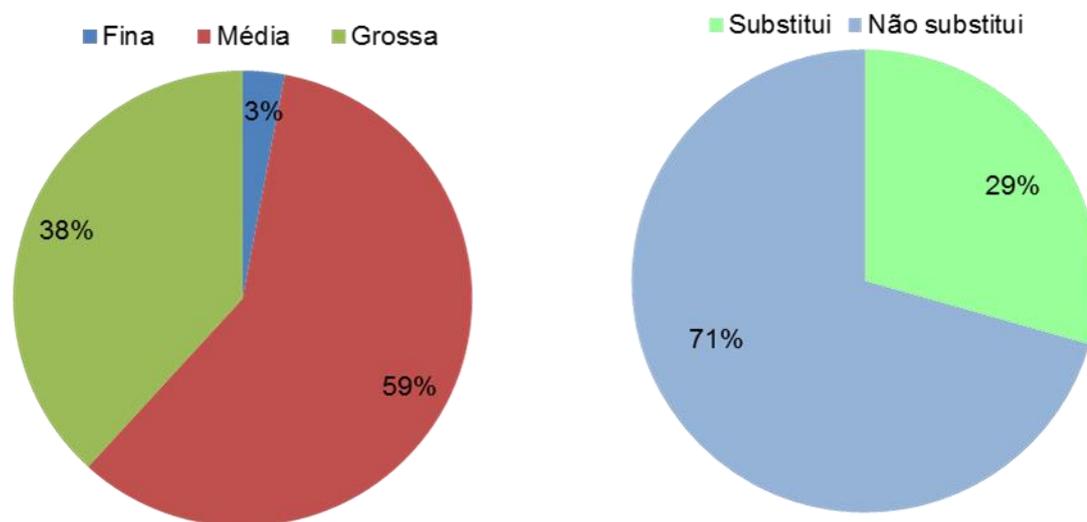


Figura 31 - Tamanho de gota preferencial (A) e de substituição das pontas realizado pelos agricultores entrevistados (B).

As preferências de tamanhos de gotas encontrados, juntamente com a omissão de substituição da ponta de pulverização para 71% (Figura 31-B) dos entrevistados, revela que não há preocupação com o tipo de alvo biológico, tampouco com o espectro de gotas mais adequado para o controle desejado. Demonstra que inexistem cuidados, por parte do agricultor, das condições apropriadas na utilização dos agrotóxicos, ou seja, as especificidades e características próprias de ação de herbicidas, fungicidas ou inseticidas.

Observando os dados coletados, evidencia-se há necessidade de capacitação dos agricultores, visto que, muitos desconhecem aspectos relativos ao tamanho de gota, alvo biológico, forma de ação do agrotóxico, evaporação, deriva entre outros. Essa afirmação está evidenciada por 75% dos entrevistados que declararam não ter recebido qualquer tipo capacitação/treinamento.

No entanto, 25% dos entrevistados relataram ter recebido alguma capacitação e em sua maioria absoluta, estão associados ao cultivo do tabaco, onde a oferta de atividades foi realizada pelas empresas associadas a essa cultura.

Também foram observados os indicadores referentes ao método de regulagem e calibração dos pulverizadores costais utilizados pelos entrevistados. O

valor encontrado causa preocupação, pois 97% deles declararam utilizar a “*experiência*” para determinar qualquer procedimento antes, durante e após o processo de pulverização. A “*experiência*” relatada, de fato, expõe a inexistência de métodos preestabelecidos para atender tanto a calibração quanto a regulação.

Na realidade o equipamento é utilizado nas mesmas condições em que foi realizada a última atividade, independente do tempo que essa tenha ocorrido e das condições que foi concretizada. Frente ao cenário relatado anteriormente Matuo (1990), cita a importância da calibração de pulverizadores, pois é fundamental para a correta aplicação do produto, onde esse procedimento determina o volume de calda que o pulverizador aplica por unidade de área ou por planta. Assim, ao desconsiderar tal procedimento pelos entrevistados, reforça que existe a necessidade de capacitação para utilização de pulverizadores.

Os dados mostraram que somente 29% dos agricultores declararam substituir a ponta de pulverização em função das características do agrotóxico que será utilizado. Ou seja, para os outros 71% dos entrevistados foi declarada a “*não substituição*” da ponta de pulverização e que a próxima atividade será realizada sem o amparo de qualquer parâmetro técnico para atender eficientemente o controle desejado. Isso quer dizer que, foram desconsideradas pelo agricultor as especificidades do produto ou alvo biológico, quanto ao espectro de gotas gerado pela ponta utilizada para o efetivo controle.

Portanto, causa preocupação um índice elevado de agricultores que não atendem as condições mínimas exigidas de controle do volume aplicado, do tamanho de gotas gerado e da ponta indicada para o alvo pretendido, por exemplo.

Diante desse cenário foi verificado que os principais agrotóxicos utilizados (Figura 32) nas propriedades visitadas estão associados ao controle principalmente de plantas indesejadas e de insetos. Foi detectada a predominância, de forma contundente, do uso de herbicidas com princípio ativo glifosato em 88% das propriedades seguido da de clomazona em 23%. Os relatos demonstraram que esses são amplamente utilizados em pulverizações realizadas de modo que ocorra o molhamento total da superfície das plantas indesejadas, mesmo sendo o glifosato não seletivo e de ação sistêmica.

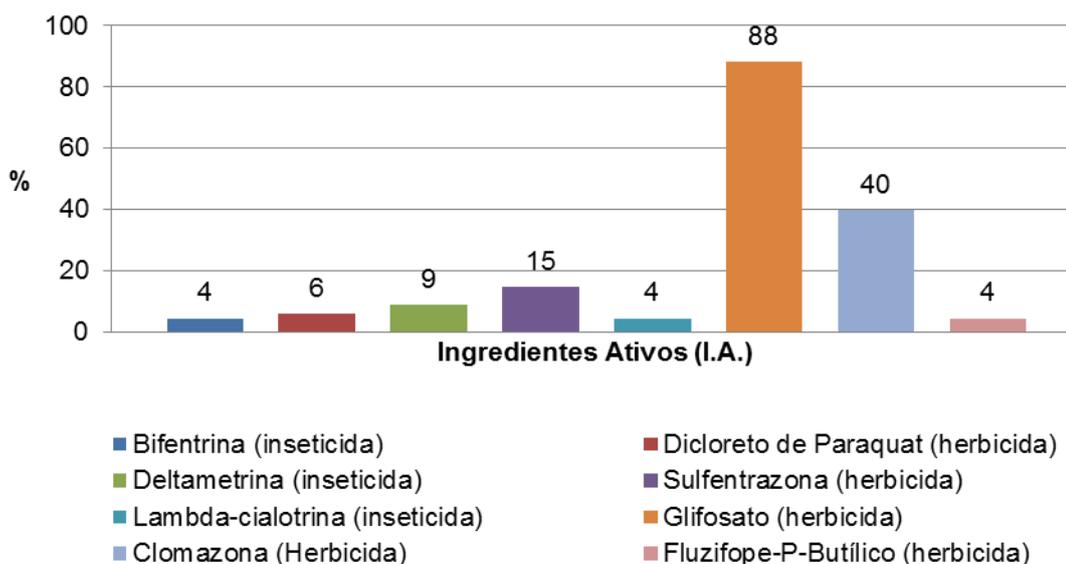


Figura 32 - Agrotóxicos utilizados pelos agricultores familiares entrevistados.

Os agrotóxicos utilizados são classificados como extremamente tóxicos em 12% dos declarados e mediantemente tóxicos 88% dos 116 produtos utilizados pelos agricultores e, classificados conforme classes descritas pelo MAPA (2015) em seu Banco de Informações do Registro de Agrotóxicos e Afins (Agrofit). Isso demonstra que os produtores estão expostos a produtos com risco toxicológico extremo e mediano. Não foram observados nesta pesquisa, produtos considerados pouco e altamente tóxicos.

Comparando os resultados obtidos neste estudo aos realizado por Monqueiro et. al. (2009) entrevistando 60 produtores da região de Araras – SP e, Gonçalves et. al. (2009) por meio de 156 questionários em diferentes municípios do RS e Abreu (2014) com 127 agrotóxicos utilizados por agricultores de Lavras – MG foi possível observar que os agricultores familiares entrevistados estão expostos aos riscos de intoxicação que os demais citados pelos autores e se assemelham para classes extremamente e mediantemente tóxicas com valores próximos ao dobro dos observados nos demais estudos (Figura 33).

Classe	Grupos	% Classificação Produtos			
		Massoco (2016)	Gonçalves et al (2009)	Monqueiro et al (2009)	Abreu (2014)
I	Extremamente tóxico	12	31,03	11,3	40,9*
II	Altamente tóxico	-	15,52	24,5	
III	Medianamente tóxico	88	46,55	45,3	-
IV	Pouco tóxico	-	6,90	18,9	-

* O autor agrupou os dados obtidos nas duas classes.

Figura 33 - Classes toxicológicas dos agrotóxicos declarados pelos agricultores em diferentes estudos.

6.2.3 Aspectos de conservação, manutenção e uso dos equipamentos

a) Estado de conservação e manutenção

Os aspectos pesquisados referentes à conservação, manutenção e uso dos pulverizadores foram importantes para diagnosticar as condições em que os equipamentos são utilizados pelo agricultor e serviu também, para determinar as dificuldades encontradas por eles durante o processo de pulverização. A figura 34 apresenta os percentuais de conformidade no atendimento às condições esperadas para pulverizadores considerados em condições adequadas para utilização. Foram relacionados itens que estão estipulados na norma NBR 19932 e considerados importantes e indispensáveis para o funcionamento correto e eficiente do equipamento.

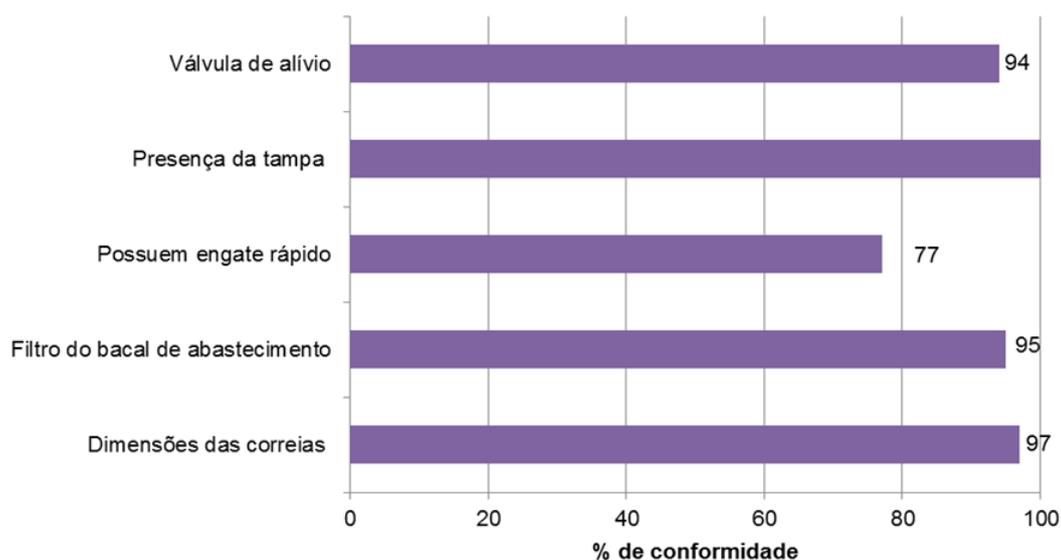


Figura 34 - Conformidades dos equipamentos avaliados nas propriedades.

Um aspecto importante observado nas atividades realizadas refere-se ao tempo de uso dos pulverizadores. Foi possível identificar equipamentos com períodos de uso que variaram entre um ano e 30 anos. As amostras inspecionadas revelaram que 57% dos equipamentos apresentam idade superior a cinco anos de uso e uma média geral de 6,83 anos. Apesar disso, independente do tempo de utilização, em 75% dos casos os agricultores relataram que, quando necessário, os equipamentos recebem reparos e reconhecem que, muitas vezes, esses “*consertos*” são inapropriados ou improvisados. Para os demais entrevistados (25%), os reparos são negligenciados ou o fazem utilizando materiais alternativos encontrados na propriedade, como podem ser observados na figura 35 e 36.

Foram registrados reparos nas mangueiras utilizando materiais para unir secções distintas ou de diferentes diâmetros ao invés de substituir mangueiras rompidas ou furadas (Figura 35 - A e B) e a presença de amarrações com arame (Figura 35 - C) e a substituição da alavanca de acionamento por material alternativo (Figura 35 - D). Muitas dessas adequações e reparos são realizadas de forma improvisada, porque não encontram peças de reposição nos mercados locais ou devido ao custo elevado de reposição, segundo relatos dos agricultores.



Figura 35 - Reparos para mangueiras e alavancas de acionamento onde: (A e B) apresentam concertos improvisados nas mangueiras e (C e D) nas alavancas sem a devida substituição dos componentes avariados.

Na figura 36 podem ser visualizados reparos onde são utilizados pregos para substituição do pino de travamento (fig. 36 – A), fita isolante para vazamento do tanque (fig. 36 – B), tira de borracha para vazamento em lança (fig. 36 – C) e tarugo confeccionado em madeira para obstruir orifício por onde pode ocorrer vazamento. (fig. 36 – D).



Figura 36 - Reparos realizados pelos agricultores onde: (A) foi utilizado prego para substituir pino de travamento, em (B) obstrução de furo no tanque com fita, (C) tira borracha para estancar vazamento na lança e (D) tarugo de madeira substituindo válvula de alívio.

As observações realizadas para avaliar as condições das correias utilizadas nos pulverizadores costais foram satisfatórias quando considerado os aspectos relativos às dimensões mínimas, utilizando-se como parâmetro as medidas previstas na norma ABNT NBR 19932 onde 97% dos avaliados possuíam a medida mínima de

30mm. No entanto, em 76% dos casos observados o material constituinte da mesma possuía capacidade absorviva. Comparando com os equipamentos novos ensaiados (100%), essa diferença, deve-se a inspeção realizada em equipamentos que apresentaram idades superiores a média da amostra, pois os mesmo foram elaborados utilizando outros materiais na confecção das correias que não das atuais.

A presença, de no mínimo, um engate rápido foi observada em 77% dos equipamentos inspecionados nas propriedades visitadas. Comparando os resultados de campo aos observados em laboratório, à ausência deste elemento (engate rápido), está associada ao mesmo modelo novo (pulverizador B) ensaiado que não apresentava esse dispositivo.

Ao analisar as adequações realizadas pelos agricultores como, por exemplo, o uso de espuma envolvendo as correias e sua substituição por material alternativo (Figura 37) visando minimizar as dores nos ombros ficou evidente a necessidade de alteração nas dimensões e na concepção das correias. Essas mudanças promovidas pelos agricultores foram para atender aspectos relativos ao conforto, uma vez que, segundo relatos dos mesmos, são realizadas para minimizar as dores e para melhora as condições de conforto durante realização do trabalho, pois os equipamentos apresentam correias que não atendem satisfatoriamente as suas necessidades.



Figura 37 - Adaptações utilizadas para minimizar dores causadas pela correia (A) e a substituição da correia danificada por material alternativo (B).

Ao inspecionar os tanques dos pulverizadores foi possível verificar que todos apresentavam a tampa do bocal de abastecimento e que 94% dos equipamentos possuíam válvula de alívio de pressão (diafragma) nas suas respectivas tampas. Porém, cabe ressaltar que à presença de equipamentos antigos amostrados, sem a válvula em sua concepção original não permitiu um aumento deste percentual e somou-se aos que apresentavam ausência da mesma.

Os gatilhos avaliados durante os trabalhos apresentaram diferentes configurações e todos proporcionavam o seu travamento quando na posição acionado. Em nenhum deles foi observada a presença de trava de segurança para impedir e evitar acionamentos acidentais.

Em alguns modelos observou-se a presença de elemento filtrante, no corpo do registro, confeccionados em metal ou plástico. Esses filtros, conforme declarado pelos agricultores, em muitos dos casos, eram considerado substituto do filtro de ponta e, utilizados como principal elemento filtrante, pois foi observada a presença de resíduos (Figura 38) demonstrando que os operadores não realizam a devida limpeza.



Figura 38 - Filtros contidos na empunhadura do gatilho de acionamento e a presença de resíduos.

Quanto ao filtro do bocal de abastecimento foi observada a presença em 95% dos equipamentos. Tal percentual está associado a interpretação, pelos agricultores, que ele é responsável pela filtragem primária da água que será utilizada. Essa percepção evidencia-se porque foi observado o uso de meias de nylon como elemento filtrante para melhorar as condições da água. Segundo relatos dos agricultores, isso ocorre devido ao fato de muitas vezes não possuírem fonte de água apropriada e com a presença de resíduos sólidos suspensos, o que provoca entupimento da ponta de pulverização. Diante dessa informação confirma-se o fato de que os entrevistados não compreendem a importância do uso do filtro de ponta para uma correta pulverização, pois muitos se encontravam sujos como na figura 39.



Figura 39 - Filtros com a presença de resíduos ou danificados.

b) Pontas hidráulicas

Componente importante do pulverizador e responsável no processo de pulverização pela transformação da calda em um espectro de gotas capaz de atingir o alvo biológico pretendido. Diante disso, foi observado que os agricultores entrevistados não possuem um entendimento suficientemente claro da utilização das mesmas em condições adequadas. Dessa forma, as entrevistas mostraram que 71%

dos agricultores declaram não substituir a ponta conforme a necessidade ou recomendação do agrotóxico que será pulverizado e que em 47% dos pulverizadores avaliados, foi constatada a presença de resíduos no filtro das pontas (Figura 39) e, em 9% foi detectada a presença de furos, rasgos ou danos nos filtros.

Posteriormente a avaliação visual das pontas e filtros, foram coletadas amostras para a determinação do volume de aplicação da totalidade de 85 pontas e realizada análise do espectro de gotas de 48 amostras utilizando-se papel hidrossensível e o processamento desses em programa computacional específico.

Diante dos dados coletados, as pontas consideradas em condições de uso e dentro dos valores considerados apropriados ($\pm 10\%$), ou seja, consideradas sem desgaste perfazem 47% do total das 85 pontas avaliadas e 53% delas consideradas desgastadas aplicando volumes com erros superiores ao limite de $\pm 10\%$.

Do percentual de pontas apresentando erros no volume de aplicação, 65% estão aplicando volumes superiores ao tolerado ($>10\%$) e, 35% volumes inferiores a -10% , conforme preconizam estudos sobre o assunto (GANDOLFO, 2001; PALADINI, 2004; DORNELLES, 2008; BAUER et al.; 2009). Dessa forma, em pesquisa realizada por Machado et al (2013) com 362 pulverizadores costais utilizados para aplicação de herbicidas em florestamentos no estado da Bahia a reprovação das pontas foi de 12,1%. Em avaliação com pulverizadores mecanizados Silveira et al (2006) constataram 34% de pontas desgastadas e Alvarenga *et al.* (2011) observaram um total de 32% dos pulverizadores hidráulicos apresentando ao menos uma ponta desgasta e, Sichoeki et al (2014) valor de 83,3% dos pulverizadores avaliados com a mesma deficiência. Os valores observados nesta pesquisa e demonstrados pelos demais pesquisadores demonstram e confirmam há necessidade de avanços para informar, capacitar e condicionar o agricultor a substituir com maior frequência as pontas em uso por novas e, adequadas para cada tipo de agrotóxico.

O erro médio da amostra inspecionada foi de $-26,4\%$ para os volumes inferiores e $77,9\%$ para volumes superiores ao limite tolerado. Assim, observando a figura 40 estão presentes os principais agrotóxicos utilizados, cultivos, alvos biológicos, as doses de ingredientes ativos e os respectivos volumes de calda recomendados mostrando o panorama das principais pulverizações realizadas e as consequências nos volumes de calda aplicados (Figura 41) e de ingrediente ativos conforme a figura 42.

Os valores referenciados na figura 40 para elaboração do quadro de informação foram adquiridos por meio das bulas dos agrotóxicos, das informações prestadas pelos agricultores e nos registros do Ministério da Agricultura por meio do Sistema Agrofit.

Produto	Cultivo	Alvo Biológico	Dose IA L/ha	Volume Calda L/ha
Bifentrina (inseticida)	Tomate	Broca do tomateiro <i>Neoleucinodes elegantalis</i>	0,075	100
Dicloreto de Paraquat (herbicida)	Perenes	Capim milhã <i>Digitaria sanguinalis</i>	2,000	200
Deltametrina (inseticida)	Pessegueiro	Mosca-das-frutas <i>Anastrepha fraterculus</i>	0,040*	100L*
Sulfentrazone (herbicida)	Tabaco	Tiririca <i>Cyperus rotundus</i>	0,800	200
Lambda-cialotrina (inseticida)	Milho	Lagarta rosca <i>Agrotis ipsilon</i>	0,100	250
Glifosato (herbicida)	Pastagens	Azevém <i>Lolium multiflorum</i>	3,000	400
Clomazona (Herbicida)	Tabaco	Picão Branco <i>Galinsoga parviflora</i>	2,800	300
Fluzifope-P-Butílico (herbicida)	Feijão	Gramma-seda <i>Cynodon dactylon</i>	1,000	300

*Dose recomendada para cada 100 litros de calda.

Dose IA – Ingrediente Ativo

Figura 40 - Quadro dos agrotóxicos, cultivos e alvos biológicos com as respectivas doses e volume para controle.

Dessa forma, delimitados pelos valores da figura 40 foi possível projetar os volumes de calda aplicada por hectare (Figura 41) conforme as recomendações previstas para cada agrotóxico e do volume de ingrediente ativo na figura 42. Os valores representados pela cor verde estão associados aos volumes recomendados, os valores em cor vermelha os volumes com erro de -26,4% e em amarelo os com erro de + 77,9%. Esses valores demonstram os erros provocados pelo uso de pontas desgastadas onde pode ser observada a existência de subdosagens e superdosagens, que acarretam em prejuízos econômicos, técnicos e ambientais, pois evidenciam o desperdício de agrotóxicos, de trabalho e potencializam os riscos ao ambiente.

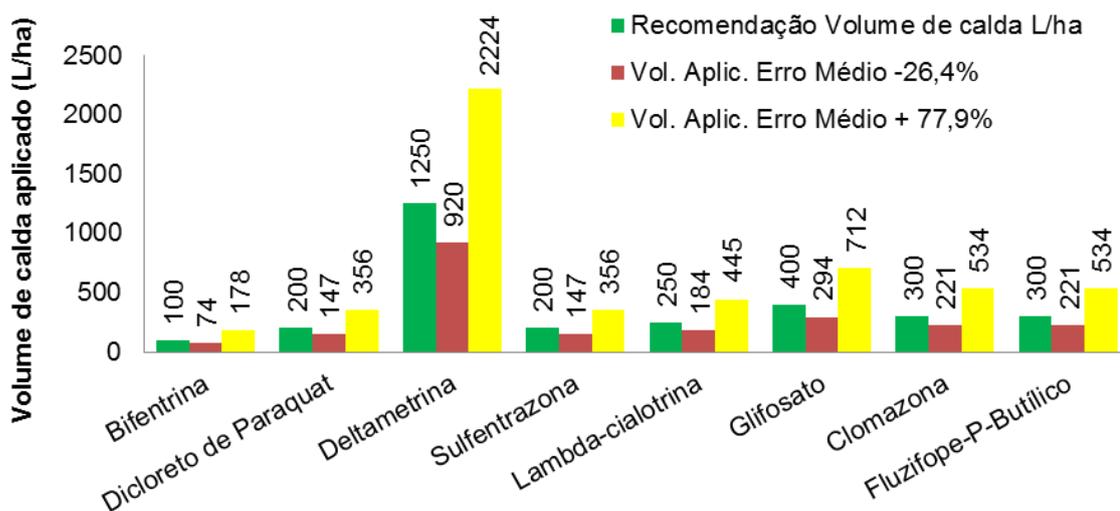


Figura 41 - Erros no volume de calda aplicado.

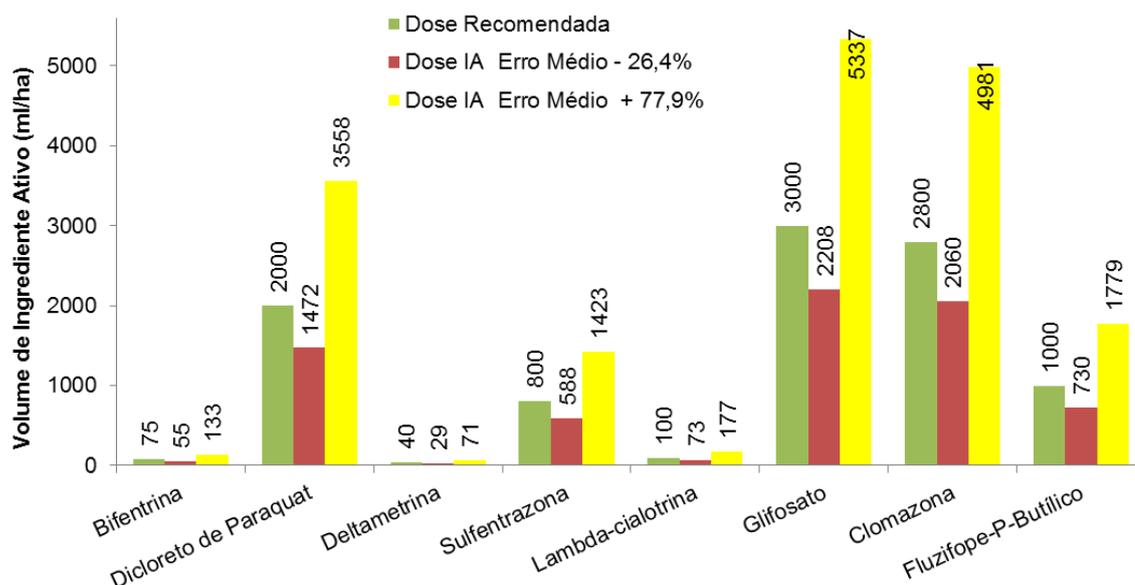


Figura 42 - Erros no volume de ingrediente ativo.

Na análise dos espectros de gotas gerados pelas 48 pontas amostradas (Figura 43) foi possível observar que elas apresentaram classificação média de tamanho de gotas conforme norma ASAE-S572 (2009), como Extremamente Grossas (>450 μ m) 37% delas, Muito Grossas (375-450 μ m) 4% e Grossa (250-375 μ m) 21%. Nessas condições totalizaram 62% da amostra com gotas próprias para pulverização de herbicidas conforme classificação da ASAE, (2009) e atenderam 88% dos agricultores que declaram durante a pesquisa que utilizam o herbicida glifosato em seus tratos fitossanitários demonstrando que as pontas

utilizadas, estão apropriadas para esse fim. No entanto, essas classes de gotas geradas pelas pontas avaliadas também estão sendo utilizadas para os demais tipos de agrotóxicos visto que, para 71% dos entrevistados, não ocorre a substituição da ponta independente do produto que será utilizado.

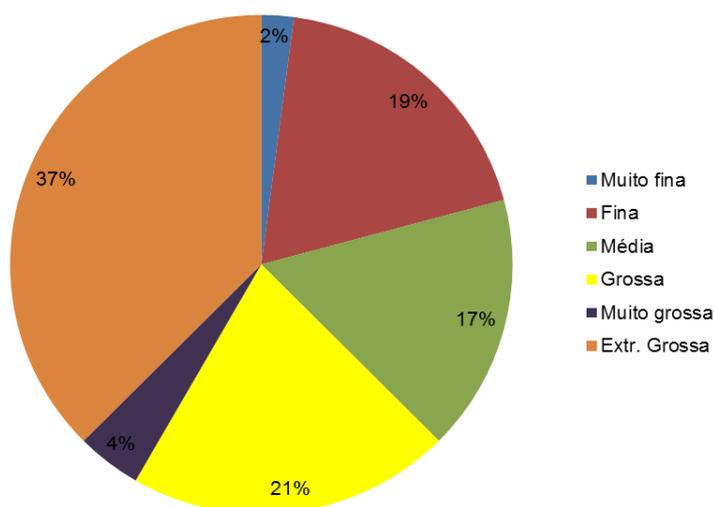


Figura 43 - Gráfico dos espectros de gotas médios gerados pelas pontas avaliadas.

Mesmo sendo predominante a formação de gotas para a pulverização de herbicidas são observados diâmetros mediano volumétrico ($DMV_{0,5}$), em muitas das amostras, que extrapolam valores referenciais para herbicidas (pré e pós emergente, contato e sistêmico) segundo Antuniassi e Boller, (2011 p.73) apud Marquez, (1997) encontram-se na faixa entre 150 e 600 μ m para gotas utilizadas na pulverização como pode ser observado no Apêndice D.

Em muitos dos casos, geraram gotas que provocam escorrimento superficial como pode ser observado na figura 44, representando quatro amostras predominantemente caracterizadas e classificadas como gotas extremamente grossas. Para as demais classes foram observados para Muito fina (<100 μ m) 2%, Fina (100-175 μ m) 19% e Média (175-250 μ m) 17%.

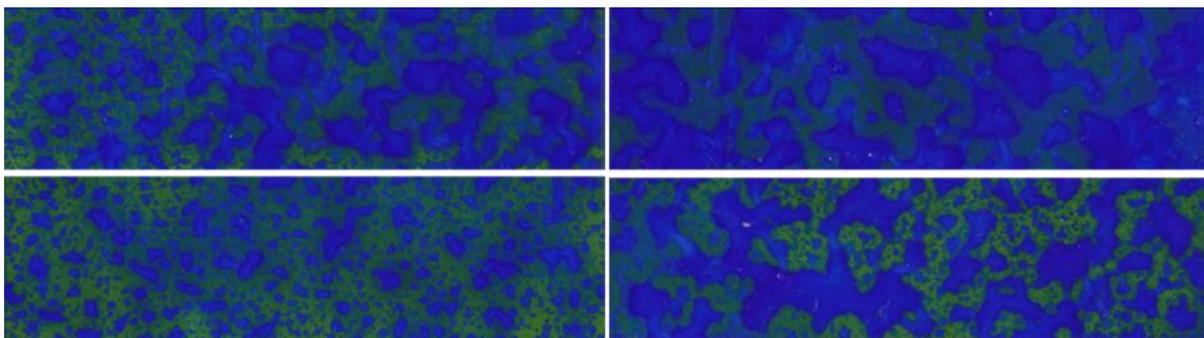


Figura 44 - Ausência de formação de gotas em papel hidrossensível, onde a coloração azul representa a área molhada.

Diante dos dados observados sobre o espectro de gotas gerados e a preferência declarada pelos entrevistados, por gotas médias (59%), as análises com papel hidrossensível confirmaram somente 17% das amostras com essas características, revelando que as gotas geradas afetam o processo de pulverização, pois uma parcela significativa delas está provocando nos agricultores, a falsa expectativa de geração de um espectro que não condiz com desejado. A análise permitiu observar também a formação de gotas grossas (21%), muito grossas (4%) e extremamente grossas (37%) conforme classificação da ASAE (2009) e, novamente confirmando que as pontas formaram gotas propensas ao escorrimento (Apêndice E).

c) Visualização da escala

As entrevistas mostraram que os produtores encontram dificuldades para a visualização da escala de nível do tanque de pulverização. Sendo assim, no questionamento realizado para determinar a condição de visualização da escala, obteve-se como resposta em 68% dos casos de difícil visualização, para os agricultores. Havendo relatos que tipificam como de “*impossível visualização*” em alguns dos modelos inspecionados.

Para os demais a visualização foi possível, porém, ao serem questionados sobre a condição de realização, relataram empregar como recurso para melhorar as condições, a retirada da tampa do tanque para iluminar interior do mesmo e ainda posicionar o pulverizador contra o sol. Esses artifícios adotados pelos entrevistados foram contabilizados e considerados como “dificuldade visualização” e contribuíram para o índice elevado, citado anteriormente.

Logo, essa informação corrobora com a análise realizada em laboratório, com os equipamentos novos, onde também foi constatada dificuldade para visualização do nível. Essa dificuldade parece ter relação com a concepção do projeto fabril, visto que, dos equipamentos analisados em laboratório, somente um foi possível visualizar a escala satisfatoriamente, sem o auxílio de estratégias.

d) Aspectos sobre segurança e ergonomia

Os questionamentos realizados para determinar as condições de segurança e ergonomia permitiram analisar informações importantes para identificação de aspectos relacionados aos cuidados e procedimentos que os agricultores adotam para realizar o processo de pulverização. Assim, alguns pontos relevantes foram descritos para compreensão da forma que os agricultores realizam as atividades e, os procedimentos adotados diante das demandas existentes.

Conforme foi visto, constatou-se que uma parcela expressiva dos agricultores considerou a visualização do nível de preenchimento do tanque de difícil visualização. No entanto, observou-se que o enchimento do tanque para 87% dos entrevistados é realizado até o volume máximo nominal e para 13% o volume utilizado ultrapassa o limite estabelecido pela escala. Os relatos descrevem que a preocupação em não encher o tanque além do limite está associada a reclamação de dores nas costas, excesso de peso e a possibilidade de derramamento de calda pelo bocal de abastecimento. Em nenhum momento foi relatada a preocupação com o volume de calda que seria aplicado e as suas consequências para o processo de pulverização, demonstrando que o agricultor não detém conhecimento sobre tais aspectos.

Quando interrogados sobre o destino dado à sobra de calda (Figura 45) 44% dos agricultores relataram que a alternativa utilizada para o destino final é o repasse da aplicação, ou seja, há uma reaplicação para que a solução não tenha como destino o descarte. No entanto, para 28% a calda é guardada para posterior utilização. Normalmente o armazenamento é realizado no próprio pulverizador para a reutilização sempre que necessário. Para os 13% restantes são utilizados como alternativa tanto o repasse quanto a guarda. Para 2% dos casos a resposta foi “*não sabem*” o destino que dariam para o excesso de calda, pois está associado ao controle no preparo do volume de calda para execução do trabalho. Porém, para

13% o excedente é jogado fora e o destino final normalmente é o solo da área de cultivo.

Como comparativo podemos citar o estudo realizado por Abreu (2014) com 81 entrevistados usuários de pulverizador costal, pulverizadores mecanizado e haste de aplicação no estado de Minas Gerais, onde os relatos foram de que praticam a reaplicação até acabar 67,9%, deixam no equipamento até a próxima aplicação 11,1%, guardam em outro recipiente ou na própria embalagem 8,6% e jogam fora em algum canto da lavoura ou em tanque 4,9%.

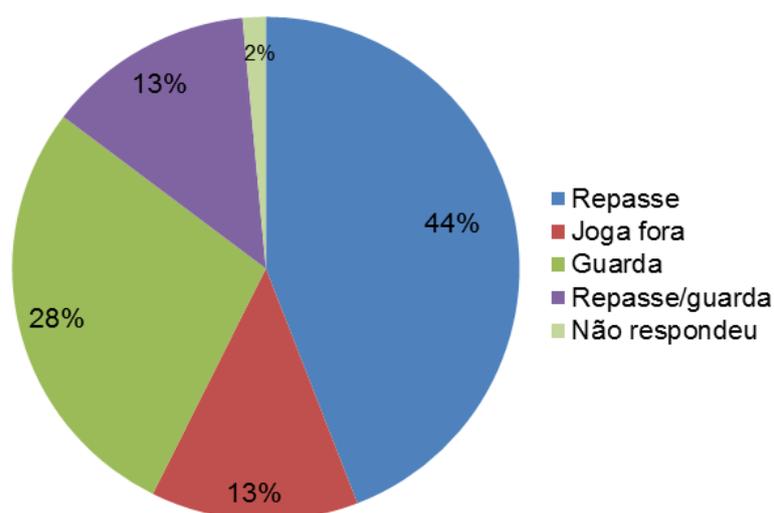


Figura 45 - Destino dado à sobra de calda pelos agricultores.

Quando interrogados sobre as dificuldades encontradas para realização da pulverização, 47% dos agricultores responderam que o acionamento da alavanca e o transporte do equipamento são as condições que mais dificultam a execução da atividade seguido de outros (varias das opções consideradas pelo entrevistado), carregar, acionar alavanca e alças (Figura 46). Gardini (2010), em seu trabalho confirmou o alto risco de lombalgia apresentada por trabalhadores envolvidos com a aplicação de herbicidas utilizando pulverizador costal, devido ao tronco encurvado, em posição instável e o manuseio de cargas superiores a 20 Kg potencializando os riscos.

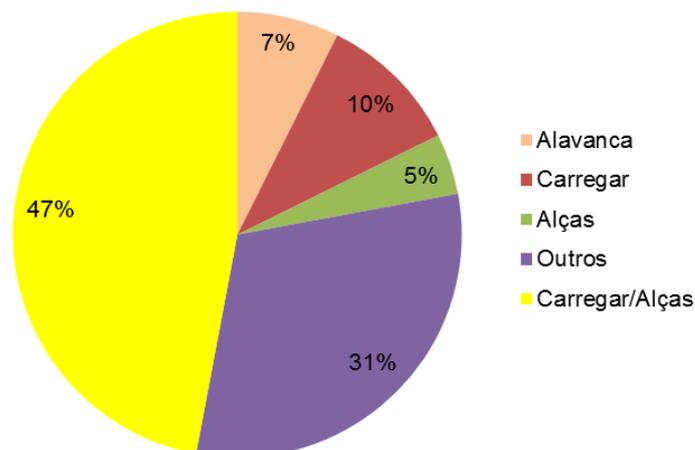


Figura 46 - Dificuldades ergonômicas apresentadas para execução de pulverização com equipamento costal.

Os relatos de dores nas costas e principalmente nos ombros estão associados à largura da correia, considerada por muitos, estreita. Para minimizar o desconforto, os agricultores procuram utilizar materiais alternativos para revesti-las (Figura 37-A) o que lhes proporciona uma melhora no conforto e minimizam as dores no local. Dores associadas ao uso do pulverizador também foram constatadas por Freitas (2006) em análise ergonômica realizada com trabalhadores em cafezais onde 81% deles relataram dores nos ombros e, 45% dores nas costas em seu terço superior e 54% dores nas costas no terço inferior (lombar).

Também foram declaradas por 31% dos entrevistados, reclamações relacionadas a necessidade de deslocamentos com o equipamento até os cultivos e as distâncias percorridas até as fontes de água que muitas vezes ficam distantes da área à ser tratada e ao calor excessivo para realização da atividade. Essas foram computadas, como “*outras*” dificuldades que estão associadas diretamente a pulverização.

Outro dado importante refere-se ao horário destinado a pulverização adotado pelos agricultores (Figura 47). A maioria deles (88%), respondeu como preferencial os horários considerados amenos para a realização da atividade. Ou seja, até às dez horas no período manhã e a partir das dezesseis horas no período da tarde.

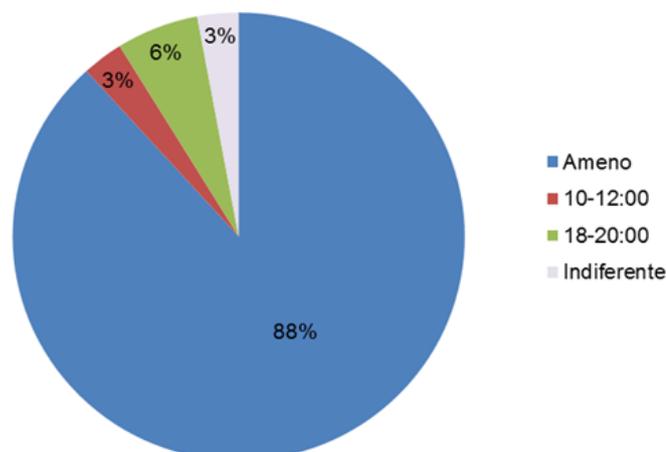


Figura 47 - Horários preferenciais para realização de pulverizações.

Essa informação está associada às elevadas temperaturas que ocorrem durante o período de cultivo (culturas de verão) demonstrando o entendimento do agricultor quanto a exposição ao sol em horários não recomendados tendo em vista os cuidados com a saúde. Contudo, se houver a necessidade imediata de pulverização eles não restringem a atividade aos horários preferenciais e realizarão quando for necessário independente do horário.

O uso de equipamentos de proteção individual (EPI) é relatado por 72% dos entrevistados e 28% declaram não utilizar proteção. No entanto, quando interrogados sobre os elementos que fazem parte da proteção os relatos descreveram que o emprego dos equipamentos não é completo e são negligenciados principalmente a máscara, calças e jaleco hidrorrepelentes, avental, toca árabe e luvas.

A principal reclamação do uso de EPI's refere-se ao uso de máscaras que causa *"falta de ar / sufocamento"* e as vestimentas hidrorrepelentes consideradas *"quentes e desconfortáveis"*, conforme relatam os agricultores que as substituem por trajes comuns, sem a devida proteção, durante as atividades sendo estes: camisetas de manga longa, calças jeans e bonés. Monquero et al. (2009), ressaltam que o contato direto com o produto químico a parte mais afetada é a pele embora pela inalação a absorção seja a mais rápida.

Desse modo, abolir o uso de itens de proteção aumenta o risco de intoxicação para os trabalhadores como relata Ávila (2009) onde a falta de alguns dos EPI's

possibilita o aumento de contato, com os produtos (agrotóxicos), proporcionando acumulados no corpo e aumentando o risco com intoxicações.

O valor elevado de utilização de EPI mesmo de forma errônea, na prática, está associado à cobrança e supervisão realizada pela empresa fumageira que presta assistência e, representam 63% do total de “usuários de EPI”. No entanto, para os demais declarantes (37%) o uso é atribuído aos cuidados com a sua saúde e dos seus familiares para a prevenção de acidentes e intoxicações. Porém, declararam as mesmas dificuldades na utilização das máscaras e vestimentas hidropelentes.

A importância de leitura da bula dos agrotóxicos é evidenciada pelos dados observados (Figura 48) durante a pesquisa de campo, onde 84% dos entrevistados declaram ler as informações contidas. A dosagem é observada unicamente para 57% dos agricultores e os riscos associados ao uso são incluídos por apenas 22% dos agricultores. No entanto, em apenas 2% dos entrevistados notou-se interesse em visualizar a validade dos produtos. Esse percentual baixo tem relação com a prática informada pelos agricultores de não possuírem estoque de agrotóxicos e adquirirem o necessário para o período de safra. Os valores denominados “outros” (19%) agrupam elementos (dose, risco, validade) relatados como importantes para leitura e que são observados sempre que necessário.

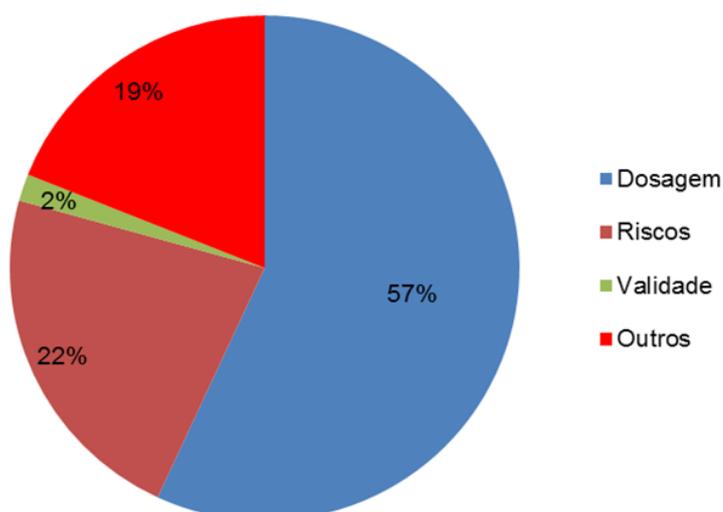


Figura 48 - Principais informações observadas na bula dos agrotóxicos utilizados pelos agricultores.

Os dados referentes as intoxicações sofridas pelos agricultores mostraram valores expressivos, onde 93% declararam nunca terem sofrido qualquer episódio e não ter apresentado sintomas como: dor de cabeça, náusea, vômito, irritação na pele, tosse, diarreia, tontura, entre outros durante as atividades de pulverização. No entanto, 7% declararam ter sofrido intoxicação pelo menos uma vez ou sentir qualquer dos sintomas citados. Cabe ressaltar, que um dos indivíduos entrevistados declarou ter sofrido seis episódios de intoxicação sendo estes responsáveis por internações hospitalares.

6.2.4 Análise estatística dos resultados

Utilizando a distribuição de Qui-quadrado ou teste Exato de Fisher quando os pressupostos não eram atendidos, foram avaliadas as associações entre as variáveis categóricas do questionário aplicado aos agricultores. As análises realizadas foram obtidas para determinar significância estatística entre as variáveis analisadas. As demais associações realizadas com os questionários aplicados que não apresentaram associação significativa estão presentes na figura 49.

Realiza substituição da ponta Pulverização	Recebeu treinamento/capacitação	Correlações com resultados NÃO SIGNIFICATIVO ($p > 0,05$)
	Realiza reparos	
	Visualização da escala	
	Sobra calda	
	Horário pulverização	
	Idade pulverizador	
	Método de Regulagem/calibração	
	Escolaridade	
	Lê instruções	
	Sofreu intoxicação	
	Recebeu Treinamento/capacitação	
Dificuldade de operação		
Horário pulverização		
Visualização da escala		
Recebeu instruções		
Substitui ponta		
Grau de Escolaridade	Visualização da escala	
	Sobra de calda	
	Horário pulverização	
	Método regulagem	
	Recebeu capacitação/treinamento	
Tamanho de gota preferido	Encher o tanque	
	Grau de escolaridade	

Figura 49 - Correlações com associação não significativas que apresentaram probabilidade $> 0,05$.

Na tabela 1 encontram-se as probabilidades (p), ao nível de 5% de significância e os percentuais de respostas para associações positivas e estatisticamente significativas das variáveis correlacionadas.

Tabela 1 - Análise da associação positiva entre variáveis e o Uso de EPI pelos agricultores.

Variável	Utiliza EPI (%)		p
	Sim	Não	
Recebeu treinamento/capacitação			
Sim	23,53	1,47	0,027*
Não	48,53	26,47	
Sofreu intoxicação			
Sim	1,47	5,88	0,019*
Não	70,59	22,06	
Escolaridade			
Até 5º ano	33,83	2,94	0,042*
Pós 5º ano	38,23	25,00	

* Teste Exato de Fisher.

$p < 0,05$ significativo.

Entre os entrevistados foi observado que 48,53% deles não receberam treinamento/capacitação e, no entanto, fazem uso de EPI frente à 1,47% dos declarantes que receberam treinamento/capacitação e que não utilizar os equipamentos. A associação entre as variáveis mostrou-se significativa com uma probabilidade de 0,027 pelo teste Exato de Fischer.

Esse percentual, elevado entre uso de EPI e não receber capacitação/treinamento pode estar associado ao 72% dos entrevistados declarantes do uso, independente de receber ou não treinamento/capacitação. Como também, considerar os 37% que reconhecem a necessidade de cuidados com sua saúde e de seus familiares mesmo sem terem qualquer capacitação, treinamento ou cobranças externas.

Para a variável “Sofreu intoxicação” foi constatado que para 70,59% não ocorreu o episódio em suas atividades, pois declararam utilizar-se de EPI e apresentaram associação significativa positiva com p de 0,019 pelo teste exato de Fischer. No entanto, o percentual de 22,06% apresenta a mesma significância e relaciona o não uso de EPI e episódios de intoxicação.

Para a associação variável “Escolaridade” o percentual de afirmações para o uso de EPI foi de 33,83% para os que estudaram até o 5º ano e de 38,23% para os que estudaram além, totalizando 72,06% confirmando o uso de EPI com associação

significativa com p de 0,042 pelo teste exato de Fischer. Os valores encontrados demonstraram que existe a preocupação com o uso de equipamentos de proteção para a maioria independente da escolaridade. Contudo, o percentual de 25% de não usuários com escolaridade maior causa preocupação, pois em virtude do maior grau de escolaridade os cuidados deveriam ser maiores. Neste caso, uma análise profunda sobre o este ato poderia elucidar o porquê do percentual encontrado, já que, teoricamente, essas pessoas seriam mais instruídas se comparadas às demais.

Na tabela 2 pode ser observada a correlação entre as variáveis “Recomendação do produto” e “Treinamento/Capacitação”, onde ocorre associação significativa com uma probabilidade de 0,0014 pelo teste Exato de Fischer. O percentual de 72,06% de agricultores que utilizam assistência para recomendação do produto demonstra que existe demanda por assistência técnica independentemente da instrução recebida e também pode ser considerado o fato de uma parcela significativa dos entrevistados cultivarem o tabaco e, conseqüentemente, serem assistidos pelas empresas fumageiras. Para os que recebem algum tipo de treinamento/capacitação não há registro de utilização de vendedores como fonte de recomendação reafirmando o assessoramento técnico. Porém, uma parcela de 27,94% ainda utiliza o “vendedor/outros” como fonte para a recomendação e isso, pode estar associado ao fato de muitos dos entrevistados declararem que não possuem assistência técnica seja ela, particular ou pública.

Tabela 2 - Análise da associação positiva entre variáveis “recomendação” e “treinamento/capacitação”.

Variável	Recomendação produto (%)		p
	Assistência	Vendedor/outros	
Recebeu treinamento/capacitação			
Sim	25,00	0,00	0,0014*
Não	47,06	27,94	

* Teste Exato de Fisher.
 $p < 0,05$ significativo.

A tabela 3 mostra a correlação positiva existente entre as variáveis “cultivo principal” e “intoxicação”, onde 23,53% das afirmações relativas à intoxicação estão presentes no cultivo “outros”. Diferentemente, o cultivo de tabaco apresentou o menor percentual de intoxicações. A probabilidade (p) para associação positiva é de 0,0007, demonstrando grande correlação entre as variáveis. Desse modo, os valores

menores de intoxicação para os agricultores pode ter relação com o maior controle e acordos entre a indústria fumageira e o sindicato dos produtores, bem como, as campanhas de conscientização de uso de EPI's e os acordos judiciais firmados entre os sindicatos envolvidos.

Tabela 3 - Análise da associação positiva entre variáveis "Cultivo principal" e "intoxicação".

Variável	Cultivo Principal (%)		p
	Tabaco	Outros	
Sofreu intoxicação			
Sim	1,47	23,53	0,0007*
Não	38,24	36,76	

* Teste Exato de Fisher.

p < 0,05 significativo.

Podemos observar pelas análises estatísticas que a Capacitação/Treinamento e o uso de EPI são elementos importantes para os agricultores envolvidos no processo de pulverização e são capazes de possibilitar a eles condições mínimas para atender as expectativas técnicas esperadas e condições de segurança nos procedimentos que envolvem a tecnologia de aplicação. As análises demonstraram que os trabalhadores que detêm algum conhecimento, estão menos expostos aos riscos de contaminação e buscam informações para utilização de agrotóxicos com assistência técnica especializada.

Foi possível observar que os produtores de tabaco são os que estão em situação de menor vulnerabilidade no processo de pulverização, pois apresentaram de alguma forma, condições de capacitação/treinamento e assistência técnica mais apropriada do que nas demais culturas.

6.2.5 Síntese dos resultados de campo

Durante a pesquisa de campo, foi observado que o estado de conservação dos equipamentos, de forma geral, é adequado. Os agricultores demonstraram compreender a importância dos reparos necessários dos equipamentos, mesmo estes ocorrendo de forma improvisada ou inadequada.

Os pulverizadores inspecionados apresentaram sob, alguns aspectos, alinhamento com itens previstos na norma. Mesmo tendo esses, idades médias, superior a vigência da norma, pois foram fabricados antes mesmo da existência mesma.

As principais reclamações durante a atividade de campo são referentes às dores nos ombros, ocasionadas pelas correias e o esforço necessário para manter a pressão de trabalho. Isso demonstrou equívoco, nas dimensões adotadas, pelos fabricantes para a largura da correia e comprova a necessidade de revisão dos valores. Neste sentido FAO (2001), apresenta dimensões maiores do que as recomendadas pela ABNT e, também apresenta preocupação com os esforços físicos realizados pelos operadores durante o processo de pulverização. Ou seja, o documento apresenta limites de esforço para acionamento da alavanca e gatilho, por exemplo. Deste modo, seria importante que a norma brasileira adotasse parâmetros limites para esforços físicos na operação de pulverizadores de acionamento manual como os previstos pela FAO.

Outro dado observado refere-se ao travamento do gatilho, quando acionados, demonstrando que a resolução prevista na norma não está sendo atendida tanto para os pulverizadores novos quanto para os usados, caracterizando não conformidade com as normativas. Assim como o travamento do gatilho, a dificuldade de visualização da escala de preenchimento do tanque também foi constatada no campo e se assemelha aos ensaiados em laboratório demonstrando a necessidade de mudanças, para facilitar a leitura e observação.

No que se refere ao uso de agrotóxicos pelos agricultores foi possível observar que eles estão expostos a produtos classificados como extremamente ou medianamente tóxicos e a pulverização é realizada com pontas consideradas desgastadas em 57% dos casos avaliados. Ou seja, com volumes de aplicação que ultrapassam os limites tolerados. Também foi constatado que, não são utilizados, quaisquer métodos de calibração ou regulagem dos equipamentos para a maioria dos agricultores.

No tocante às pontas, a preferência dos agricultores se dá por formadoras de gotas de tamanho médio. No entanto, as gotas geradas pelas pontas inspecionadas são classificadas majoritariamente como: grossas, muito e extremamente grossas. E o percentual de agricultores que não substituir foi de 71%, independente do agrotóxico que será utilizado demonstrando que o processo de pulverização adotado pelos entrevistados deve ser revisto.

Neste sentido, é necessário que os agricultores passem por um processo de habilitação para utilização de pulverizadores, visto que, é notório que os mesmos necessitam receber algum tipo de formação, para execução das atividades, uma vez

que a maioria não detém informação suficiente para o uso, manutenção e conservação dos equipamentos, preparação da calda e seu destino, sobre os agrotóxicos, regras básicas de prevenção de intoxicação e contaminação ambiental.

7 Conclusões

Esta tese confirmou ser verdadeira a hipótese apresentada, pois demonstrou por meio dos dados que, os pulverizadores costais de acionamento manual, não atendem de maneira satisfatória as demandas atuais da tecnologia de aplicação. Sendo necessárias mudanças para que possam ser atendidas as necessidades apresentadas pelos agricultores para que a pulverização com esses equipamentos ocorra de forma satisfatória.

Os pulverizadores novos avaliados necessitam de adequação para atender às diretrizes apresentadas na norma ABNT NBR 19932, pois nenhum deles atendeu plenamente os preceitos normalizadores.

Os pulverizadores avaliados, pertencentes aos agricultores, apresentaram as mesmas deficiências encontradas nos equipamentos novos e, dessa forma, ficaram evidentes a necessidade de correções e ajustes dos pulverizadores comercializados para que sejam eliminadas as falhas observadas.

Os equipamentos inspecionados, dos agricultores, apresentam estado de conservação e manutenção, para a maioria deles, em boas condições. No entanto, apresentam equívocos relacionados as pontas que apresentaram elevado percentual de desgaste e deficiências na formação de um espectro de gotas que atendam de forma satisfatória, as demandas dos diferentes tipos de agrotóxicos e alvos biológicos.

Devido a não substituição de pontas conforme necessidade do agrotóxico empregado e, pela inexistência de utilização de métodos para calibração/regulagem dos equipamentos e ausência de controle da pressão de trabalho o processo de pulverização está provocando efeitos negativos de ordem técnica econômica e ambiental.

O controle fitossanitário está sendo prejudicado pela dificuldade de observação do volume aplicado, na diluição de agrotóxicos e na quantidade de calda contida no tanque pois, existe dificuldade de visualização, da escala de nível, presente na maioria dos equipamentos.

A utilização de equipamentos de proteção individual por parte dos agricultores apresenta deficiências quanto ao entendimento e importância da utilização, pois foi observado que quando utilizados ocorre de forma incompleta.

As reclamações quanto a ergonomia no processo de pulverização estão associadas ao esforço físico demandado para o carregamento e acionamento da alavanca e demonstra que os agricultores estão expostos a situações que podem provocar risco a saúde dos mesmo.

Os impactos negativos gerados pelas condições dos equipamentos podem ser de ordem técnica e econômica. As de ordem técnica estão associadas a espectro de gotas gerado e a volume aplicado (subdosagem/sobredosagem) que provocam ineficiência no controle do alvo biológico pretendido e a contaminação do operador e do ambiente. Os impactos econômicos estão associados ao montante financeiros empregados e as relações com o desperdício de agrotóxicos, de trabalho e a lucratividade na produção.

É evidente a necessidade de programas de capacitação para habilitar os agricultores, para que os mesmos estejam aptos a compreender e realizar o processo de pulverização de forma segura, consciente e eficaz, pois os entrevistados apresentaram dificuldades que envolvem todo o processo.

8 Sugestões para trabalhos futuros

As possibilidades de estudo para outros aspectos ficaram evidentes, pois há necessidade de ampliar o trabalho com enfoque em outros fatores que afetam a pulverização como: pressão de trabalho diferenciadas, avaliar os esforços físicos dos operadores durante a pulverização, o desempenho das pontas associadas aos filtros, a ampliação da área de estudo, aspectos relacionados à deriva, ao preparo e diluição da calda, entre outros.

Referências bibliográficas

ABRAMOVAY, Ricardo. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: HUCITEC, 1992.

ABREU, Pedro Henrique Barbosa de, **O agricultor familiar e o uso (in)seguro de agrotóxicos no município de Lavras, MG**. 2014. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Pós-graduação em Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. (PARA) **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA. Nota técnica para divulgação dos resultados**. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em 10 de setembro de 2013.

ALVARENGA, C. B.; CUNHA, J. P. A. R. Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais. **Engenharia Agrícola [online]**, Jaboticabal. v. 30, n. 3, 2010.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS - Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra - ASAE S572.1. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI., 4 pp. 2009.

ANTUNIASSI, Rocha. Ulisses; GANDOLFO, Marco Antônio. SIQUEIRA, J. L. IN: ANTUNIASSI, R. A. BOLLER, Walter. (Org.) **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Ed. Aldeia Norte, 2011. P 83-103.

ARIAS, A.R.L.; BUSS, D.F.; ALBURQUERQUE, C. DE; INÁCIO, A.F.; FREIRE, M.M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D.F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.12, p. 61-72, 2007.

ASSOCIAÇÃO BARSILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 19932-1 /2010 Equipamento para proteção de culturas - Pulverizadores costais: Parte 1 - Requisitos e métodos de ensaio: Procedimento. Rio de Janeiro. 2010. 17 p.

ASSOCIAÇÃO BARSILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 19932-2 /2010 Equipamento para proteção de culturas - Pulverizadores costais: Parte 2 - Limites de desempenho. Rio de Janeiro. 2010. 4 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL – ANDEV – **Manual de Tecnologia da Aplicação**. São Paulo. 2013. 78 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DISTRIBUIDORES DE INSUMOS AGRÍCOLAS E VETERINÁRIOS – ANDAV – **Editorial**. Disponível em: <<http://www.andav.com.br/editorial-setor.aspx>>. Acesso em 01 de outubro de 2013.

AVILA, R. A. Trabalho Rural e Agrotóxicos: Estudo de caso na Microbacia do córrego Água Limpa, Município de Campos Altos, Minas Gerais. Curitiba: **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. v. 09. 2009.

BALDI, F.; VIERI, M. Controllo e certificazione delle macchine per la distribuzione dei Fitofarmaci. *Macchine per la Distribuzione de Fitofarmaci*. Bologna. v. 38, p.17-32, 1992.

BAUER, Fernando C.; PEREIRA, Francisco de A.R. Fitossanidade e produção agrícola. In: BAUER, F.C.; VARGAS JÚNIOR, F.M. *Produção e gestão agroindustrial*. Campo Grande: UNIDERP, 2005. cap.2, p. 44.

BIOCCA, M.; VANNUCCI, D. Organization and criteria of inspection of sprayers in Italy. *International Conference on Agricultural Engineering*. Paper no 00-PM-058. 2000. 4p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Universidade Federal do Paraná. *Apresentação Seminário de mercado de agrotóxico e regulação*. ANVISA, Brasília, 11 abril de 2012. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br> > Acesso em 12 setembro de 2013.

_____. Decreto nº 6.913, de 23 de julho de 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6913.htm>. Acesso em 01 de outubro de 2013.

_____. Lei n. 11.326 de 24 de julho de 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm>. Acesso em 01 de outubro de 2013.

_____. Lei n. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm>. Acesso em 01 de outubro de 2013.

CALDAS, E. D.; SOUZA, L. C. Avaliação de risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 34, n. 5, p. 529-537, 2000.

CAMPANHOLA, Clayton; BETTIOL, Wagner. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, 279 p. 2003.

CHAIM, Aldemir. **História da Pulverização**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, 1999.

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

DOMINGUES M. R.; BERNARDI M. R.; ONO E. Y. S.; ONO M. A. Agrotóxicos: Risco à Saúde do Trabalhador Rural. **Ciências biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 25, p. 45-54, 2004.

DORNELLES, Marçal Elizandro de Carvalho. **Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas no Estado do Rio Grande do Sul**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Pós-graduação em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ENDRIZZI, T. Indispensabili per le irroratrici manutenzioni e controlli più accurati. **L'informatore Agrario**, v.24, p.37-8, 1990.

FIOCRUZ. **SINITOX divulga novos dados de intoxicação humana**. Disponível em: <www.fiocruz.br/sinitox_novo/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=105&sid=107> Acesso em: outubro de 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides Guidelines on Standards for Agricultural Pesticide Application Equipment and related Test Procedures Volume one: Portable (operator-carried) sprayers. 2001, Rome.

FRANK, A.L.; MCKNIGHT, R.; KIRKHORN, S.R.; GUNDERSON, P. Issues of agricultural safety and health. **Annual Review of Public Health**, Palo Alto, v.25, p.25-45, 2004.

FRIEDRICH, T. La actualización de la FAO com respecto a la tecnologia de aplicación para Agroquímicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1, 1996, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: IAC, 1996. 15p.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. Unidades Geográficas. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/feedados/consulta/unidades_geo_micros.asp>. Acesso em março de 2013.

GANDINI, Elizandra Marta Martins; GANDINI, Andrezza Mara Martins; LEITE, Ângelo Marcio Pinto. Avaliação Ergonômica e do risco de Lombalgia na utilização de pulverizador costal manual em plantios de eucalipto no município de Curvelo – MG. **Anais...** Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas Centro de Convenções - Ribeirão Preto – SP - 19 a 23 de julho de 2010.

GANDOLFO, Marco Antônio. **Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas**. 2001. 101 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

GONÇALVES, P. C. T. Manual Zeneca de manuseio e aplicação para agrotóxicos. São Paulo: **Zeneca Agrícola**, 1999. 17p.

GONCALVES, Viviane B.; REIS, Ângelo V.; MACHADO, Roberto L. T.; CUSTÓDIO, Tiago V. Classe toxicológica versus uso de EPI na aplicação de agrotóxico: Estudo preliminar na agricultura familiar. **Anais...** XXI Congresso de Iniciação Científica, Pelotas – RS, 2012.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. "Plantar pro gasto": a importância do autoconsumo entre famílias de agricultores do Rio Grande do Sul. **In: Revista de Economia e Sociologia Rural** [online]. 2008, vol.46, n.2, pp. 481-515. ISSN 0103-003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032008000200008> . Acesso em 22 de julho de 2013.

GUILHOTO, J.J.M.; ICHIHARA, S.M.; SILVEIRA, S.V.; DINIZ, B.P.C.; AZZONI, C.R.; MOREIRA, G.R.C. A importância da agricultura familiar no Brasil e em seus Estados. In: 35º Anais do Encontro Nacional de Economia; 2007; Recife, Brasil 2007. Disponível em: < <http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A089.pdf>>. Acesso em: julho de 2013.

HUYGHEBAERT, B., MOSTADE, O., CARRE, J., DEBOUCHE, C. Compulsory inspection of crop sprayers already in use in Belgium. Selection of control method. In: AGENG, 1996, Madrid. AgEng. Madrid: s.n., 1996.

KOCH, H. Periodic inspection of air-assisted sprayers. *EPPO Workshop on Application Technology in Plant Protection*, v.26, p.79-86, 1996.

LANGENAKENS, J., PIETERS, M. The organization and first results of the mandatory Inspection of crop sprayers in Belgium. *Aspects of Applied Biology - Optimising Pesticide Application*, n.48, p.233-240, 1997.

LEVINE, David M., STEPHAN, David; KREHBIEL, Timothy C.; BERENSON, Mark L. **Estatística: Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

LIMA, C.A.B; GRÜTZMACHER, D.D; KRÜGER, L.R.; GRÜTZMACHER, A.D., Diagnóstico da exposição ocupacional a agrotóxicos na principal região produtora de pêssego para indústria do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.900-903, 2008.

MACHADO, Antônio L. T. **Prevenção custa menos**. Cultivar Máquinas, Pelotas, n.4, p.12-14, 2001.

MACHADO, Antônio. L. T.; REIS, Ângelo V. dos; MORAES, Manoel L. B. de; ALONÇO, Airton. S. Dos. **Máquinas para preparo do solo, semeadura, adubação e tratos culturais**. Editora e Gráfica Universitária. Pelotas. 2005. 253p.

MACHADO, Antônio L. T.; SANTO, Amauri C. E.; BATISTA, Vilson. J.; REIS, A. V. dos; FERREIRA, O. G. L.; OLDONI, André. Metodologia para avaliação do desgaste em ferramentas simétricas de mobilização do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, p. 645-650, 2009.

MACHADO, Miler S.; FERREIRA, Lino R.; FELIPE, Rafael S.; FERREIRA, Marcelo da C. Avaliação de pulverizadores costais utilizados na aplicação de herbicidas em área florestal no litoral norte da Bahia. Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação. 2013, Londrina-PR. **Anais... VI SINTAG**.

MACHADO, Roberto L. T.; FRANCETTO, Tiago; DAGIOS, Ravel. F.; REIS, Ângelo V., MACHADO; Antônio. L. T. Baixa capacitação no uso de pulverizadores In: X CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, XLI CONGRESO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2012, Londrina: **Anais... SBEA**, p. 1-6.

MAGDALENA, Jorge C., DI PRINZIO, Alcides P. Servicio de calibración de pulverizadoras frutícolas en Rio Negro y Neuquén. In: CONGRESSO ARGENTINO DE INGENIERIA RURAL, 2, 1992, Córdoba. **Anais... II CADIR**. 1992. 11p.

MATUO, Tomomassa, **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal, FUNEP, 1990. 139p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrofit 2015**: Banco de informações sobre os produtos agrotóxicos e afins. Brasília, 2015. Disponível em: < <http://agricultura.gov.br/agrofit>>. Acesso em: 12 de maio de 2015.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Agricultura familiar na Economia Brasil e Rio Grande do Sul**. Brasília: Ministério do desenvolvimento Agrário, 2005.

MONQUERO, Patrícia A., INÁCIO, Estela M., SILVA, Hirata A.C. - Levantamento de Agrotóxicos e utilização de equipamentos de proteção individual entre os agricultores da região de Araras – SP. **Arquivo Instituto Biologia**. São Paulo, v.76, n.1, p.135-139, jan./mar., 2009.

MYAMOTO, J. Risk Assessment of Pesticides in their use for Agriculture. **Current State of the Art and Future Research Needs**, n. 1, p. 113-121, 2003. 271 p.

NETTO, M. M. A agricultura familiar e sua organização. In: **Actageo**. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, v. nº 4, ano II, p.17-30, jul/dez, 2008.

PALLADINI, Luiz A. Certificação de pulverizadores para fruticultura. In: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U.R. **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: FEPAF, 2004. p.30-35.

PANNEL, D.J. Economic justifications for government involvement in weed management: a Catalogue of market failures. **Plant Protection Quarterly**, v.9, n.4, p.131-7, 1994.

PERES, Frederico; MOREIRA, Josino C. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 384 p. 2003.

PERES, F.; MOREIRA, J.C; LUZ, C. Os impactos dos agrotóxicos sobre a saúde e o ambiente. **Ciência e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v.12, p.4-5, 2007.

PERES, F.; OLIVEIRA-SILVA, J.J.; DELLA-ROSA, H.V.; DE LUCA, S.R. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciência Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.10, p.27-37, 2005.

PESSOA, Maria. C. P. Y. ; CHAIM, Aldemir. Programa computacional para estimativa de uniformidade de gotas de herbicidas aplicados por pulverização aérea.1999. Disponível em: <<https://repositório.agrolivre.gov.br/projects/gotas>>. Acesso em março 2013.

PIMENTEL, D.; et al. Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam. v.46, 1993. p.273-288.

REIS, Ângelo V. dos; MACHADO, Antônio L. T.; BISOGNIN, André. Avaliação do desempenho de três mecanismos dosadores de sementes de arroz com vistas à semeadura de precisão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 393-398, jul-set, 2007.

REIS, Ângelo V. dos; MENEGATTI, Franco. A.; FORCELLINI, Fernando A. O uso do ciclo de vida do produto no projeto de questionários. In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 2003, Gramado. **Anais...** do 4º CBGDP. Porto Alegre: FEENG, 2003.

RIKOOK, J.S.; CONSTANCE, D.H.; GELETTA, S. Factors affecting farmer's use Rejection of banded pesticide applications. **Jornal Soil Water Conservation**. v.51, p.322-9, 1996.

SALLES, L.A.B. Principais pragas e seu controle. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa-CPACT, p.206-242, 1998.

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

SICHOCKI, Diego; RUAS, R.A.A.; DEZORDI, Luciel R.; CARVALHO FILHO, Alberto; GOOD, Pedro Ivo God. Inspeção de pulverizadores hidropneumáticos na Região do Alto Paranaíba-MG. *Engenharia na Agricultura*, v. 22, p. 466-476, 2014.

SINDICATO NACIONAL DOS TRABALHADORES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO – Notícia. Disponível em: <www.sinpaf.org.br/23/04/agrotoxicos-um-mercado-bilionario-e-cada-vez-mais-concentrado/>. Acesso em 5 de outubro de 2013.

SOARES, L. W.; FREITAS, E. A. V.; COUTINHO, J. A. G. Trabalho rural e saúde: intoxicações por agrotóxicos no município de Teresópolis – RJ. **RER**. Rio de Janeiro, vol. 43, nº 04, p. 685-701, out/dez 2005.

SPADOTTO, Claudio A.; GOMES, Marco A. F.; LUCHINI, Luiz C.; ANDREA, Mara M. Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, Embrapa Meio Ambiente. **Documentos**, 42, 29 p. 2004.

VELLOSO, José A. R. O.; GASSEN, Dirceu. N.; JACOBSEN, Luiz A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra**. Passo Fundo: EMBRAPA - CNPT, 1984. 50 p. (Documentos, 5).

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**, SP, v.28, n.11, nov. 1998.

Apêndices

Apêndice A-1

Tabela demonstrativa com os pulverizadores ensaiados em laboratório.

	Marca / Modelo	Imagem do Pulverizador		Marca / Modelo	Imagem do Pulverizador
A	GUARANY SIMÉTICO SE-20		B	MACROTOP	
C	COYOTE		D	JACTO PJH NBR	
E	JACTO XP20		F	JACTO VERSATII	

Continua.

Continuação.

Apêndice A-2

Tabela demonstrativa com os pulverizadores ensaiados em laboratório.

	Marca / Modelo	Imagem do Pulverizador		Marca / Modelo	Imagem do Pulverizador
G	STRONG		H	JACTO PSH COMPRADO	
I	BRUDENN		J	WORKER	
K	VONDER		L	ECCOFER	

Apêndice B

Questionário utilizado nas entrevistas.

OBJETIVO: Este questionário faz parte do projeto de tese **Inspeção de pulverizadores costais: situação dos equipamentos utilizados pela agricultura familiar** e tem como finalidade a caracterização das propriedades visitadas.

Pulverizador nº: _____ Data: ____/____/____
 Proprietário: _____ Local: _____
 Marca: _____ Modelo: _____ Área total da propriedade (ha): _____
 Ponta em uso: _____ Peneira _____

QUESTIONAMENTOS RELATIVOS: CULTIVOS, CONTROLE FITOSSANITÁRIO, RECOMENDAÇÕES, EFICIÊNCIA TÉCNICA E AGRONÔMICA.

Quais são as culturas produzidas na sua propriedade? Qual a área de cada cultivo?

() Soja ____ha () Milho ____ha () Fumo ____ha () Frutíferas ____ha

() Arroz ____ha () Feijão ____ha () Forrageiras ____ha () Hortaliças ____ha

() Outros Quais? _____

Quais as duas principais culturas economicamente produzidas?

Principal _____ Segunda _____

Quais produtos são utilizados com maior frequência na cultura principal?

() Herbicida Qual? _____ Dose L/ha _____

() Inseticida Qual? _____ Dose L/ha _____

() fungicida Qual? _____ Dose L/ha _____

() Reguladores Qual? _____ Dose L/ha _____

() Outros Quais? _____ Dose L/ha _____

Qual tamanho de gota considera melhor () muito fina () Fina () Média () Grossa

Por quê? _____

Qual o tipo de ponta que é utilizado quando é realizada a aplicação de:

Herbicida? _____ Inseticida? _____ Fungicida? _____

O que é feito com a calda que sobra no pulverizador após aplicação?

() Repasse () Joga fora. Onde? _____ () Guarda para outro dia

O Senhor (a) já recebeu algum tipo de treinamento/capacitação para utilização do pulverizador?

() Não () Sim Quem proporcionou? _____

Quem recomenda os produtos para serem utilizados na sua propriedade?

() Vendedor no balcão () Assistência Técnica QUAL? _____

() Vizinhos () Propaganda na TV, rádio, panfletos () outros _____

Qual o horário que o Senhor (a) considera melhor para aplicação dos produtos?

() 08:00 – 10:00 () 10:00-12:00 () 12:00-14:00

() 14:00-16:00 () 16:00-18:00 () 18:00-20:00 () Indiferente.

QUESTIONAMENTOS RELATIVOS: DETERMINAÇÃO DO USO DO EQUIPAMENTO, CARACTERÍSTICAS, REGULAGEM, CALIBRAÇÃO, DOSAGEM, ERGONOMIA, EXPOSIÇÃO A RISCOS.

Qual a idade do pulverizador costal utilizado na propriedade?

() até 1 ano () 1 a 2anos () 2 a 3 anos () 3 a 4 anos () 4 a 5 anos () mais de 5 anos

Qual o método utilizado para a regulagem do equipamento?

() Aplicação em 50m² () Experiência () coleta copo volumétrico () outra _____

Faz reparos quando necessário no equipamento? Troca de vedantes, pontas, mangueiras, filtros, etc.

() Sim () Não Qual mais frequente? _____

Qual a maior dificuldade que o senhor(a) tem na operação do equipamento?

() acionamento da alavanca () carregar nas costas () alças que machucam os ombros

() outros _____

Utiliza Equipamento de proteção individual (EPI) sempre que faz aplicação?

() Sim () Não Por Que? _____

(Qual a maior dificuldade na utilização do EPI)

Considera o custo do EPI alto? () Sim () Não

Pagaria até quanto? () até R\$ 50,00 () até R\$ 100 () outro _____

() Recebe de terceiros (Cooperativa, revenda, associação, etc.)

QUESTIONAMENTOS RELATIVOS A: DETERMINAÇÃO DO GRAU DE INSTRUÇÃO DOS OPERADORES – NÍVEL DE COMPREENSÃO DE REGRAS MATEMÁTICAS, LEITURA DE INSTRUÇÕES/MANUAIS, SÍMBOLOS GRÁFICOS.

Qual a escolaridade do Senhor(a)?

() Analfabeto () até 5° Ano () Ensino Fundamental () Ensino Médio () Ensino Técnico () Superior

O Senhor lê as instruções contidas nas embalagens de agrotóxicos?

() Sim () Não Quais? () Dosagem () Riscos () Classe Toxicológica () Validade () outros _____

17. Já sofreu alguma intoxicação com agrotóxicos? (ou Sintomas)

() Não () Sim Quantas vezes? _____ Qual produto? _____

Apêndice C

Quadro das pontas e seus respectivos volumes fornecidos pelos fabricantes utilizados no ensaio de vazão.

Pulverizador	Pontas / Volume esperado	Pressão bar / (psi)	Volume médio mL/min	Desvio %
A	Magnojet 110015 600ml/min	0,3MPa / 43,5psi	418,75	- 30,21
B	Difusor metálico (cone aberto) 600ml/min	0,3MPa / 43,5psi	665,00	- 5,00
C	Difusor metálico (cone aberto)600ml/min	0,3MPa / 43,5psi	1052,5	75,42
D	Difusor metálico (cone aberto) 615ml/min	0,3MPa / 43,5psi	557,50	- 9,35
E	Difusor metálico (cone aberto) 615ml/min	0,3MPa / 43,5psi	747,50	21,54
F	Difusor metálico (cone aberto) 615ml/min	0,3MPa / 43,5psi	606,25	- 1,42
G	Difusor metálico (cone aberto) 700ml/min	0,3MPa / 43,5psi	663,75	- 5,18
H	Difusor metálico (cone aberto) 615ml/min	0,3MPa / 43,5psi	555,00	- 9,76
I	Difusor metálico (cone aberto) 615ml/min	0,3MPa / 43,5psi	685,00	11,38
J	Não informado 650ml/min*	0,3MPa / 43,5psi	658,75	1,35
K	Não informado 650ml/min*	0,3MPa / 43,5psi	616,25	- 5,19
L	Não informado 650ml/min*	0,3MPa / 43,5psi	1.337,50	105,77

*Ponta utilizada quando na ausência de informações

Apêndice D-1

Tabela com os resultados das 48 análises realizadas com papéis hidrossensíveis coletados durante atividade de campo.

Amostra	Numero Gotas	Numero Diâmetros	Dispersão	Volume (L/ha)	Densidade (Gotas/cm ²)	Cobertura (%)	D10% (µm)	D50% (µm)	D90% (µm)
1	8292	207	1,322	111,728	590,304	18,395	159,932	1232,604	1789,666
2	8187	249	2,393	104,569	470,521	17,919	166,802	724,245	1900,104
3	6700	279	1,688	137,297	368,631	19,713	240,491	981,302	1896,962
4	5270	102	0,871	17,703	344,212	6,881	86,596	146,906	214,607
5	5531	201	1,408	42,626	371,339	12,488	115,075	218,192	422,301
6	4894	342	2,373	180,772	325,265	27,091	241,392	680,448	1855,766
7	3321	306	1,534	78,272	212,545	15,349	208,453	374,982	783,768
8	3161	195	3,899	47,148	210,086	10,7	151,264	274,226	1220,451
9	4280	275	2,068	94,42	273,922	16,204	204,644	577,688	1399,457
10	7984	211	1,766	84,452	508,913	14,563	173,327	752,226	1502,065
11	7004	177	1,32	205,237	452,817	29,121	433,558	2082,169	3181,772
12	3470	204	1,099	190,522	222,081	21,484	505,762	1415,921	2062,317
13	6233	105	0,954	21,083	407,111	8,358	82,646	140,847	217,006
14	3608	257	2,173	69,811	244,722	14,712	166,802	340,755	907,312
15	9440	193	1,429	93,487	616,578	14,776	202,978	902,211	1492,571
16	8562	118	1,295	20,608	574,834	8,386	73,937	138,751	253,568
17	3752	290	1,672	79,86	245,064	16,13	179,551	391,432	833,835
18	1875	209	0,869	27,674	120,001	6,983	156,352	271,339	392,154
19	5862	270	2,001	77,428	378,985	16,563	150,775	364,63	880,465
20	2307	193	1,159	26,363	156,478	6,171	170,11	287,031	502,877
21	4884	95	0,987	13,57	315,757	5,464	73,937	144,922	217,006
22	3487	210	1,025	198,452	223,169	22,219	541,881	1423,2	2000,131
23	5764	168	0,899	325,547	372,65	41,989	1008,215	2683,909	3422,069
24	1963	144	1,092	95,216	124,795	10,844	484,965	1278,881	1881,364
25	2704	79	0,897	7,565	176,613	3,087	78,443	138,751	202,845
26	3716	73	0,948	7,499	246,972	3,353	69,056	122,791	185,509
27	8491	168	1,604	71,971	564,328	12,871	138,751	1148,43	1980,858
28	5458	186	1,531	65,784	360,331	11,727	158,155	953,401	1618,152
29	4748	161	1,356	27,048	303,874	8,066	115,075	211,632	402,02
30	6678	233	1,778	51,61	424,545	12,676	134,436	297,046	662,69
31	5808	176	1,769	28,744	389,936	8,305	106,642	228,713	511,237
32	8720	235	1,292	211,782	563,759	26,881	320,914	1463,124	2211,283
33	5785	189	2,372	43,137	380,04	10,018	127,611	348,979	955,424
34	8225	206	2,192	59,421	552,208	13,095	125,23	427,119	1061,469
35	4562	178	2,151	27,033	290,023	6,632	148,857	273,724	737,571
36	6290	127	1,865	18,211	429,047	6,386	78,443	176,474	407,561
37	4803	134	2,189	15,799	307,394	4,912	93,882	203,53	539,312

Continua.

Continuação.

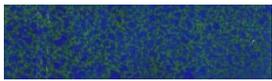
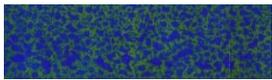
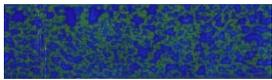
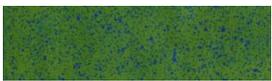
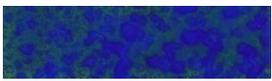
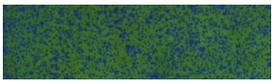
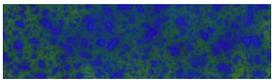
Apêndice D-2

Tabela com os resultados das 48 análises realizadas com papéis hidrossensíveis coletados durante atividade de campo.

Amostra	Numero Gotas	Numero Diâmetros	Dispersão	Volume (L/ha)	Densidade (Gotas/cm ²)	Cobertura (%)	D10% (µm)	D50% (µm)	D90% (µm)
38	5560	69	1,168	7,483	369,528	3,681	57,707	109,545	185,68
39	4163	117	1,179	16,064	279,495	5,851	86,596	161,685	277,297
40	2626	77	0,75	8,916	176,304	3,574	82,646	142,903	189,82
41	8827	207	2,089	98,476	561,165	16,808	163,414	910,911	2066,512
42	5121	169	2,445	28,751	347,345	7,631	127,611	244,474	725,408
43	7324	166	2,533	45,643	473,505	10,004	120,288	471,173	1313,989
44	9216	173	3,524	40,232	608,343	11,56	97,271	225,141	890,593
45	5518	188	1,354	232,284	366,737	32,12	597,34	1935,295	3218,082
46	6720	164	1,863	27,605	446,624	8,093	103,637	228,513	529,38
47	11213	140	3,977	31,898	658,167	9,642	82,646	213,391	931,196
48	2924	42	0,926	3,17	187,137	1,721	50,81	90,331	134,436

Apêndice E - 1

Tabela demonstrativa com os papéis hidrossensíveis utilizados em 48 amostras e sua respectiva ponta em uso, pulverizador inspecionado, cultura de interesse econômico e local onde foi realizada a inspeção.

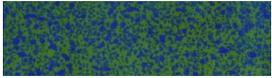
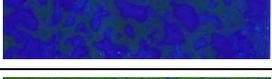
	Amostra	Ponta utilizada	Pulverizador inspecionado	Principal cultivo	Local
1		11001	Coyote	FORAGEIRAS	Pedro Osório
2		110015	Guarany Super 20	FORAGEIRAS	Pedro Osório
3		Cone regulável	Jacto PJH	FORAGEIRAS	Pedro Osório
4		Cone regulável	Coyote	FORAGEIRAS	Cerrito
5		11001	Guarany Simétrico Super 3	FORAGEIRAS	Cerrito
6		11002	Jacto PJH	MILHO	Cerrito
7		DT 2.0	Guarany Simétrico Super 3	TABACO	Cerrito
8		Difusor	Jacto PJH	FORAGEIRAS	Morro Redondo
9		DEF 05	Guarany Simétrico Super 3	FORAGEIRAS	Morro Redondo
10		11003	Guarany Simétrico Super 3	FORAGEIRAS	Morro Redondo
11		11004	Guarany	TABACO	São Lourenço do Sul
12		11004	Guarany	FORAGEIRAS	São Lourenço do Sul
13		Cone regulável	Guarany Simétrico Super 3	FORAGEIRAS	São Lourenço do Sul
14		Difusor	Jacto PJH	FORAGEIRAS	São Lourenço do Sul
15		11104	Jacto PJH	FORAGEIRAS	São Lourenço do Sul

Continua.

Continuação.

Apêndice E - 2

Tabela demonstrativa com os papéis hidrossensíveis utilizados em 48 amostras e sua respectiva ponta em uso, pulverizador inspecionado, cultura de interesse econômico e local onde foi realizada a inspeção.

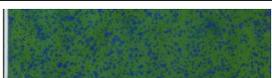
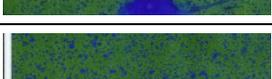
	Amostra	Ponta utilizada	Pulverizador inspecionado	Principal cultivo	Local
16		11004	Guarany Super 20	FORAGEIRAS	São Lourenço do Sul
17		11001	Macrotop MPM	FORAGEIRAS	São Lourenço do Sul
18		11002	Jacto PJH	Acácia	São Lourenço do Sul
19		DT 2.0	Jacto PJH	Tabaco	São Lourenço do Sul
20		11003	Jacto PJH	Tabaco	São Lourenço do Sul
21		11002	Jacto PJH	Tabaco	São Lourenço do Sul
22		11002	Jacto PJH	Tabaco	São Lourenço do Sul
23		8004	Guarany Simétrico Super 3	Tabaco	São Lourenço do Sul
24		8004	Jacto PJH	Acácia	São Lourenço do Sul
25		11004	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
26		11004	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
27		11004	Jacto PJH	Hortaliças	Canguçu
28		11002	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
29		11004	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
30		11004	Guarany SE	Tabaco	Canguçu

Continua.

Continuação.

Apêndice E - 3

Tabela demonstrativa com os papéis hidrossensíveis utilizados em 48 amostras e sua respectiva ponta em uso, pulverizador inspecionado, cultura de interesse econômico e local onde foi realizada a inspeção.

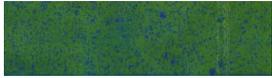
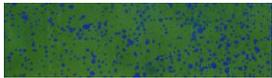
	Amostra	Ponta utilizada	Pulverizador inspecionado	Principal cultivo	Local
31		Cone regulável	Coyote	Tabaco	Canguçu
32		Cone regulável	Guarany Simétrico SP-20	Tabaco	Canguçu
33		11002	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
34		11004	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
35		110015	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
36		11003	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
37		11002	Guarany Simétrico SP-20	Tabaco	Canguçu
38		110015	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
39		DEF 06	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
40		Cone regulável	Guarany MR	Forrageiras	Canguçu
41		11004	Jacto PJH	Frutíferas	Canguçu
42		DEF 06	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
43		11002	Guarany	Frutíferas	Canguçu
44		11004	Jacto PJH	Tabaco	Canguçu
45		JDF 02	Worker	Tabaco	Canguçu

Continua.

Continuação.

Apêndice E - 4

Tabela demonstrativa com os papéis hidrossensíveis utilizados em 48 amostras e sua respectiva ponta em uso, pulverizador inspecionado, cultura de interesse econômico e local onde foi realizada a inspeção.

Amostra		Ponta utilizada	Pulverizador inspecionado	Principal cultivo	Local
46		Difusor	Macrotop MPM	FORAGEIRAS	Capão do Leão
47		11002	Jacto PJH	Tabaco	Turuçu
48		11004	Guarany Simétrico Super 3	Tabaco	Turuçu