

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES
AGRÍCOLAS NO RIO GRANDE DO SUL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Marçal Elizandro de Carvalho Dornelles

**Santa Maria, RS, Brasil
2008**

INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS NO RIO GRANDE DO SUL

por

Marçal Elizandro de Carvalho Dornelles

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola, Linha de Pesquisa de Projeto e Utilização de Máquinas Agrícolas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola.**

Orientador: Prof. José Fernando Schlosser, Dr. Eng. Agr.

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS
NO RIO GRANDE DO SUL**

elaborada por
Marçal Elizandro de Carvalho Dornelles

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Fernando Schlosser - UFSM
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Luis Val - UPV

Prof. Dr. Walter Boller - UPF

Santa Maria, 27 de novembro de 2008

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho...

...ao meu pai, Feliciano Vieira Dornelles.

...a minha mãe, Maria Iracema Dornelles.

...a equipe do projeto de inspeção ligada ao Laboratório de Agrotecnologia da Universidade Federal de Santa Maria.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela vida, saúde, ânimo e força.

Aos meus pais, **Feliciano e Maria Dornelles** e a minha irmã **Cláudia Dornelles** pelo apoio durante a execução deste trabalho.

A **Universidade Federal de Santa Maria**, instituição onde obtive formação em Agronomia e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

Ao grande amigo e orientador **Professor José Fernando Schlosser**, pelo companheirismo e apoio durante mais de seis anos de orientação.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior**, pelo fomento estudantil durante 13 meses.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, por seus ensinamentos.

Ao Senhor **Antônio Russini e família** pelo apoio prestado a este Projeto.

Aos colegas de departamento **Marcelo Silva** (*in memorian*), **Eder Dornelles Pinheiro, Valmir Werner, Alexandre Russini, Luis Henrique Ereno, Leonardo Brondani, André Casali, Maiquel Witter, Henrique Didoné, Dirceu Ferri, Diego Martins, Dinorvan Rozin, Dirceu Noller, Gustavo Heller, Ronaldo Carbonari, Fabrício Medeiros, Danilo Franchini, Ulisses Benedetti, Vilnei Dias, Henrique Debiasi, Paula Machado, Ricardo Fülber, Daniel Massoco, Luis Alberto Flores, Mônica Balestra, Claudio Roth, Pietro Araldi, Rodrigo Ribas e Engil Pujol** pela contribuição e espírito de grupo enquanto trabalhamos e convivemos juntos.

Aos Professores e amigos **Reges Durigon, Airton dos Santos Alonço, Gismael Francisco Perin, Marcelino Knob, Leonardo Nabaes Romano, Jerson Guedes, Ricardo Balardin, Arno Udo Dallmeyer, Isaías Farret, Diniz Fronza e Hércules Nogueira Filho** pela amizade e apoio sempre que necessário.

Aos funcionários técnico-administrativos **Manoel Zeri Martins, Sérgio Borges e Alberi Barbosa**, pelo companheirismo e harmonioso convívio.

Aos **proprietários de pulverizadores agrícolas**, fatores chave para o sucesso deste trabalho, e que dispuseram sua atenção, máquinas agrícolas e tempo para fornecer informações ao projeto, **expresso minha inestimável gratidão**.

A todas as pessoas que contribuíram com este trabalho.

O Autor

"Whether you think you can or think you can't, you are right"

Henry Ford

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria

INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS NO RIO GRANDE DO SUL

AUTOR: MARÇAL ELIZANDRO DE CARVALHO DORNELLES
ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ FERNANDO SCHLOSSER
SANTA MARIA, 27 DE NOVEMBRO DE 2008.

Os projetos de inspeção de pulverizadores são realizados em diversos países já a longo tempo. Estes projetos buscam levantar informações e levar orientação a agricultores que realizam aplicações de agrotóxicos com pulverizadores agrícolas. Considerando a importância de que qualquer aplicação de agroquímico seja eficiente e no sentido de se evitar desnecessárias poluições de vias fluviais, contaminação de seres humanos e alimentos, estes projetos se fundamentam a serem implantados em regiões onde ainda não são realizados. Embora País estruturalmente agrícola, não existe ainda, no Brasil, política agrícola direcionada a este tipo de projeto e que viesse como ajuda; ao agricultor, através da otimização das aplicações de agrotóxicos; ao meio ambiente, por menor contaminação ambiental, devido à orientação na busca de correção de problemas relacionados às máquinas aplicadoras; e à humanidade, em geral, como consequência de alimentos mais saudáveis, devido ao menor uso de agrotóxicos sobre as produções vegetais. Diversas instituições de ensino, já deram sua contribuição inicial, onde verificaram a extrema importância de realização deste tipo de projeto no Brasil. Neste sentido, foi realizado este trabalho com objetivo de implantar o projeto de inspeção técnica de pulverizadores agrícolas na região central do Estado do Rio Grande do Sul, buscando levantar informações sobre o estado de conservação e uso dos pulverizadores e com propósito educativo, através de orientação de agricultores ao melhor uso de máquinas e agrotóxicos e para definição de metodologia adequada as condições da região. Como conclusão, a metodologia utilizada mostrou-se prática e eficiente. A aceitabilidade dos aplicadores e proprietários em participar do projeto foi unânime o que fundamenta a manutenção e expansão do projeto a mais propriedades da região. Foi determinado que apenas 4 pulverizadores (4,76%) foram aprovados conforme a metodologia utilizada sendo que a idade média dos pulverizadores foi de 16,79 anos. As máquinas não aprovadas apresentaram uma ou mais não conformidades que deverão ser corrigidas. Assim, são de fundamental importância a regularização e expansão dos projetos de inspeção de pulverizadores agrícolas no Brasil.

Palavras-chave: máquinas agrícolas, pulverização, avaliação, conservação.

ABSTRACT

Master Thesis
Post-graduate Program in Agricultural Engineering
Federal University of Santa Maria

TECHNICAL INSPECTION OF AGRICULTURAL SPRAYERS IN RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: MARÇAL ELIZANDRO DE CARVALHO DORNELLES
ADVISOR: DR. JOSÉ FERNANDO SCHLOSSER
SANTA MARIA, NOVEMBER 27TH, 2008.

The projects of inspection of agricultural sprayers projects are realized in several countries already at a long time. These projects looking to get informations and give orientations for operators that make applications with agricultural defensives with agricultural sprayers. Considering the importance that any application should be efficient and analyzing the waterways, human and food contaminations, this work are interesting to be imMarca Ented in areas where it is not accomplished still. Although, Brazil being a agricultural Country, It don't have still, agricultural legislation to this project types and that came as help; to farmers, through the optimization in the defensives applications; to the environment, for the smallest environmental contamination, due the orientation in the search of correction of problems related to the machines; and to the humanity, in general, as a consequence of healthier foods, due to the minor use of defensives on the crop productions. Several brazilian research institutions, already gave your initial contribution accomplishing this work where was verified the importance of this projects. In this line, it was realized this project looking for begin the project of technical inspection of agricultural sprayers in central region of Rio Grande do Sul State looking to get informations about use and conservation conditions of sprayers and with educational purpose, through the operator's orientation to the better machines and defensives use and looking for definition of adequate methodology to regional conditions. As conclusion, the methodology used was efficient and practical. The operator's acceptability to the project was unanimous which justify the maintenance and expansion of the project. It was determinate that only 4 sprayers (4,76%) were approved according the methodology used and the average of time of use of sprayers was of 16,79 years. The machines that were not approved presented one or more not conformities and should be corrected. Thus, the accomplishment of projects of inspection on agricultural sprayers in Brazil are very important.

Key words: agricultural machines, sprayers, evaluation, conservation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Fatores determinantes dos impactos decorrentes do uso inadequado ou inseguro de agrotóxicos.	34
FIGURA 2- Área de abrangência do projeto de inspeção de pulverizadores.	39
FIGURA 3 - Reunião de pulverizadores em local pré-determinado.....	41
FIGURA 4 - Localização de pulverizadores através de pontos georeferenciados.....	45
FIGURA 5 - Bancada de teste de manômetros em uso nos pulverizadores agrícolas.	46
FIGURA 6 - Ilustração de regulador de pressão inadequado.....	48
FIGURA 7 - Filtro com malha deteriorada (danificado) (a) e filtro com presença de resíduos (b).	49
FIGURA 8 - Tomada de potência desprotegida sobre pulverizador em inspeção.....	50
FIGURA 9 - Medição do ruído ao nível do ouvido do operador (a) e rotação da tomada de potência (b).	52
FIGURA 10 - Determinação da velocidade real de deslocamento do trator.....	53
FIGURA 11 - Determinação de vazão por ponta de pulverização em pulverizador autopropelido. São Martinho da Serra, RS, 2008.....	54
FIGURA 12 - Determinação de vazão por ponta de pulverização em pulverizador com engate de arrasto. São Sepé, RS, 2008.....	54
FIGURA 13 - Pesagem dos volumes individuais de calda coletados nas pontas de pulverização.	55
FIGURA 14 - Medição dos espaçamentos entrebicos sobre a barra de pulverização com uso de trena métrica.	57
FIGURA 15 - Etiquetas identificatórias e de classificação final dos pulverizadores agrícolas.....	66
FIGURA 16 – Mapa espacial de distribuição dos pulverizadores inspecionados.....	70
FIGURA 17 - Distribuição dos tratores agrícolas inspecionados quanto a marca comercial.....	72
FIGURA 18 - Distribuição de pulverizadores quanto a marca comercial.....	73

FIGURA 19 - Classificação de tratores e pulverizadores agrícolas quanto ao tempo de uso (anos).	75
FIGURA 20 - Condição dos manômetros presentes nos pulverizadores agrícolas inspecionados.	77
FIGURA 21 - Manômetro inadequado sendo inspecionado sobre bancada de teste.	77
FIGURA 22 - Manômetro reprovado quanto ao nível de glicerina.....	78
FIGURA 23 - Filtro do reservatório com resíduos e filtro da bomba de sucção com resíduos e com malha danificada.....	80
FIGURA 24 - Medição de espaçamento incorreto entrebicos.	81
FIGURA 25 - Indicador de nível de calda com escala legível ao operador.	85
FIGURA 26 - Presença de resíduos na parte externa do reservatório de calda de agrotóxicos.....	86
FIGURA 27 - Trator agrícola sem estrutura de proteção contra o capotamento e utilizado com pulverizador de engate aos três pontos do sistema hidráulico.	88
FIGURA 28 - Área média atendida por metro de barra de pulverização para diferentes tipos de pulverizadores e culturas.	91
FIGURA 29 – Aprovação de itens avaliados durante a inspeção dos tratores e pulverizadores agrícolas.....	93
FIGURA 30 – Avaliação final de impacto ambiental, humano, operacional e financeiro de acordo com não conformidades dos itens inspecionados.....	97
FIGURA 31 – Classificação final dos pulverizadores agrícolas após as inspeções.	100
FIGURA 32 – Classificação final quanto ao tipo de pulverizadores inspecionados.	102
FIGURA 33 – Classificação final quanto ao tipo de pulverizadores inspecionados.	103
FIGURA 34 – Entrega e apresentação do relatório de inspeção.....	105
FIGURA 35 – Etiquetagem de pulverizadores agrícolas inspecionados.	106

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Reprovação de itens em pulverizadores agrícolas no Brasil e na Bélgica	36
TABELA 2 - Critérios de inspeção adotados em diversos países	37
TABELA 3 - Avaliações qualitativas sobre os pulverizadores e tratores agrícolas inspecionados	44
TABELA 4 - Avaliações quantitativas sobre os pulverizadores e tratores agrícolas inspecionados	44
TABELA 5 - Faixas de classificação das máquinas quanto à idade (anos).....	58
TABELA 6 - Faixas de avaliação de impacto dos itens inspecionados	61
TABELA 7 - Descrição de conformidades das partes e itens dos pulverizadores e tratores agrícolas.....	63
TABELA 8 - Descrição de não conformidades leves das partes e itens dos pulverizadores e tratores agrícolas	64
TABELA 9 - Descrição de não conformidades graves das partes e itens dos pulverizadores e tratores agrícolas	65
TABELA 10 - Cidades abrangidas pelo projeto, classificação e número de pulverizadores agrícolas inspecionados.....	68
TABELA 11 - Itens de avaliação sobre os manômetros e aprovação determinada...78	
TABELA 12 - Diagnóstico das condições dos filtros utilizados nos pulverizadores...79	
TABELA 13 - Avaliação de elementos de proteção e segurança.....84	
TABELA 14 - Dados operacionais sobre os tratores agrícolas inspecionados.....87	
TABELA 15 - Dados operacionais determinados sobre os pulverizadores em uso...89	
TABELA 16 - Características operacionais de pulverização sobre as culturas da soja e arroz irrigado	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ASAE - American Society of Agricultural Engineers
EPCC – Estrutura de proteção contra o capotamento
FAO - Food and Agriculture Organization
FEE – Fundação de Economia e Estatística
GPS – Global Positioning System
IAC – Instituto Agrônomo de Campinas
IPP- Inspeção periódica de pulverizadores
IRGA – Instituto Riograndense de Arroz Irrigado
NEMA – Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas
OMS – Organização Mundial da Saúde
ROPS – Roll over protector structure
RS – Rio Grande do Sul
UFMS – Universidade Federal de Santa Maria
UNESP - Universidade do Estado de São Paulo
UPF – Universidade de Passo Fundo
UPV – Universidad Politécnica de Valencia

LISTA DE ANEXOS E APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário utilizado durante as inspeções.....	110
APÊNDICE B - Folder utilizado para divulgação do projeto	113
APÊNDICE C - Etiquetas adesivas identificatória e classificatória	114
APÊNDICE D – Relatório de inspeção	117
APÊNDICE E – Caracterização, classificação e localização georeferenciada dos pulverizadores inspecionados.....	119
APÊNDICE F – Caracterização dos tratores agrícolas inspecionados.....	124

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
2.1	Histórico sobre inspeções técnicas de pulverizadores agrícolas	26
2.2	Inspeções de pulverizadores agrícolas no Brasil	27
2.3	Inspeções de pulverizadores agrícolas no Mundo	28
2.4	Processo de pulverização	31
2.5	Impacto de aplicações ineficientes de agroquímicos	32
2.6	Critérios de conformidade	37
3	MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1	Área de abrangência do projeto	39
3.2	Divulgação do projeto	40
3.3	Formas de acesso aos pulverizadores	40
3.4	Máquinas alvo para inspeção	42
3.5	Projeto piloto de inspeção	42
3.6	Atividades de inspeção	42
3.6.1	Dados identificatórios	45
3.6.2	Inspeção do manômetro e regulador de pressão	46
3.6.3	Inspeção de filtros presentes no circuito hidráulico	48
3.6.4	Inspeção dos elementos de proteção e de segurança	49
3.6.5	Inspeção do depósito de calda	50
3.6.6	Verificações sobre o trator agrícola	51
3.6.7	Inspeção dos bicos de pulverização	53
3.7	Questionário de inspeção	59
3.8	Relatório de inspeção	60
3.9	Atividades Laboratoriais	60
3.10	Contrapartida da Universidade Federal de Santa Maria	60
3.11	Avaliação de impacto humano, ambiental, operacional e econômico	61
3.12	Classificação final dos pulverizadores agrícolas	62

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4.1	Máquinas inspecionadas e localização espacial	68
4.2	Aceitabilidade do projeto	71
4.3	Identificação e classificação das máquinas inspecionadas	71
4.3.1	Tratores agrícolas	71
4.3.2	Pulverizadores agrícolas	72
4.3.3	Idade de tratores e pulverizadores agrícolas	75
4.4	Avaliação de manômetros	76
4.5	Avaliação de filtros	79
4.6	Avaliação de bicos, pontas de pulverização e taxa de aplicação	80
4.7	Avaliação de elementos de proteção e segurança	83
4.8	Índices de mecanização agrícola	86
4.8.1	Tratores agrícolas	86
4.8.2	Pulverizadores agrícolas	89
4.8.4	Processos de pulverização por culturas agrícolas	90
4.9	Aprovação dos itens inspecionados	92
4.10	Avaliação final de impacto humano, ambiental, operacional e econômico	95
4.11	Estimativas de prejuízos devido a não conformidades	98
4.12	Disponibilidade de informações	99
4.13	Classificação final dos processos de pulverização agrícola	100
4.13.1	Divisão das máquinas por classes de aprovação	100
4.13.2	Classificação conforme tipo de máquina inspecionada	93
4.13.3	Classificação de pulverizadores quanto a faixa de idade das máquinas	95
4.14	Encerramento das atividades de inspeção	104
4.14.1	Entrega e apresentação do relatório de inspeção	97
4.14.2	Etiquetagem dos pulverizadores inspecionados	98
5	CONCLUSÕES	108
6	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	109
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
8	APÊNDICES	117

1 INTRODUÇÃO

O sistema agrícola busca incrementos na produção de alimentos continuamente. Sem sombra de dúvidas, nas últimas décadas, após a chamada “Revolução Verde” e após a adoção de técnicas que diminuíram custos de produção e proporcionaram melhor conservação do solo, a produtividade das culturas tem aumentado significativamente e, em alguns casos tem-se alcançando valores de produtividade crescentes, tais como aumento de mais de 250% na produtividade média de milho e soja em menos de quatro décadas. A crescente demanda mundial por alimentos força o uso cada vez maior de tecnologias que venham a incrementar a produtividade das culturas. Assim, é inegável que o uso de máquinas e a aplicação de técnicas agrícolas eficientes permitiram o aumento da produção agrícola. Com o aumento do cultivo de um número reduzido de espécies em vários lugares, deram início ataques de novas pragas e moléstias sobre as culturas. Assim, a tecnologia de aplicação tornou-se prática indispensável para a viabilidade econômica do sistema de produção agrícola vigente. A aplicação dos produtos fitossanitários utiliza a denominada “tecnologia de aplicação”, a qual consiste no emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação ao ambiente. Ao considerarmos este conceito, compreende-se que a tecnologia de aplicação preocupa-se principalmente em otimizar as operações de aplicação a serem realizadas sobre as culturas na busca de evitar desperdícios e perdas de agroquímicos (deriva, sobreposições, etc.) e menor contaminação do ambiente, provocadas pelo uso e manuseio inadequado dos agrotóxicos e máquinas. Embora fundamentais ao sistema agrícola, o potencial de risco ambiental dos agrotóxicos cada vez mais preocupa ambientalistas e técnicos ligados à área. Prima-se pela utilização correta e criteriosa dos defensivos, entretanto, observa-se grande falta de informação a respeito da tecnologia de aplicação, principalmente entre os operadores. Os pulverizadores hidráulicos são as máquinas utilizadas em maior parte e a forma de uso destes equipamentos são de importância fundamental na eficácia de ação dos defensivos. As aplicações até podem produzir o efeito desejado, porém, de forma ineficiente, porque não se utilizou a melhor técnica ou devido a calibração insuficiente das máquinas.

Na busca da otimização no uso de agroquímicos e redução do impacto ambiental, mais de 20 países em todo o mundo vêm realizando inspeções periódicas em pulverizadores agrícolas já a longo tempo inclusive com obrigatoriedade na maioria destas nações. O objetivo principal dos programas de Inspeção Periódica de Pulverizadores (IPP) é de avaliar o estado de conservação e funcionamento destes equipamentos e direcionar pesquisas e investimentos em orientação de uso e manutenção. O uso de pulverizadores agrícolas mal regulados, com pontas inadequadas ou desgastadas e o uso de doses inadequadas de defensivos são alguns dos fatores que mais contribuem para a ineficiência das aplicações e impactos negativos sobre o ambiente.

Os pulverizadores são equipamentos que devem estar sempre em boas condições de uso para que se evitem problemas de contaminação ambiental e do operador. Uma das saídas que existe para estes problemas, consiste em se fazer uma adequada revisão dos pulverizadores, a qual pode ser feita por técnicos, pelo próprio agricultor ou ainda por instituições oficiais, no caso de ser necessária a emissão de certificados ou relatórios de inspeção. Vários países já optaram por utilizar meios de avaliar as condições de funcionamento destes equipamentos e estão colocando em prática as revisões. Aplicando-se este conceito à agricultura brasileira, o conhecimento do estado de conservação e operacionalidade destas máquinas pode nortear pesquisas e investimentos em orientações de uso e calibração das máquinas. Assim, como a preocupação ambiental devido ao uso de veículos automotores fez surgir a inspeção compulsória prevista no Código Nacional de Trânsito, o histórico de uso inadequado e o grande número de pulverizadores no Brasil torna-se um desafio para a normalização e regularização dos projetos de inspeção de pulverizadores agrícolas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi de implantar o Projeto de inspeção técnica de pulverizadores agrícolas na região da Depressão Central do Estado Rio Grande do Sul, centralizado na Universidade Federal de Santa Maria e especificamente objetivou-se realizar:

- Levantamento de dados referentes a estado de conservação e uso dos pulverizadores utilizados na produção agrícola da região;
- Orientação de agricultores para regulagens e para o melhor uso de técnicas agrônômicas e equipamentos de aplicação;

- Organização de metodologia apropriada de inspeção e classificação dos pulverizadores quanto ao estado de conservação e uso;
- Georeferenciamento e cadastro das propriedades abrangidas pelo Projeto para acompanhamento e ampliação do trabalho futuramente.

A exeqüibilidade deste estudo ocorreu pela oportunidade e condições do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, aliada à estrutura física e de recursos humanos do Laboratório de Agrotecnologia locado no Núcleo de Ensaio de Máquinas Agrícolas da Universidade Federal de Santa Maria.

Pela experiência profissional do Professor José Fernando Schlosser, através de acompanhamento e experiência em projetos internacionais de inspeção de pulverizadores agrícolas e pesquisas realizadas na área de tecnologia de aplicação.

Devido ao Projeto estar adequado e atender aos requisitos básicos da linha de pesquisa em Projeto e utilização de máquinas agrícolas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, no qual o autor deste trabalho foi aluno.

Pelo interesse do autor na realização deste trabalho devido a importância de realização como forma de extensão universitária dentre os produtores agrícolas da região.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico sobre inspeções técnicas de pulverizadores agrícolas

As aplicações de agrotóxicos utilizadas nos sistemas agrícolas são realizadas com predomínio de uso de pulverizadores hidráulicos. Estas máquinas têm a função de fracionar a calda e distribuí-la homoganeamente, sob a forma de finas gotículas, nos órgãos aéreos das plantas ou sobre o solo; isso, sem afetar a eficiência do tratamento, o taxa de aplicação por hectare, bem como a diminuição das possibilidades de contaminação do Homem e do ambiente. Assim, na busca de melhores aplicações, são realizadas vistorias periódicas de componentes isolados de pulverizadores agrícolas desde a década de 40 (Reichard et al., 1991), porém, somente após 1968 surgiram os primeiros programas de inspeção periódica (Ganzelmeier & Rietz, 1998). As inspeções periódicas realizadas sobre as máquinas aplicadoras têm por fim mantê-las em melhores condições possíveis para que sejam obtidas aplicações com maior eficiência e para que se evitem contaminações desnecessárias.

Ao longo do desenvolvimento de novos princípios ativos utilizados na fabricação industrial de agrotóxicos se percebeu a importância do acompanhamento e revisão dos equipamentos de aplicação com vistas a se obter maior eficiência nas aplicações e menores impactos negativos sobre o ambiente e também sobre o Homem. Desta forma, não é estranho de se perceber que justamente aqueles países onde mais se desenvolveram e se desenvolvem princípios ativos de agrotóxicos, ou seja, maiores conhecedores da ação contaminante e nociva dos agrotóxicos sobre o ambiente foram também os países pioneiros na realização e regularização dos projetos de inspeção de pulverizadores agrícolas. Assim, a partir da década de 1960, começa na Alemanha a implantação dos primeiros projetos. Ao decorrer dos anos, outros países como Itália (1969), começam a realizar as inspeções nos equipamentos em uso. Com o passar dos anos se percebe a melhoria de qualidade obtida nas aplicações de agrotóxicos e melhoria de máquinas em uso e, assim, observa-se diminuição dos impactos negativos dos agrotóxicos e logo diversos outros países aderem a estes projetos.

2.2 Inspeções de pulverizadores agrícolas no Brasil

Até 1997 era desconhecida a realização de projetos de inspeção de pulverizadores no Brasil. Entre os primeiros trabalhos nacionais, Ramos (1997), na região de Jundiaí, Estado de São Paulo, observou que, dos pulverizadores em utilização na cultura do morango, em torno de 79% apresentavam avarias, sendo as mais comuns a falta de manômetros e peneiras e filtros danificados. Fey (1998) realizou trabalho de avaliação, no Estado do Paraná, encontrando condições inadequadas de trabalho de manômetros em alguns pulverizadores e alguns problemas sobre tratores avaliados, tais como, falta de acelerador manual, podendo afetar a qualidade das pulverizações, através da variação da rotação do motor, variando assim a vazão das bombas hidráulicas. Mais recentemente, Gandolfo (2001) realizou inspeção de 76 pulverizadores, abrangendo regiões dos Estados do Paraná e São Paulo, verificando uma condição de uso e manutenção inadequados e constatando a importância de implantação e regularização dos projetos de inspeção periódica dos pulverizadores no Brasil. Da mesma maneira, foi constatado que os pulverizadores novos foram os que apresentaram as menores ocorrências de erros na maior parte dos aspectos considerados. De acordo com Matuo (1998), além do desenvolvimento de novos equipamentos a melhoria na aplicação de defensivos agrícolas só será alcançada com o treinamento contínuo dos operadores de aplicação de agrotóxicos. Corroborando, Val (2006) enfatiza a importância de que cursos de habilitação para o manejo de agroquímicos sejam disponibilizados aos operadores com base em modelo espanhol. Conforme Antuniassi & Gandolfo (2001), os projetos de inspeção de pulverizadores implantados na Europa, além de verificar a condição de trabalho e adequação dos pulverizadores, dão importância ao processo educativo dos colaboradores e proprietários. Em trabalho realizado no Estado do Paraná, Antuniassi e Gandolfo (2004), o despreparo dos operadores ficou evidente, uma vez que em 80% dos casos investigados foram constatados erros na taxa de aplicação ou na taxa de aplicação dos produtos. O impacto dos dados levantados incentivou a criação de um projeto de lei estadual que regulamenta a vistoria dos pulverizadores. Em trabalho realizado por Vicente et al. (1998), foram entrevistados trabalhadores de 3.000 propriedades paulistas, mais de 60% nunca receberam treinamento e 56,6% nunca receberam treinamento sobre aplicações com agrotóxicos.

A política de modernização da agricultura, que subsidiou o crédito e estimulou a implantação da indústria de defensivos agrícolas no país, ignorou carências estruturais, como o despreparo da mão-de-obra para os novos pacotes tecnológicos de difícil execução, uma vez que se negligenciou uma política de capacitação e treinamento do trabalhador rural (ANDRADE, 1995).

2.3 Inspeções de pulverizadores agrícolas no Mundo

A Bélgica adotou a obrigatoriedade de inspeção dos pulverizadores em uso a partir de 1995, estabelecendo como objetivos principais a manutenção dos equipamentos e a educação dos aplicadores (HUYGHEBAERT et al., 1996). Em qualquer processo operacional de uma propriedade agrícola o fator mão-de-obra estará sempre presente, com maior ou menor grau de responsabilidade, mas com alto comprometimento. Segundo Teixeira & Teixeira (1998), nível de comprometimento se traduz pela combinação relacional de confiança e motivação nas atividades em que os operários realizam o que pode ser buscado com bons treinamentos. De forma referencial para o Mundo, a Bélgica adota um sistema educativo como atividade complementar para que se consigam bons resultados com o sistema de inspeção vigente naquele país. Através deste excelente sistema, a Bélgica encerrou o ano de 2006 com menos de 10% de reprovação dos pulverizadores inspecionados. Na Bélgica ocorre um sistema centralizado e obrigatório de inspeção, onde tarifas proporcionais à largura da barra de pulverização dos equipamentos são cobradas. O proprietário de um pulverizador com 20 metros de largura de barra de pulverização que participe das inspeções, por exemplo, é taxado em € 118 (BRAEKMAN et al., 2005). Na Noruega, Bjugstad (1998) relata que a inspeção de pulverizadores agrícolas tem ocorrido desde 1991, sendo que, até 1998 cerca de 6.500 máquinas já haviam sido inspecionadas. Tais inspeções foram possíveis a partir da construção de mais de 70 laboratórios móveis, desenvolvidos pela Universidade Agrícola da Noruega. Na maior parte dos países, as inspeções periódicas têm sido realizadas utilizando-se de unidades móveis de avaliação e visitas programadas às propriedades ou cooperativas.

Na Irlanda, Rice (1993) relata que de 410 máquinas avaliadas voluntariamente, 16% apresentaram um bom padrão de distribuição e 39% apresentaram distribuição inaceitável. O autor conclui ainda que os resultados

poderiam orientar programas de treinamento e motivar mudanças de comportamento dos usuários.

Durante as atividades de inspeção, são atribuídos certificados ou relatórios sobre a condição de uso e orientação aos usuários, objetivando eficiência de aplicações e, conseqüentemente, redução de impacto ambiental através da redução da quantidade de defensivos agrícolas utilizados. Em alguns casos, a certificação através de inspeções periódicas pode incluir a autorização ou não da continuidade do trabalho com uso dos equipamentos, normalmente, países que já adotaram as inspeções de forma compulsória. Em trabalho realizado na Espanha, região de Valência, que os pulverizadores inspecionados são divididos em duas classes: pulverizadores aptos ou pulverizadores não aptos ao uso (VAL, 2006). Na classe dos pulverizadores não aptos, existem aqueles que apresentam reprovação parcial e, desta forma, o responsável pelo equipamento recebe um prazo para correção destas e, então tornar o equipamento apto para o uso em inspeções futuras. Porém, aqueles pulverizadores que apresentaram uma ou mais não conformidades graves, são reprovados pelo programa e deverão ser descartados de uso devido a grandes impactos que possam estar causando sobre o ambiente ou sobre o Homem e devido a baixa confiabilidade e/ou eficiência operacional de trabalho.

Nestes países, a exemplo do que ocorre com veículos automotores, a tendência é de que as avaliações se tornem compulsórias. RIKOON et al. (1996) ressaltam o papel dos serviços de inspeção como agente de redução de custos, prevenção da contaminação de alimentos e do ambiente, além de serem benéficos pelo processo educativo do aplicador. A realização de inspeções de modo obrigatório permite com que se tenha melhoria das máquinas aplicadoras, diferentemente do que normalmente ocorre com projetos de inspeções voluntárias (LANGENAKENS & BRAEKMAN, 2001).

Inspeções voluntárias de pulverizadores são oferecidas na república da Alemanha desde o fim dos anos 60, tornando-se obrigatórias desde 1993 (OSTEROTH, 2004). O custo para a inspeção dos equipamentos está em torno de € 75 por ano, representando menos do que 1,5% do gasto anual em proteção de Plantas com agroquímicos, considerando uma propriedade de 35 hectares, média para aquele país. Na Alemanha, predominam como principais problemas, desconformidades com manômetros, antigotejadores e pontas de pulverização. Todavia, com a intensificação das inspeções técnicas é observado redução da frota

de pulverizadores no país e também redução de reprovação das máquinas, resultando em maior eficiência das aplicações e menores contaminações. A Alemanha possui padronização das inspeções com definição de metodologia desde 1976 e atualizações constantes conforme necessidades (OSTEROTH, 2004).

Diversos estudos têm mostrado a precariedade da maioria das máquinas pulverizadoras no Brasil (Ramos, 2003; Borghi et al., 2003; Santos, 2005), e a situação não é diferente nos demais países latino-americanos. Como exemplo, levantamento realizado nos anos 90 na Argentina mostrou que 70% das máquinas aplicadoras de agrotóxicos utilizavam bicos defeituosos, ocasionando aplicações irregulares e excessivas perdas de defensivos agrícolas (MAGDALENA & DI PRINZIO, 1992). Na mesma linha, Ros (2006), através de projeto de inspeção realizado também na Argentina, determinou que 75% das máquinas apresentavam manômetros inadequados ou ausentes. Complementando, Bogliani et al. (2006) constataram a reprovação dos pulverizadores em 50% quanto ao item manômetro, ausência de sistema antigotejo junto aos bicos de pulverização em 85% dos pulverizadores além de filtros entupidos e/ou perfurados em 41,6% das máquinas abrangidas. Condições operacionais inadequadas de equipamentos aplicadores de agroquímicos geram contaminação ambiental, exposição ocupacional e resultar em aplicação ineficiente dos produtos.

A realização das inspeções já abrange mais de 25 países no Mundo e a Alemanha parece ser o país com maior número de equipamentos já inspecionados, totalizando em torno de 167.000, desde 1968 até 1998. Na Itália, foram inspecionados próximo de 130.000 pulverizadores desde 1985 até 1998 (GANZELMEIER & RIETZ, 1998). Na Noruega, Bjugstad (1998), relata que a inspeção de pulverizadores agrícolas ocorre desde 1991, sendo que, até 1998, cerca de 6.500 máquinas já haviam sido inspecionadas.

A introdução de normalização e sistema de certificação deve ser usada para garantia de um mínimo de qualidade e segurança aos aplicadores disponível nos equipamentos usados nas aplicações e que deve ser complementado com treinamento dos operadores para que se obtenha melhor eficiência nas aplicações (FRIEDRICH, 2001).

Conforme a legislação espanhola, os operadores devem obrigatoriamente passar por cursos ou provas de capacitação homologado pelo Ministério de Agricultura e Sanidade (VAL, 2006).

2.4 Processo de pulverização

Constantes pesquisas têm fornecido subsídios para melhoria das aplicações e obtenção de melhores rendimentos nos processos de pulverização com defensivos. Mesmo assim, a eficiência das aplicações de agrotóxicos obtidas com as máquinas disponíveis comercialmente ainda está muito aquém do desejado.

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 pontas (CHRISTOFOLETTI, 1992). Nos processos de pulverização, conjuntos mecanizados formados por trator e pulverizador predominam, sendo o trator, responsável por tracionar o pulverizador e fornecer potência para acionamento da bomba do circuito hidráulico do pulverizador. O pulverizador tem a função de levar o defensivo agrícola até o alvo sendo que sua escolha e utilização são de fundamental importância na eficácia de ação dos produtos (VELLOSO et al., 1984).

A calibração adequada do pulverizador é o primeiro passo para garantir o sucesso da aplicação de agroquímicos, haja visto, ser esta a tarefa que irá determinar as melhores condições operacionais da máquina (GANDOLFO & OLIVEIRA, 2006). Conforme Schlosser (2002), para se obter uma aplicação de qualidade deve-se reunir o maior conhecimento sobre os quatro fatores: Máquina agrícola, alvo biológico, fatores climáticos e defensivos agrícola.

O bico de pulverização é um dos componentes de grande influência para o sucesso na aplicação de defensivos. Sendo colocado no final do circuito hidráulico por meio do qual a calda é emitida para fora da máquina. Segundo Sidahmed (1998), os bicos têm como funções: fragmentar o líquido em pequenas gotas, distribuir as gotas em pequena área e controlar a saída do líquido por unidade de área. Atualmente, existe no Mercado uma diversidade de bicos hidráulicos de pulverização, para desintegração do líquido em gotas, com diferentes características técnicas operacionais. Esse conjunto é composto por várias partes sendo a ponta de pulverização a mais importante, pois regula a vazão, o tamanho das gotas e a forma do jato (CHRISTOFOLETTI, 1999). A ponta é o principal componente do pulverizador sendo responsável pela vazão, distribuição da calda e pela formação de gotas (COUTINHO & CORDEIRO, 2003). A sua escolha não é tarefa fácil e pode-se considerar um dos passos mais importantes da regulação de pulverizadores. A

definição de qual ponta utilizar é função do modo de ação do produto, das condições climáticas e da condição do alvo. Da mesma forma a presença de pontas de pulverização em bom estado de conservação e uso é o primeiro passo na busca da realização de aplicações uniformes com agrotóxicos.

A uniformidade de distribuição da calda aplicada pela barra é dada pelas condições de montagem e de operação do pulverizador, como o espaçamento entre bicos, altura da barra, ângulo de abertura das pontas e pressão de trabalho (SARTORI,1985). O autor comenta que o volume de defensivo aplicado ao longo da barra deve ser o mais uniforme possível aceitando-se variações de até $\pm 15\%$ entre pontas.

A velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, trator-pulverizador, ou dos pulverizadores autopropelidos influencia nas oscilações da barra e embora o aumento de largura da barra de aplicação possa trazer incrementos no rendimento operacional, poderá ser observado prejuízos quanto à qualidade da aplicação final realizada pela maior deriva e heterogeneidade de distribuição da calda de máquinas sem largura de barras excessivas. Deve haver, portanto, um compromisso entre a qualidade e a rapidez do trabalho, devendo a largura da barra de pulverização ficar dentro de certos limites (SARTORI, 1985).

A aplicação de agrotóxicos só deve ser realizada por pessoal treinado especificamente para a atividade, recebendo instruções sobre os seguintes tópicos, entre outros: escolha do equipamento, checagem, abastecimento, calibragem, operação, medidas de segurança e de emergência em casos de mal funcionamento ou de acidentes, limpeza, manutenção e reposição de peças, detecção de defeitos do equipamento e execução de simples reparos.

2.5 Impacto de aplicações ineficientes de agroquímicos

Os agrotóxicos são 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 nas safras, causada pelo ataque prejudicial de pragas e doenças e não promovendo, normalmente, benefícios diretos sobre as plantas, tais como, fertilizantes e corretivos (VICENTE et al., 1998). Para Pimentel et al. (1993) é possível reduzir em grande parte o consumo de agrotóxicos sobre algumas culturas apenas com a racionalização do seu uso. Para atingir esse objetivo

tem-se recomendado em larga escala o monitoramento do tratamento fitossanitário e o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes e bem ajustados para aplicações de defensivos. O uso de agrotóxicos traduz uma realidade na ratificação da produção agrícola. No entanto, o que se nota é que o uso inadequado destes insumos causa conseqüências negativas ao Homem e ao ambiente, colocando em risco a sua saúde e a preservação natural dos locais onde as explorações agrícolas ocorrem. A pulverização tal como se pratica hoje, não difere essencialmente daquela praticada há 100 anos e se caracteriza por um considerável desperdício de energia e de produto químico (GRAHAM-BRYCE, 1975; MATTHEWS, 1983). Em média, 30% do produto aplicado visando à superfície foliar, atingem o solo diretamente por ocasião da aplicação (HIMEL, 1974).

O Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos. O país possui um grande número de trabalhadores rurais potencialmente expostos a quantidades significativas de agroquímicos e, portanto, sujeitos aos problemas anteriormente referidos. Apesar disso, são poucas as informações existentes sobre os problemas acarretados pelo emprego maciço desses produtos em nosso meio. Estima-se que sejam 15 milhões de pessoas expostas pelo trabalho rural e que ocorram de 150 a 200 mil intoxicações agudas por ano no Brasil (GARCIA & ALVES FILHO, 2005). Para Andrade (1995), os prejuízos causados pelo uso inadequado dos agrotóxicos extrapolaram o campo econômico e ganharam uma dimensão social por demandar grandes verbas públicas e privadas para atendimento médico-hospitalar relativos à saúde dos trabalhadores.

Conforme dados levantados pela ANDEF (1999) no ano de 1999 foi consumido no Brasil um total de 127.585 toneladas de agrotóxicos, representando um gasto de 2.32 bilhões de dólares. Os quatros estados que apresentaram os maiores consumos em ordem decrescente foram São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Tal situação tem implicado em diversos problemas relacionados com a contaminação ambiental, a saúde pública e com os respectivos custos sociais decorrentes, destacando-se os de contaminação de alimentos e, principalmente, as ocorrências de intoxicações entre os que trabalham diretamente nas aplicações destes produtos (RAMOS, 1997).

Conforme Garcia & Alves Filho (2005), uma representação gráfica da complexidade dos aspectos envolvidos na determinação dos impactos negativos relacionados ao uso inadequado de agrotóxicos pode ser observada na Figura 1.



Figura 1 - Fatores determinantes dos impactos decorrentes do uso inadequado ou inseguro de agrotóxicos.

Fonte: GARCIA & ALVES FILHO, 2005.

Através da figura acima, é possível visualizar que os impactos decorrentes do uso inadequado de agrotóxicos podem ser explicados por deficiências nos fatores socioeconômicos, fatores técnico-agronômicos e fatores do trabalho relacionados ao processo. De maneira geral, pode-se dizer que o Brasil apresenta carência nos 3 setores e precisa de muitas melhorias desde a parte de educação dos operadores até a parte de adequação e manutenção de máquinas agrícolas. Os autores ainda destacam que o uso inadequado ou inseguro dos agrotóxicos implica em intoxicações humanas, contaminações ambientais e de alimentos e incrementos nos custos de produção agrícola principalmente pelas conseqüentes ineficiências das aplicações e prejuízos devido a distribuições desuniformes e perdas da calda que não atingem o alvo devidamente conforme esperado. Na mesma linha, Pannel (1994) afirma que os projetos de inspeção são agentes redutores de custos e agentes de prevenção de contaminação de alimentos e do ambiente. Em pesquisa realizada no estado de São Paulo, Ramos et al. (1999) constatou que 79% dos aplicadores possuíam até o 1º grau completo, aprenderam a trabalhar com agrotóxicos com leigos e nunca receberam qualquer tipo de treinamento formal

(57%) e sem terem recebidos qualquer esclarecimento técnico sobre manejo fitossanitário (57%).

Mesmo com o uso massivo de agrotóxicos no Brasil, se observa grandes perdas das culturas devido a danos de pragas e doenças não controladas, por exemplo, prejuízos de 55, 46, 35 e 29% na produção final de cana, arroz, milho e soja, respectivamente (MYAMOTO, 2003).

O Brasil é um dos países que mais exageram na aplicação de pesticidas nas lavouras (BLECHER, 1998). Em um estudo mais recente, Soares et al. (2002) realizaram uma análise de custo-benefício do uso de agrotóxicos em Minas Gerais, os autores concluem que, se o custo com a saúde é levado em conta no processo de decisão do agricultor, os benefícios líquidos de usar agrotóxicos em determinadas culturas são negativos quando comparados com sistemas não convencionais de produção. Pingali et al. (1994) avaliaram o benefício líquido do uso de inseticidas e herbicidas na produção de arroz, encontrando um benefício negativo (para os aplicadores) para o uso dos inseticidas, ou seja, o benefício positivo na produção foi excedido pelos custos totais com a utilização do produto (gastos com a compra do produto, despesas médicas e custo de oportunidade do trabalhador, referente ao período de convalescência).

Os defensivos agrícolas compreendem 0,66% do total dos acidentes rurais (GOELLNER, 1988), embora pareça pouco, o volume mundial de acidentes com agrotóxicos é da ordem de 834.000 (OMS, 1986) e são um dos grupos mais contestados no momento, o de defensivos agrícolas, que tem levantado as maiores polêmicas e controvérsias, quase todas elas, sem base científica e sendo alvo de especulações.

Os questionamentos de organizações e ambientalistas têm seu foco não tão objetivo quanto à questão dos agrotóxicos, pois, vão contra os produtos sendo que a principal questão é a forma de uso dos agrotóxicos. São necessários mais argumentos com fundamentos técnico-científicos, até porque, o Brasil apresenta um consumo de defensivos por unidade de área abaixo da maioria dos países desenvolvidos (GOELLNER, 2001), porém, muitas aplicações ainda são realizadas de forma ineficiente e por pessoas sem o mínimo preparo ou acompanhamento técnico para monitorar condições climáticas, condições de cultura e adequação de máquinas no sentido de evitar contaminações ambientais e conseguir realizar aplicações mais eficientes.

Outra questão que deve ser considerada diz respeito a gastos de energia desnecessários. Se aplicações de agroquímicos são realizadas de maneira ineficientes, provavelmente serão necessárias outras aplicações complementares para que a prevenção das culturas a ataques de pragas e moléstias seja efetiva. Assim, além de consumo extra de agroquímicos, poderá haver danos operacionais extras sobre as culturas, consumo extra de energia e empenho de mão-de-obra, sem considerar os danos da cultura pelos ataques físicos e fisiológicos já sofridos. Miguijón & Márquez (2005) citam que na Espanha em torno de 46% da energia despendida no meio rural é devida a consumo por máquinas agrícolas e onde existe extrema preocupação governamental para melhorar a eficiência de uso de combustíveis maximizando as operações e investindo em condições de compra de máquinas novas e de maior eficiência energética.

Em trabalho de avaliação de pulverizadores agrícolas Boller (2006) cita que em quatro milhões de hectares agrícolas, da região Norte do Estado do Rio Grande do Sul, há um prejuízo de R\$ 24.192.000,00 apenas devido ao uso de pontas desgastadas. Em trabalho realizado por Antuniassi (2004), considerando condições de produção da cultura da soja no Estado do Mato Grosso, o autor cita algumas estimativas impactantes de custos diretos e indiretos das falhas de manutenção dos pulverizadores agrícolas inspecionados, como exemplos, custo de até R\$ 7 mil reais por safra devido a um vazamento (fuga) “grande” e custo de até R\$ 3 mil por safra devido a 1 ponta danificada na barra de pulverização de um pulverizador.

Abaixo está demonstrada (Tabela 1) uma comparação de dados levantados em inspeções realizadas no Brasil e na Bélgica.

Tabela 1- Reprovação de itens em pulverizadores agrícolas no Brasil e na Bélgica

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

Fonte: Adaptado de ANTUNIASSI & GANDOLFO (2002).

O comparativo permite com que se tenha noção da situação atual das máquinas em uso nos processos de pulverização agrícola no país e destaca como os projetos de inspeção podem auxiliar no sentido de melhoria de qualidade das máquinas apresentando dados obtidos na Bélgica, através de um histórico de mais de 20 anos de inspeções e auditorias sobre as máquinas aplicadoras em uso no meio agrícola.

2.6 Critérios de conformidade

Márquez (2001) destaca a importância de que haja padronização de critérios considerados durante as atividades de inspeção de pulverizadores e, ao mesmo tempo, o autor cita a Norma EN 1553 como um dos principais regimentos para que as auditorias sejam realizadas. O mesmo autor destaca diversos critérios que devam ser seguidos tanto pelo fabricante e que devam ser mantidos pelos agricultores durante a vida útil da máquina para que haja maior segurabilidade na relação operador-máquina e também maior eficiência durante as operações de aplicação. Em estudo divulgado pela FAO (1997), são inexistentes normas para avaliação de pulverizadores no Brasil e as normas internacionais são incompletas ou sem aplicações em condições de campo.

A Tabela 2 demonstra uma comparação entre diferentes critérios considerados em diversos países para dois itens avaliados durante as inspeções de pulverizadores, vazão das pontas de pulverização e precisão de leituras de pressão de manômetros.

Tabela 2- Critérios de inspeção adotados em diversos países

País	Itens avaliados	
	Vazão da ponta	Precisão do manômetro
Alemanha	CV<10%	Erro de 3% (0,1-0,6 bar)
Suécia	Diferença de 5%	-
Bélgica	10% em relação ao novo	Erro ≤ 10%
Itália	5% em relação a média	Erro ≤ 5%
Suíça	10% com relação ao novo	Erro ≤ 5%
CEE	-	Erro ≤ 2,5%

Fonte: Adaptado de BIOCCA & VANUCCI (2000).

A tabela demonstra a necessidade já observada de que haja maior comunicação entre os países que realizam os projetos de inspeção e para que estes entrem em consenso para normalização e padronização dos critérios permitindo assim comparabilidade entre os dados individuais de cada país e identificando os locais que exijam maior atenção a nível mundial para que problemas de contaminação ambiental sejam reduzidas, haja visto, ser impossível sua eliminação por completa.

No Brasil, diversas instituições já chamaram a atenção para o fato acima (UNESP, IAC, UPF, UFV e outras) e para a urgente necessidade de cobertura legislativa e governamental para que os projetos de inspeção sejam regularizados e para que se tornem compulsórios. Neste sentido, a Universidade Federal de Santa Maria vem, através deste trabalho, dar sua contribuição e apoiar a iniciativa, através de um diagnóstico da situação dos processos e condições de pulverizações realizadas em propriedades agrícolas da região central do Estado do Rio Grande do Sul.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de abrangência do projeto

A área de abrangência do projeto foi a região correspondente a Depressão Central do Rio Grande do Sul (Figura 2), tendo como sede o Município de Santa Maria. Esta região, conforme especificado pela Fundação de Economia e Estatística (2007) do Estado do Rio Grande do Sul, compreende 28 municípios com uma população total de aproximadamente 518.797 habitantes em uma área total de 23.670,6 km².

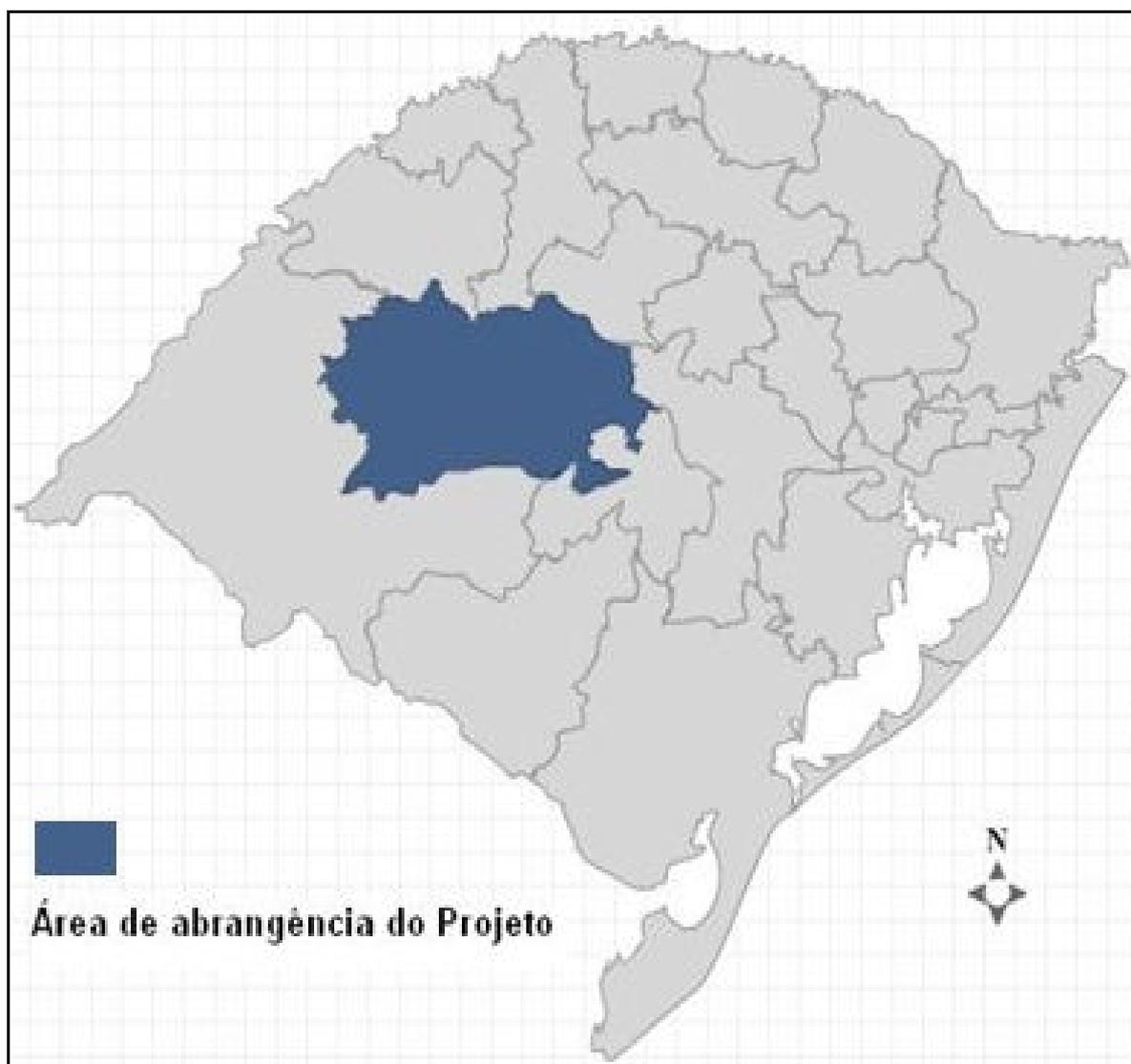


Figura 2- Área de abrangência do projeto de inspeção de pulverizadores.

Fonte: Adaptado a partir de FEE, 2007.

A realização do projeto ocorreu com o deslocamento da equipe do projeto, através de viatura disponibilizada pela Universidade Federal de Santa Maria, partindo do Município sede em direção aos demais, sendo que, conforme a disponibilidade de tempo e recursos se buscou a extensão ao maior número de Municípios da região. O deslocamento da equipe de trabalho se deu de forma aleatória sobre as principais rodovias (BR 287, BR 392 e BR 158) e estradas principais de acesso ao Município de Santa Maria e região. Desta maneira, os agricultores que participaram do projeto foram eleitos de forma voluntária e aleatória simples, havendo total imparcialidade da equipe do projeto quanto a marcas comerciais, tipo de propriedades ou tipo de máquina a ser inspecionada.

3.2 Divulgação do projeto

Com o intuito de tornar pública a realização do Projeto de inspeção, foi utilizado um panfleto de divulgação (Apêndice B) distribuído em eventos agrícolas e revendas de máquinas agrícolas da região. Ainda como meios de divulgação, foram publicadas notas de imprensa e apresentações do Projeto para alunos dos Cursos de Agronomia, Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Curso de formação técnica em Agropecuária da UFSM, focados devido à ligação e relação com produtores agrícolas.

3.3 Formas de acesso aos pulverizadores

A forma de acesso aos pulverizadores agrícolas inspecionados ocorreu de duas maneiras: a primeira forma de acesso foi através de visitas a propriedades agrícolas, sem prévio aviso, onde os agricultores foram convidados a participar voluntariamente do projeto. A segunda forma de acesso aos pulverizadores foi através de contatos realizados pelos proprietários de pulverizadores com a equipe de inspeção, após conhecimento do projeto por alguma das formas de divulgação, no sentido de disponibilizar suas máquinas agrícolas, pulverizador e trator (quando necessário), para que as inspeções fossem realizadas. Neste caso, as inspeções foram agendadas e realizadas conforme condições meteorológicas e disponibilidade da equipe, viatura e funcionário da UFSM.

De maneira geral, quando a equipe realizava inspeções em propriedades previamente agendadas, eram realizadas visitas às demais propriedades próximas ou localizadas no caminho de deslocamento com vistas à maior aproveitamento dos recursos disponíveis para as atividades. Em diversas ocasiões foi observada a boa vontade e interesse dos agricultores no sentido de se organizarem em pontos estratégicos para que fossem realizadas inspeções sobre diversas máquinas em um mesmo ponto, colaborando com a equipe do projeto e facilitando discussões e trocas de experiências da equipe com os proprietários e operadores dos pulverizadores agrícolas (Figura 3).



Figura 3 - Reunião de pulverizadores em local pré-determinado.

Respeitando a disponibilidade de recursos materiais e humanos, buscou-se abranger o maior número possível de máquinas de modo a possibilitar maior levantamento de informações sobre o estado de conservação e uso dos pulverizadores para um melhor diagnóstico e assistência ao maior número possível de propriedades.

3.4 Máquinas alvo para inspeção

Como há predomínio de pulverizadores agrícolas de barras, no que diz respeito a máquinas utilizadas para aplicação de agrotóxicos utilizadas na Depressão Central do Rio Grande do Sul, o que está ligado ao predomínio de culturas agrícolas como soja e arroz irrigado (aproximadamente 160.072 hectares (IRGA, 2008)) presentes em grande parte da área desta região, esta foi a forma de pulverização eleita para ser abordada nesta primeira etapa do Projeto de inspeção de pulverizadores agrícolas da UFSM. Assim, mesmo naqueles casos em que se dispunha de máquinas com outras formas de pulverização, tais como, turboatomizadores, mangueiras e pistolas ou mangueiras de arrasto, não foram realizadas as atividades de inspeção devido ao foco da metodologia utilizada.

3.5 Projeto piloto de inspeção

Com o objetivo de testar a metodologia previamente Marca Enejada para realização deste projeto e com base em diversos outros projetos nacionais e internacionais, um projeto piloto de inspeção foi realizado durante os meses de janeiro e março de 2008. Nesta primeira etapa, 36 pulverizadores foram inspecionados, através dos quais foram abrangidas as mais diversas condições de propriedades, culturas e máquinas, aleatoriamente. Após esta primeira fase, houve avaliação dos resultados e aprovação da metodologia proposta para que o projeto tivesse andamento por mais quatro meses com data de finalização previamente definida para agosto de 2008, conforme foi realizado. Desde o começo não foi definido um número máximo ou mínimo de pulverizadores a serem inspecionados. Neste sentido, trabalhou-se para atender a todas as solicitações feitas pelos agricultores e abrangência ao maior número de máquinas e municípios da região no período de janeiro a agosto de 2008.

3.6 Atividades de inspeção

A primeira etapa da inspeção, após a chegada junto às propriedades agrícolas, consistiu de apresentação da equipe de trabalho e posterior apresentação do projeto onde foram destacados principalmente os objetivos e metodologia de

realização. O objetivo desse contato inicial foi o de destacar a importância do trabalho e explicitar a metodologia de inspeção para que o agricultor pudesse sentir-se a vontade em participar dependendo da disponibilidade de máquinas, tempo e interesse particular em participação.

Nos casos em que houve recusa ou impossibilidade de participação no projeto por parte do proprietário, a equipe seguiu até as propriedades mais próximas e assim estendeu convites a outros agricultores. Em caso de aceite do proprietário ou responsável pelo maquinário, seguiam-se as atividades de inspeção propriamente ditas. Convém ressaltar que para realização das inspeções sobre as máquinas, foi exigida a presença do aplicador, sendo ele, proprietário, agregado ou operador, para que fossem simuladas as condições, o mais real possível da última condição de aplicação com o conjunto mecanizado. Assim, naqueles casos de pulverizadores acoplados aos três pontos do sistema hidráulico ou pulverizadores de arrasto, foi condição fundamental a presença do trator agrícola em uso nas pulverizações para provimento de potência e energia (quando necessário) para acionamento dos pulverizadores. Em caso de indisponibilidade de tratores agrícolas ou dos operadores, seguia-se para uma próxima propriedade.

Para a realização do trabalho a campo, a equipe responsável recebera o devido treinamento e orientação sobre as atividades a serem realizadas e sendo que ao total foram envolvidos 3 servidores, 12 alunos de graduação, 4 alunos de pós-graduação e 5 pesquisadores da UFSM.

Os pulverizadores inspecionados foram inscritos em um sistema de cadastro dos equipamentos para registro de dados e acompanhamento da evolução das condições dos itens inspecionados durante inspeções a serem realizadas futuramente. As propriedades visitadas foram georeferenciadas e inscritas em um cadastro de localização.

As avaliações de inspeção foram divididas em sete partes ou itens: Dados identificatórios, manômetro, filtros, depósito, proteção e segurança, verificações sobre o trator agrícola e bicos de pulverização. Além destes itens, outras observações a respeito de vazamentos ou não conformidades observadas nas máquinas também foram registradas.

Para facilitar as inspeções, foi elaborado um questionário que contemplou todas as informações necessárias através de duas páginas, sendo que os itens dados identificatórios, manômetros, filtros, depósito, proteção e segurança e

verificações sobre o trator foram abrangidos em uma primeira parte e o item bicos de pulverização foi abrangido pela segunda parte do questionário (ver Apêndice A).

Sobre cada parte inspecionada sobre os pulverizadores ou tratores agrícolas, foram realizadas avaliações qualitativas (Tabela 3) e quantitativas (Tabela 4).

Tabela 3 - Avaliações qualitativas sobre os pulverizadores e tratores agrícolas inspecionados

Parte ou item	Informações e avaliações
Dados identificatórios	Marca, modelo, número identificatório e ano de fabricação do pulverizador, produto defensivo em uso, ponto georeferenciado e localização da propriedade
Manômetro e regulador de pressão	Estado de conservação e uso, diâmetro e visibilidade desde o posto de operação. Funcionamento do regulador de pressão
Filtros	Avaliação do estado de conservação e uso
Depósito	Presença de defensivos externamente e internamente, fechamento da tampa, fugas e situação do indicador do nível de calda.
Elementos de proteção e segurança	Proteção da TDP, eixo livre da bomba, correias e polias, misturador de agrotóxicos, reservatório de água limpa e mecanismo de tríplex lavagem
Verificações sobre o trator agrícola	Posto de operação, EPCC, Proteção solar ao operador, tratômetro e acelerador manual
Bicos de pulverização	Combinação de pontas, presença de válvulas antigotejo e presença de vazamentos

Tabela 4- Avaliações quantitativas sobre os pulverizadores e tratores agrícolas inspecionados

Parte ou item	Informações e avaliações
Dados identificatórios	Largura de barras de pulverização, taxa de aplicação em uso e horas de uso, área atendida e área aplicada por ano
Manômetro e regulador de pressão	Precisão da indicação de pressão, diâmetro externo e nível de glicerina (quando necessário)
Depósito	Volume nominal
Verificações sobre o trator agrícola	Ruído do motor ao operador, rotação TDP, rotação do motor e velocidade de deslocamento
Bicos de pulverização	Vazão por ponta de pulverização e espaçamentos entre bicos

3.6 1 Dados identificatórios

Como dados identificatórios foram levantadas informações a respeito de marca, modelo, ano de fabricação e ano de aquisição do pulverizador. O proprietário também foi questionado a respeito do tipo de produto em uso (inseticida, herbicida, fungicida ou fertilizante) e ao final da inspeção, o pulverizador foi registrado em banco de dados através de um número seqüencial e um ponto georeferenciado identificado através de aparelho Receptor de GPS Marca Garmin® e Modelo Legend (Figura 4).



Figura 4 - Localização de pulverizadores através de pontos georeferenciados.

Ainda foram levantadas informações sobre a largura das barras de pulverização (m), volume de aplicação ($L \cdot ha^{-1}$) esperado, conforme descrito pelo aplicador ou proprietário e sendo aquele valor desejado e ao qual a última aplicação de defensivos foi planejada, e horas de uso do trator ou pulverizador agrícola (quando autopropelido), área aplicada e área atendida anualmente pela máquina.

3.6.2 Inspeção do manômetro e regulador de pressão

Considerado uma das partes mais importantes dos pulverizadores, os manômetros permitem que a calibração final dos pulverizadores seja efetuada. Assim, sobre este item foram levantadas informações quanto ao estado de conservação e condições de uso, realizado através de diagnose visual sobre o nível de glicerina, diâmetro externo do equipamento e aferição da precisão sobre a indicação de pressão através de bancada de teste. Para o teste de precisão da leitura foi criada uma bancada de teste para a função específica de teste dos manômetros (ver Figura 5).

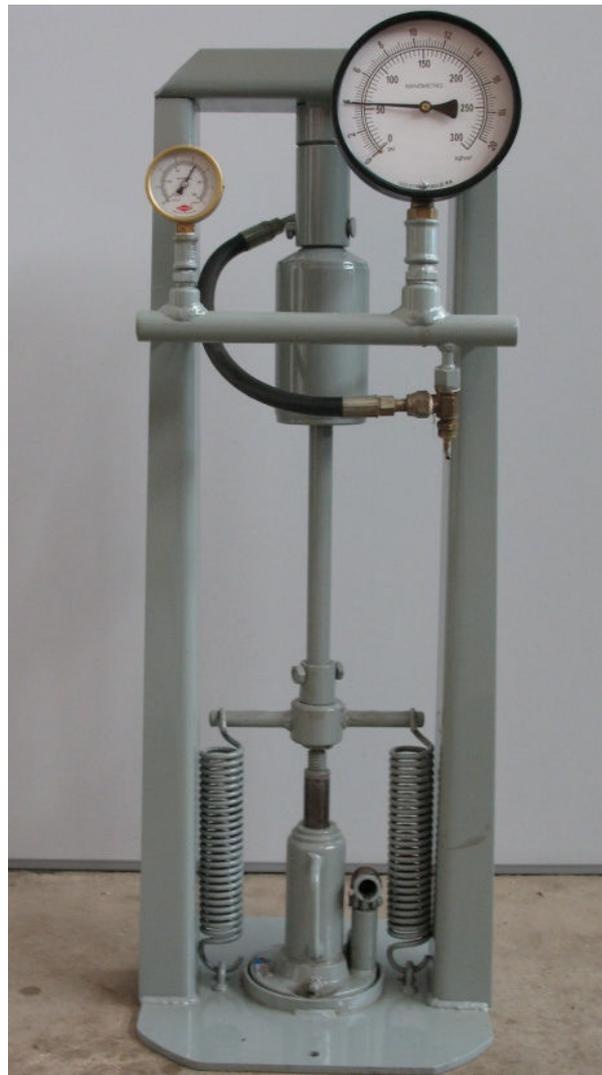


Figura 5 - Bancada de teste de manômetros em uso nos pulverizadores agrícolas.

Para realização dos testes fez-se uso de água limpa apenas sobre a câmara de pressão da bancada de teste e com uso de líquido antiferruginoso na concentração de 2%.

Assim, após conexão dos manômetros em uso nos pulverizadores sobre a bancada de teste, estes foram submetidos a 4 diferentes valores de pressões do sistema indicadas pelo manômetro de precisão previamente aferido. Os valores definidos para o teste foram de 196, 392, 588 e 784 kPa (valores equivalentes a 2, 4, 6 e 8 kgf.cm⁻²), com base em levantamento feito onde considerou-se a faixa de pressão recomendada para as principais pontas de jato plano utilizadas nas atividades de pulverização para as culturas de soja e arroz (modelos 11001,110015,11002, 11003 e 11004), culturas predominantes sobre as áreas agrícolas da Depressão central do estado do Rio Grande do Sul.

Como precisão para as leituras sobre os manômetros utilizados em pulverizadores agrícolas, Langenakens & Pieters (1998) sugerem que são inaceitáveis valores superiores de erros acima de 10% para mais ou para menos de valores verificados sobre manômetros de precisão previamente aferidos. Assim, para esta avaliação foi considerado o valor de $\pm 10\%$ como sendo limite de tolerância para os erros de indicação de leitura quando constatados sobre os manômetros em uso.

Para a determinação da precisão dos manômetros fez-se uso da equação 1.

$$Ep = \frac{(Pm-PM)}{PM} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

Ep: Erro de leitura de pressão para o manômetro em uso no pulverizador (%);

Pm: Pressão determinada pelo manômetro em uso no pulverizador (kPa);

PM: Pressão determinada pelo manômetro de precisão (kPa);

100: Fator de conversão de valores (de decimal para porcentagem);

Quanto às avaliações do diâmetro externo, fizeram-se medidas com o uso de trena métrica, sendo o valor de 63 mm, como limite mínimo para aprovação dos manômetros presentes sobre os pulverizadores agrícolas.

O funcionamento do regulador foi avaliado através do acompanhamento das ações de fechamento e abertura deste, quando do funcionamento do circuito

hidráulico do pulverizador, observando-se as respostas de pressão indicadas pelo manômetro, quando este em bom estado de funcionamento. A classificação deste item se deu em adequado ou inadequado (danificado) (Figura 6). Este teste foi realizado após a realização da determinação de vazão individual das pontas para que não houvesse manipulação na calibração dos pulverizadores para não modificar a última condição operacional executada com a máquina.



Figura 6 - Ilustração de regulador de pressão inadequado.

Em todos os casos em que os reguladores estavam danificados, houve monitoramento da variação da pressão sobre o manômetro com pressão constante do circuito hidráulico, para futura análise juntamente com os demais itens da máquina.

3.6 3 Inspeção de filtros presentes no circuito hidráulico

Em todo circuito hidráulico de pulverização presente em um pulverizador, normalmente existem quatro filtros que servem para reter resíduos que possam vir a prejudicar a pulverização e os quais devem ser inspecionados diariamente (RAMOS, 2003) ou em intervalos menores conforme condições de trabalho e tipo de formulação de agrotóxico em uso. Para o presente projeto, a inspeção dos

filtros se deu através de diagnose visual e somente por avaliações qualitativas sobre dois aspectos. O primeiro aspecto foi a respeito da presença ou não e situação de conservação do filtro (classificação em bom estado, danificado ou ausente) e a segunda avaliação foi a respeito da presença de resíduos (filtros com resíduos ou limpos). Estas avaliações foram realizadas sobre os filtros do reservatório, bomba e filtros de linhas (direito e esquerdo). Para maiores esclarecimentos, observar as figuras a seguir (Figuras 7a e 7b).



Figura 7 - Filtro com malha deteriorada (danificado) (a) e filtro com presença de resíduos (b).

3.6.4 Inspeção dos elementos de proteção e de segurança

Sobre itens de proteção e segurança ao operador e ao ambiente, foram analisadas as partes: mecanismo de proteção da tomada de potência (TDP) e junta cardânica (Figuras 8), (presente, ausente ou com proteção ineficiente), proteção de correias e polias (presente, ausente ou de proteção desnecessária), proteção do eixo livre da bomba, dispositivo de drenagem, misturador de agrotóxicos, reservatório de água limpa e mecanismo de tríplice lavagem.



Figura 8 - Tomada de potência desprotegida sobre pulverizador em inspeção.

Assim, todos os itens acima foram classificados em: bom estado de conservação, danificados, com proteção ineficiente, ausentes sobre a máquina ou classificados como dispositivo com proteção desnecessária (conforme o caso, tipo, conservação e projeto da máquina).

3.6.5 Inspeção do depósito de calda

Sobre esta parte da máquina, foram levantadas informações sobre a presença interna e externa de agrotóxicos e informações relativas ao fechamento da tampa (correto, deficiente ou tampa ausente), informações sobre o indicador do nível de calda (legível, ilegível ou ausente), dados sobre o volume nominal e identificação de possíveis fugas de calda, em cada pulverizador, para posterior estudo e influência sobre a autonomia, capacidade operacional das máquinas e riscos ambientais envolvidos nos processos de pulverização analisados.

3.6.6 Verificações sobre o trator agrícola

Sobre os tratores agrícolas foram avaliados os postos de operação (classificados em acavalado, cabinado ou plataformado), presença de proteção solar (toldo ou cabine), ruído ao ouvido do operador, rotação da TDP, rotação do motor, tratômetro, acelerador manual e velocidade de deslocamento.

A rotação da tomada de potência do trator em uso ou pulverizador autopropelido, foi determinada conforme uso de tacômetro de precisão posicionado sobre o centro do eixo de acionamento da tomada de potência ou sobre o eixo livre da bomba quando disponível (preferido para realização das medições e utilizado sempre que possível). Assim, de posse dos valores de leitura de rotação e valores de rotação padrão de cada bomba de pressão presente nos pulverizadores, foram calculados os valores de erro de rotação para cada pulverizador ou conjunto inspecionado conforme a equação 2.

$$Er = \frac{(r-R)}{r} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

Er: Erro de rotação (%);

r: Velocidade angular medida no sistema (r/min);

R: Velocidade angular padrão exigida pela bomba de pulverização (r/min);

100: Fator de correção de decimal para porcentagem;

Convém salientar que as máquinas que trabalham com rotação e vazão de taxa variável não foram analisadas quanto a este item, porém, tiveram registro de rotação de trabalho para análise e relação com a uniformidade de vazão dentre as pontas de pulverização.

Em regulagem e calibração de trabalho, foram determinadas as intensidades de ruído sobre o ouvido do operador, desta forma, identificando todos os ruídos tanto provenientes do funcionamento tanto do trator como do pulverizador. Para isso se fez uso de decibímetro digital posicionado a 15 centímetros do ouvido do operador posicionado em condição de trabalho, com motor do trator em rotação de trabalho e com o pulverizador em funcionamento (Figura 9a).

Com a utilização de tacômetro, foi determinada a rotação real de trabalho da tomada de potência dos tratores conforme as condições de operação impostas pelo operador (Figura 9b).



Figura 9 - Medição do ruído ao nível do ouvido do operador (a) e rotação da tomada de potência (b).

Ainda como análises sobre a mecanização agrícola nos processos de pulverização foram levantadas informações sobre marca, modelo, potência nominal e vida útil do motor (horas de trabalho). Nos casos de inspeções sobre pulverizadores autopropelidos, as avaliações foram realizadas sobre o posto de operação e motor do pulverizador.

Seguindo nas atividades de inspeção, o próximo passo foi a determinação da velocidade real de trabalho. Foi solicitado ao operador, para que acionasse a tomada de potência e todos os demais itens utilizados durante as pulverizações, com exceção do acionamento de pontas de pulverização e a marcha e rotação de trabalho do motor foram ajustadas conforme foram utilizadas na última operação realizada. Após, houve deslocamento por 60 metros em linha reta e sobre terreno com solo o mais próximo possível da condição real encontrada nos cultivos (Figura 10).



Figura 10 - Determinação da velocidade real de deslocamento do trator.

Assim, durante o deslocamento da máquina foi feita a cronometragem do tempo, através de cronômetro digital para os últimos 50 metros do trecho e assim, a velocidade real de trabalho (km.h^{-1}) foi estimada para o conjunto mecanizado através da equação 3.

$$V = \frac{180}{t} \quad (3)$$

Onde:

V: Velocidade (km.h^{-1});

t: tempo de deslocamento do trator ou pulverizador autopropelido em 50 metros (expresso em segundos);

180: Valor de conversão de unidades

3.6.7 Inspeção dos bicos de pulverização

A avaliação dos bicos de pulverização se deu de diversas formas. As pontas de pulverização foram avaliadas quanto à combinação do tipo de pontas sobre a barra de pulverização e vazão individual. A determinação da vazão individual das pontas se deu da seguinte forma: após acionamento da pressão sobre o circuito hidráulico da máquina, conforme condição de trabalho da última aplicação e regulada pelo operador presente durante a inspeção, foram levantadas as vazões

através da coleta da taxa de aplicação individual das pontas em um tempo de 3 minutos (ver Figuras 11 e 12) com uso de baldes volumétricos em polietileno.

Para esta avaliação, foi condição fundamental que os pulverizadores estivessem com ao menos 30 e não mais do que 80% da capacidade máxima do reservatório de calda.



Figura 11 - Determinação de vazão por ponta de pulverização em pulverizador autopropelido. São Martinho da Serra, RS, 2008.



Figura 12 - Determinação de vazão por ponta de pulverização em pulverizador com engate de arrasto. São Sepé, RS, 2008.

De posse dos valores de taxa de aplicação coletado em cada ponta, seguiu-se com a realização de pesagens de cada um dos baldes volumétricos de coleta que estiveram identificados conforme a posição da ponta sobre a barra de pulverização (Figura 13) partindo-se da esquerda para a direita considerando a posição do operador sobre o posto de operação.



Figura 13 - Pesagem dos volumes individuais de calda coletados nas pontas de pulverização.

Após a pesagem dos valores individuais de calda para cada ponta, foi feita a estimativa da vazão com uso do valor de densidade da calda (kg.L^{-1}) medido através de 3 pesagens realizadas com diferentes coletas de calda em diferentes pontas escolhidas aleatoriamente na barra de pulverização e com volume determinado por proveta volumétrica.

Assim, através da equação 4 foi determinada a vazão individual (L.min^{-1}) das pontas de pulverização.

$$q = \frac{(M3-3)}{D} \quad (4)$$

Onde:

q : Vazão de calda (L.min⁻¹);

$M3$: Massa de calda coletada em cada ponta de pulverização no tempo de 3 minutos (kg);

3: Fator de conversão de valores;

D : Densidade da calda de pulverização (kg.L⁻¹);

Para este item foi considerado como limite um valor máximo de até 10% a mais ou a menos de vazão obtida na ponta em teste em comparação com a média de vazão determinada na barra de pulverização da máquina, nas mesmas condições. Todas aquelas pontas que excederem este valor, foram reprovadas quanto a este item, identificadas junto com o operador e deverão ser trocadas se caso apresentaram alto grau de desgaste (vazão excessiva) ou sofrerem limpeza caso estejam com resíduos sobre os filtros individuais ou sobre a cavidade de geração da gota internamente às pontas.

Sobre a posição dos bicos, foram levantados valores de espaçamentos entrebicos na barra de pulverização (Figura 14), medidos com uso de trena métrica de precisão. Assim, os valores de erros de espaçamentos com erros maiores do que $\pm 10\%$ foram identificados, seguindo metodologia proposta por Langenakens & Pieters (1998) e Gandolfo (2001).



Figura 14 - Medição dos espaçamentos entrebicos sobre a barra de pulverização com uso de trena métrica.

De posse dos dados de vazão individual das pontas de pulverização, conseqüentemente, vazão média ($L \cdot \text{min}^{-1}$) da barra de pulverização e com o valor de velocidade real de deslocamento ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$), também antes determinado, foi possível determinar a taxa de aplicação ($L \cdot \text{ha}^{-1}$) para cada condição de trabalho através da equação 5.

$$Q = \frac{(60000 \times q)}{V \times E}$$

(5)

Onde:

Q: Taxa de aplicação ($L \cdot \text{ha}^{-1}$);

60.000: Fator de conversão de unidades;

q: Vazão de calda por ponta de pulverização ($L \cdot \text{min}^{-1}$);

V: Velocidade de trabalho ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$);

E: Espaçamento entrebicos (cm);

3.6.8 Vida útil e intensidade de uso das máquinas inspecionadas

Para avaliação da vida útil das máquinas inspecionadas, classificou-se a idade dos tratores e pulverizadores agrícolas inspecionados pela divisão destes em quatro faixas quanto ao ano de fabricação (Tabela 5).

Tabela 5 - Faixas de classificação das máquinas quanto à idade (anos)

Classe	Idade
1	Até 5 anos
2	De 5 a 10 anos
3	De 10 a 15 anos
4	Maior do que 15 anos

Para determinação da intensidade de uso das máquinas, se fez estimativa do uso anual destas através da determinação da capacidade operacional das máquinas com base no último uso e com base nos valores de área agrícola trabalhadas anualmente se conseguiu chegar a valores de uso anual estimado para cada máquina (horas por ano).

A determinação da capacidade operacional se deu através da equação 6 (MIALHE, 1974; SCHLOSSER, 1998).

$$CO = \frac{(V \times L \times E)}{10} \quad (6)$$

Onde:

CO: Capacidade operacional (ha.h⁻¹);

E: Eficiência operacional (decimal);

L: Largura útil de trabalho (m);

V: Velocidade real de trabalho (km.h⁻¹);

10: Fator de conversão de unidades;

Para valores de eficiência operacional, foram considerados valores médios de 65% 70% e 80% e para pulverizadores com engate aos três pontos do sistema hidráulico, pulverizadores com engate de arrasto e autopropelidos, respectivamente. Estes valores são sugeridos pela Norma ASAE D230.4 (1988) para uso nos cálculos de estimativa dos valores de capacidade operacional das máquinas.

Assim, a determinação dos valores de uso anual dos tratores e pulverizadores em uso nos processos de pulverização foi possível através da equação 7.

$$U = \frac{A}{CO} \quad (7)$$

Onde:

U: Uso da máquina (h.ano⁻¹);

A: Área total aplicada (ha.ano⁻¹);

CO: Capacidade operacional (ha.h⁻¹);

3.6.10 Outras avaliações

No sentido de aproveitar a riqueza de informações que se pôde obter com este tipo de trabalho, realizado diretamente nas atividades e condições reais agrícolas, outras informações também foram levantadas e serão melhor apresentadas no item resultados e discussão. Desta maneira diversos cruzamentos de informações relativas às máquinas inspecionadas foram realizados com o objetivo de melhor identificar e explicar os resultados observados para cada item em avaliação tanto para tratores como para pulverizadores agrícolas.

3.7 Questionário de inspeção

Para cada pulverizador inspecionado, foi preenchido um questionário padrão (Apêndice A) que foi modelado de forma a permitir economia de tempo dispensado pela equipe para inspeção em cada máquina. Assim, o questionário abrangeu todas

as partes acima descritas em ordem lógica de realização começando pela parte de informações identificatórias da máquina e propriedade agrícola. Para facilitar o trabalho da equipe, o questionário apresentou três formatações de fontes, ou seja, todo item do questionário em formato itálico teve de ser preenchido no momento em que o pulverizador e o trator estiveram em funcionamento e/ou operação, textos em formatos normais de fonte foram preenchidos com trator e pulverizador estáticos e sem operação e aqueles itens com destaque em sublinhado foram preenchidos em período posterior as inspeções, podendo ter sido calculados no campo, caso fosse interesse do agricultor, ou, sempre que possível, foram processados em laboratório.

3.8 Relatório de inspeção

O relatório de inspeção (ver exemplo em Apêndice D) foi entregue ao proprietário em período posterior as inspeções através de nova visita da equipe de trabalho a propriedade, onde, esclarecimentos foram feitos pela equipe a respeito do estado de conservação e uso da máquina. Em sendo necessário, foram feitas ressalvas a respeito de não conformidades que deverão ser corrigidas sobre a máquina.

3.9 Atividades Laboratoriais

Todas as atividades laboratoriais foram realizadas junto às instalações do Laboratório de Agrotecnologia, localizado na Universidade Federal de Santa Maria. Dentre as atividades de laboratório pode-se destacar a discussão e tabulação dos dados levantados, preparo e limpeza do material a ser utilizado, reuniões da equipe entre outras mais. Para a o preparo de material, tabulação e análise dos dados foram utilizados vários Softwares, entre eles, GPS Trackmaker[®], Google Earth[®], Microsoft Office Word[®], Microsoft Office Excel[®] e Corel Draw[®] 9.0.

3.10 Contrapartida da Universidade Federal de Santa Maria

Para a realização deste projeto, houve grande contrapartida da Universidade Federal de Santa Maria. Para os deslocamentos da equipe de trabalho, foi disponibilizado um veículo de marca Toyota e Modelo Bandeirantes utilizado durante

todos os deslocamentos da equipe do projeto. Como estruturas laboratoriais foram utilizadas as dependências do Laboratório de Agrotecnologia como local de reuniões, discussão de todas as etapas e atividades do projeto. Como equipamentos de inspeção a campo foram utilizadas bancadas de ensaio, pontas de pulverização, manômetros, bomba de pressão e outros equipamentos disponíveis no setor.

Como recursos humanos, Professores do Curso de Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, alunos de graduação e alunos de pós-graduação compuseram a equipe de trabalho que discutiu sobre a definição da melhor metodologia a ser utilizada nas atividades de inspeção, que se deslocou nas saídas de campo e também foram envolvidos nas atividades laboratoriais.

3.11 Avaliação de impacto humano, ambiental, operacional e econômico

Após identificação da influência e condição operacional de cada um dos mais de 30 itens avaliados por este projeto, foi realizada uma avaliação de impacto humano, ambiental, operacional e econômico. O objetivo desta avaliação foi de identificar o impacto negativo dos itens inspecionados sobre cada um dos itens levados em consideração (Homem, ambiente, atividade de pulverização e impacto econômico). Neste sentido, buscou-se identificar o principal motivo de alguns itens que se apresentaram não conformes sobre os pulverizadores não são corrigidos pelos aplicadores e que acabam agindo negativamente sobre os processos de pulverização.

Assim, foram estabelecidas classes de impacto com notas variando de 0 a 10, conforme estabelecido abaixo (Tabela 6).

Tabela 6 - Faixas de avaliação de impacto dos itens inspecionados

Avaliação do impacto	Nota atribuída
Nulo	0
Muito baixo	2
Baixo	4
Médio	6
Alto	8
Muito alto	10

A atribuição de cada nota se deu pelo conhecimento e observações da equipe durante a realização deste projeto e conforme consultas bibliográficas realizadas e considerações a respeito de impactos de não conformidades (Santos, 2005; FAO, 1997; Goellner, 2001; Antuniassi, 2004).

3.12 Classificação final dos pulverizadores agrícolas

Após realização das avaliações acima descritas, realizou-se a classificação dos pulverizadores conforme situação dos itens inspecionados no sentido de chamar atenção às condições de trabalho atuais. Assim, a metodologia utilizada para a classificação dos pulverizadores foi baseada em metodologia descrita por Gracia & Val (2001). Essa metodologia é utilizada para a classificação pulverizadores inspecionados na Espanha, no entanto, mais indicada para pulverizadores conhecidos como turbo ou turbo atomizadores, que predominam em uso naquele país e que apresentam algumas diferenças estruturais quanto aos pulverizadores de barras. Assim, adotou-se semelhante metodologia com algumas adaptações às condições dos pulverizadores de barras em uso e predomínio no Brasil.

A classificação final de cada equipamento foi dada em três diferentes classes. Uma das classes, para aqueles pulverizadores que observaram as mínimas condições exigidas para uso principalmente no que diz respeito a adequação da máquina a condição esperada pelo proprietário e estado de conservação e uso obedecendo a alguns critérios mínimos, nestes casos os pulverizadores foram classificados como aptos ao uso. A segunda classe seria de pulverizadores não-aptos, ou seja, não atenderam às condições mínimas necessárias para estarem aptos ao uso. Assim, os proprietários das máquinas classificadas como não-aptas foram notificados através de relatório de inspeção entregue pela equipe do projeto para corrigir as não conformidades constatadas. Entre as não conformidades constatadas nos equipamentos, houve classificação em leves ou graves conforme os riscos que apresentam sobre o meio ambiente, o operador ou influência sobre a eficiência operacional dos processos de pulverização. Veja abaixo (Tabelas 7, 8 e 9) os critérios mínimos para classificação dos pulverizadores inspecionados.

Tabela 7 - Descrição de conformidades das partes e itens dos pulverizadores e tratores agrícolas

Depósito	<ul style="list-style-type: none"> - Correto fechamento da tampa - Indicador de nível de calda legível e com escala visível - Ausência de fugas de calda - Válvula de drenagem (se presente) em bom estado
Manômetro e regulador	<ul style="list-style-type: none"> - Diâmetro externo igual ou maior do que 63 mm - Manômetro sem perdas de glicerina (nível acima de 3/4 do volume total) - Bom funcionamento (erro admissível de $\pm 10\%$) - Funcionamento correto do regulador
Filtros	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de filtro no bocal, aspiração da bomba e linhas - Filtros limpos - Malhas em bom estado
Bicos e pontas	<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste dentro dos limites admissíveis - Ausência de obstruções - Dispositivo antigotejo - Ausência de fugas nas conexões
Proteção e segurança	<ul style="list-style-type: none"> - Proteção correta da tomada de potência e junta cardânica - Proteção correta de correias e polias - Proteção correta do eixo livre da bomba
Verificações sobre o trator	<ul style="list-style-type: none"> - Ruído ao ouvido do operador em valor aceitável (menor do que 85 dB) - Presença de EPCC e proteção solar - Tatômetro em bom estado - Acelerador manual em bom estado - Rotação padrão

Na Tabela 8 estão descritos os requisitos de conformidades leves que deverão ser observadas. Neste caso, o pulverizador não estará classificado como inapto ao uso, porém, algumas não conformidades deverão ser corrigidas para que este passe a condição de apto ao uso em inspeções futuras.

Tabela 8 - Descrição de não conformidades leves das partes e itens dos pulverizadores e tratores agrícolas

Depósito	<ul style="list-style-type: none"> - Fechamento da tampa deficiente - Indicador de nível de calda ilegível e/ou sem escala - Restos de produtos externamente - Fugas de calda em gotejamento - Válvulas de drenagem com vedação ineficiente ou gotejamento
Manômetro e regulador	<ul style="list-style-type: none"> - Diâmetro da circunferência do manômetro inferior a 63 mm - Perdas de glicerina (nível menor do que 3/4 do volume total) - Esfera do manômetro sujo - Funcionamento com erro além do tolerado ($\pm 10\%$) - Funcionamento incorreto do regulador
Filtros	<ul style="list-style-type: none"> - Filtros com resíduos - Fugas em gotejamento ou escorrimento
Bicos e pontas	<ul style="list-style-type: none"> - Máximo de 15% das pontas com desgaste excessivo ou defeituosas - Presença de pontas obstruídas - Um ou mais dispositivos antigotejo inexistentes ou deteriorados - Fugas nos bicos ou condução hidráulica, sem gotejos contínuos
Proteção e segurança	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo de proteção da TDP e junta cardânica ineficiente - Proteção insuficiente de correias e polias - Ausência de proteção do eixo livre da bomba
Verificações sobre o trator	<ul style="list-style-type: none"> - Ruído ao ouvido do operador excessivo (maior do que 85 dB) - Presença de proteção solar ao operador - Ausência de EPCC - Tratômetro em bom estado - Acelerador manual danificado - Rotação fora da faixa padrão

Na Tabela 9 estão descritas as faltas graves dos equipamentos inspecionados. Sempre que uma ou mais destas faltas foram encontradas sobre as máquinas, estas foram classificadas como não aptas ao uso e foram reprovadas por esta inspeção.

Tabela 9 - Descrição de não conformidades graves das partes e itens dos pulverizadores e tratores agrícolas

Depósito	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de tampa de fechamento - Indicador de nível de calda ausente - Acumulação de produtos no interior do tanque - Fugas de calda em escorrimentos - Válvula de drenagem ausente ou com vazamentos
Manômetro e regulador	<ul style="list-style-type: none"> - Manômetro sem glicerina, inoperante ou ausente - Escala do manômetro ilegível - Funcionamento defeituoso do regulador ou com vazamentos
Filtros	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistência de filtros no bocal, aspiração da bomba e/ou em linhas - Malhas deterioradas - Filtros danificados
Bicos e pontas	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de pontas com desgaste excessivo (vazão superior a 10% da média de todas as pontas) - Fugas de calda sobre um ou mais portabicos
Proteção e segurança	<ul style="list-style-type: none"> - Proteção da TDP e junta cardânica inexistente - Proteção de correias e polias inexistentes - Ausência de proteção do eixo livre da bomba
Verificações sobre o trator	<ul style="list-style-type: none"> - Ruído ao ouvido do operador excessivo - Ausência de EPCC em bom estado - Ausência de Proteção solar ao operador - Tratômetro danificado/ausente - Acelerador manual ausente

Nos casos em que foi constatada reprovação parcial, deverá haver inspeção nas próximas etapas do projeto para acompanhamento da evolução das condições das máquinas.

Nos casos em que foram observadas não conformidades graves, o proprietário foi esclarecido sobre as faltas observadas e orientado a não mais utilizar a máquina até que os problemas sejam solucionados por completo. Depois de inspecionados, os pulverizadores receberam um número controle para identificação em uma base de dados dos equipamentos já vistoriados.

Ao proprietário do equipamento foi fornecido um relatório de inspeção, onde constam dados sobre a inspeção, desconformidades observadas e medidas a serem tomadas para sua correção, caso necessário. Nos pulverizadores inspecionados foi colocada uma etiqueta adesiva a qual irá servir como identificadora da situação do equipamento com base na classificação e útil para acompanhamento futuro da situação do pulverizador através de outras etapas do

projeto. Para todas as máquinas classificadas como aptas ao uso utilizou-se de etiquetas com fundo verde (Figura 15a), máquinas que apresentaram reprovação parcial foram identificadas com etiquetas amarelas (Figura 15b) e máquinas reprovadas, ou seja, que apresentaram não conformidades graves foram identificadas pelo uso de etiquetas com fundo vermelho (Figura 15c). Ver melhor descrição das etiquetas no Apêndice C deste documento.

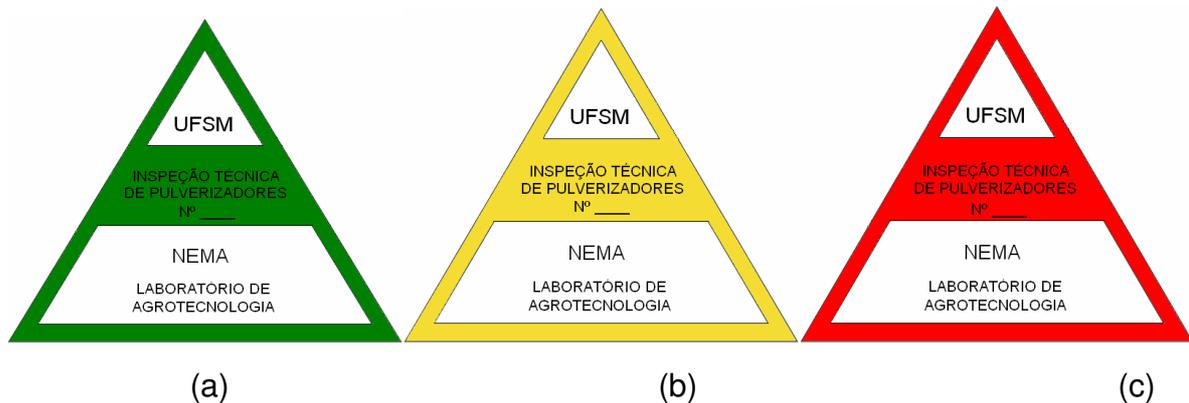


Figura 15 - Etiquetas identificatórias e de classificação final dos pulverizadores agrícolas.

O material utilizado para construção das etiquetas identificatórias foi escolhido de modo a ser impermeável e resistente para que permaneça sobre as máquinas por um tempo mínimo de ao menos um ano para permitir acompanhamento futuro do lote de pulverizadores já inspecionados.

Assim, esta avaliação abrangeu tanto informações sobre condições de aplicação quanto informações do estado de conservação e uso dos tratores e pulverizadores agrícolas.

O objetivo desse tipo de avaliação, assim como realizado em diversos países do mundo, é de que se consiga realizar avaliações práticas e rápidas sobre as máquinas seguindo-se uma padronização de atividades e que em países como o Brasil ainda não foram estabelecidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Máquinas inspecionadas e localização espacial

As cidades abrangidas pelo projeto estão abaixo listadas com respectivos números de máquinas inspecionadas. Do total de 28 municípios da região, foi possível abranger 16 municípios na esta primeira etapa do projeto. Ao total foram inspecionados 84 pulverizadores agrícolas em uso na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 10).

Tabela 10 - Cidades abrangidas pelo projeto, classificação e número de pulverizadores agrícolas inspecionados

Município	Tipo de pulverizador (Classe)			Total
	Engate aos três pontos (1)	Engate de arrasto (2)	Autopropelido (3)	
Agudo	3	0	0	3
Cachoeira do Sul	0	2	0	2
Dilermano de Aguiar	7	3	2	12
Dona Francisca	11	0	0	11
Formigueiro	4	2	0	6
Faxinal do Soturno	5	0	0	5
Itaara	2	0	1	3
Júlio de Castilhos	1	0	0	1
Restinga Seca	0	2	1	3
Santa Maria	20	4	0	24
São João do Polêsine	2	0	0	2
São Martinho da Serra	1	1	1	3
São Pedro do Sul	3	0	0	3
São Sepé	3	2	0	5
Silveira Martins	1	0	0	1
Tupaciretã	0	0	2	2
Total	61	16	7	84
	72,62%	19,05%	8,33%	100%

A área total atendida pelas máquinas inspecionadas por este trabalho correspondem a um total aproximado de 23.243 hectares (em torno de 3,4% da área agrícola total da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul) correspondendo aos cultivos de soja, arroz, milho, e trigo com participações de 65,98, 30,60, 2,28 e 1,14% em áreas, respectivamente.

A área total aplicada ao ano com as máquinas inspecionadas totalizou ao redor de 129.517 hectares, conforme informações dos operadores, e indicando média de 5,8 aplicações por ano por cultura, se for considerado o valor médio total.

Ao total, foram envolvidas 82 propriedades neste trabalho e que apresentaram uma área média de 276 hectares cada. Em duas propriedades, devido a grande área cultivada, realizou-se inspeção de dois pulverizadores em cada uma destas. Assim, este projeto abrangeu um total de 75 tratores agrícolas, 77 pulverizadores sem fonte de potência própria e 7 pulverizadores autopropelidos.

O deslocamento total da equipe do projeto foi de 13.188 quilômetros percorrendo os municípios da região no período de 10 de janeiro a 2 de agosto de 2008. Assim, chegamos a uma média final de 157 quilômetros deslocados e totalizando um valor aproximado de 7 horas de trabalho para cada conjunto mecanizado inspecionado. Assim, foi observado valor médio em torno de 1 hora para apresentação do projeto aos proprietários e preparação de máquinas para inspeção, em torno de 2 horas gastas com as atividades de inspeção dos itens sobre as máquinas, em torno de 2 horas dispensas em média para deslocamento da equipe até as máquinas, em torno de 1,5 horas para geração de cada relatório e tempo médio de 0,5 horas para gastas para apresentação e entrega de relatórios.

A Figura 16 ilustra a distribuição espacial e local das máquinas inspecionadas e a localização dos municípios que participaram desta primeira etapa do projeto.

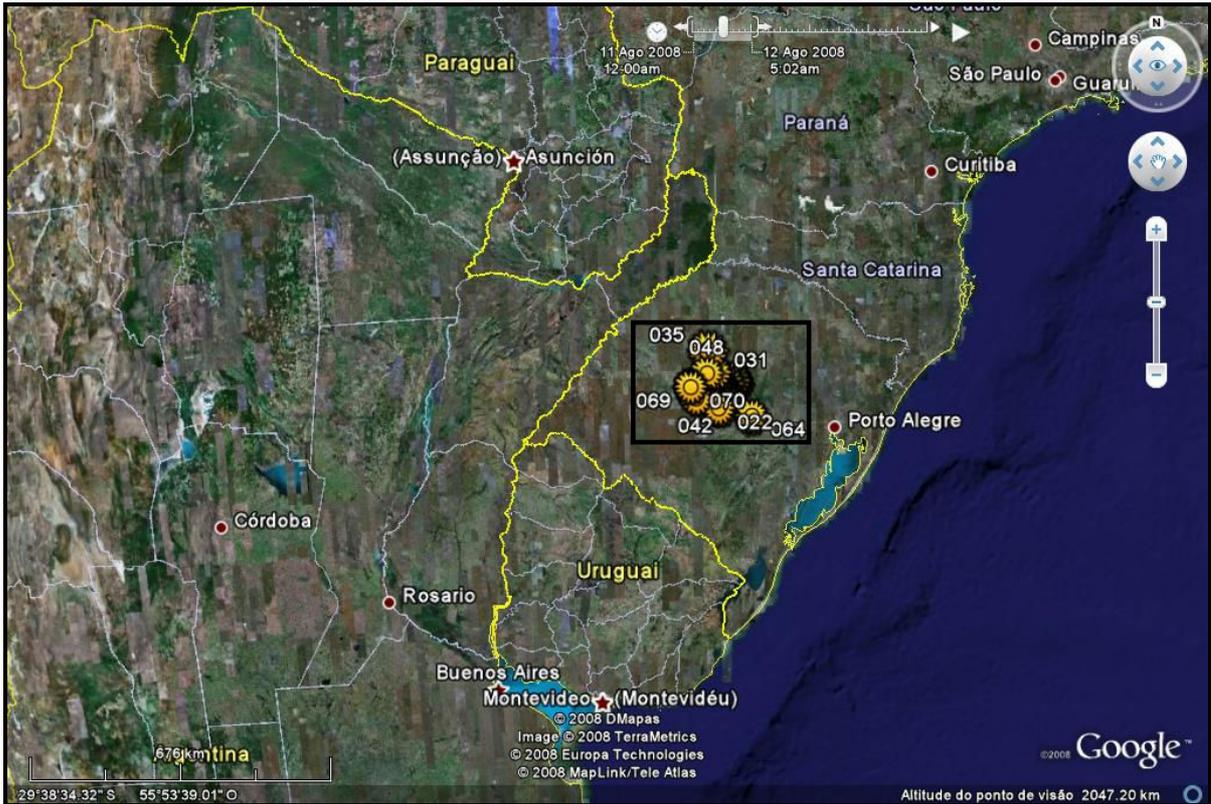


Figura 16 – Mapa espacial de distribuição dos pulverizadores inspecionados.

Fonte: GOOGLE EARTH®, 2008.

Para a documentação de informações do projeto, foi gerado um banco de dados onde ficaram registradas as posições geográficas de cada máquina durante o momento de inspeção (ver Apêndice E). O objetivo principal deste registro foi facilitar com que trabalhos subseqüentes sejam realizados abrangendo a estas e a outras máquinas e para isso espera-se contar com apoio governamental tanto no sentido político como financeiro a exemplo do que já ocorre em diversos países no mundo.

Ao considerar-se o custo total por inspeção de cada máquina e o benefício que podemos obter através de retornos, no sentido de maior eficiência dos agrotóxicos em uso e talvez menores gastos governamentais com saúde e possíveis intoxicações que possam vir a ocorrer, fica mais do que provada a viabilidade de adoção destes projetos. Se fosse mensurado ainda o custo que uma intoxicação ambiental ou humana venha a impactar em prejuízos ao longo do tempo e pelo número de incidentes que ocorrem com o uso de agrotóxicos no Brasil, não restam dúvidas de que já se perdeu muito pela falta de regularização dos projetos de inspeção no País.

4.2 Aceitabilidade do projeto

Embora se tratando de um projeto que demandou bom tempo dos aplicadores e disponibilidade das máquinas, a aceitabilidade do projeto foi excelente, houve grande interesse dos agricultores em participar do projeto, sendo que, todas as viagens realizadas tiveram destinos pré-determinados devido a inspeções previamente agendadas através de solicitações realizadas à equipe do projeto. Neste sentido, em torno de 75% das máquinas inspecionadas tiveram suas inspeções previamente agendadas, ou seja, a forma de acesso às máquinas foi programada, o que colaborou em muito com a logística de deslocamento da equipe do projeto.

Assim, destaca-se a grande importância da continuidade e enriquecimento deste projeto principalmente por ser uma grandiosa fonte de informações para órgãos de ensino como a Universidade Federal de Santa Maria e pela grande função social que este tipo de trabalho possa vir a representar dentro das propriedades que sejam abrangidas pelo trabalho futuramente.

4.3 Identificação e classificação das máquinas inspecionadas

4.3.1 Tratores agrícolas

Quanto à divisão dos tratores agrícolas utilizados junto aos processos de pulverização no que diz respeito a marcas comerciais (Figura 17), houve predomínio da marca A com participação de 49,33%, seguida de marca B (20%), marca C (16%), marca D (8%), marca E (4%) e marca F (2,67%).

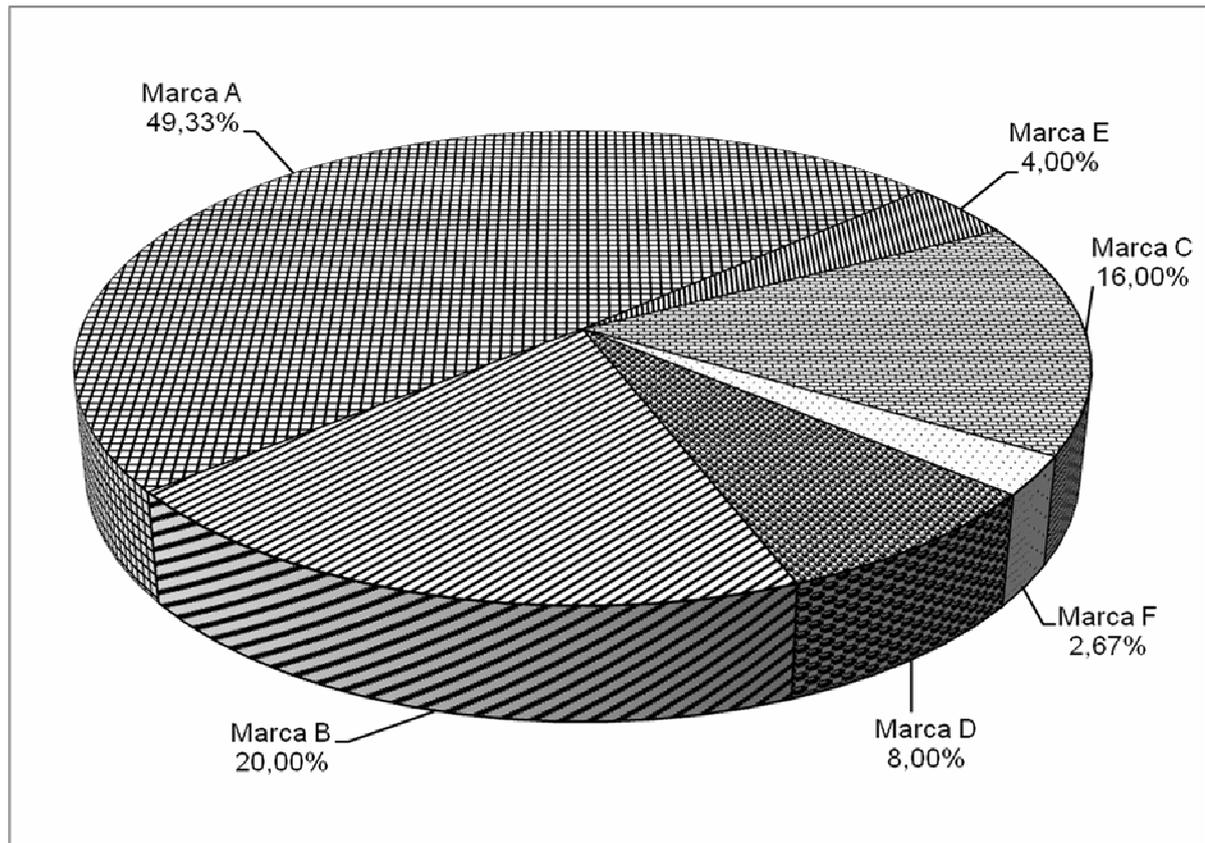


Figura 17 - Distribuição dos tratores agrícolas inspecionados quanto à marca comercial¹.

Nesta linha, Ereno (2008) encontrou predomínio de tratores da marca A na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

Da mesma maneira do que foi observado com o lote de pulverizadores inspecionados, duas das marcas com maiores participações na população de tratores inspecionados, marcas B e C, mesmo estando fora do mercado nacional de tratores agrícolas atualmente, representaram expressiva participação (total de 36%) no total de máquinas inspecionadas, ou seja, explicam em parte o motivo de se observar envelhecimento da frota de tratores agrícolas na região.

4.3.2 Pulverizadores agrícolas

A divisão dos pulverizadores, conforme marcas comerciais estão a seguir discriminadas (Figura 18).

¹ A análise de marcas comerciais neste trabalho não representa marketing, propaganda, recomendação de uso, aprovação ou reprovação.

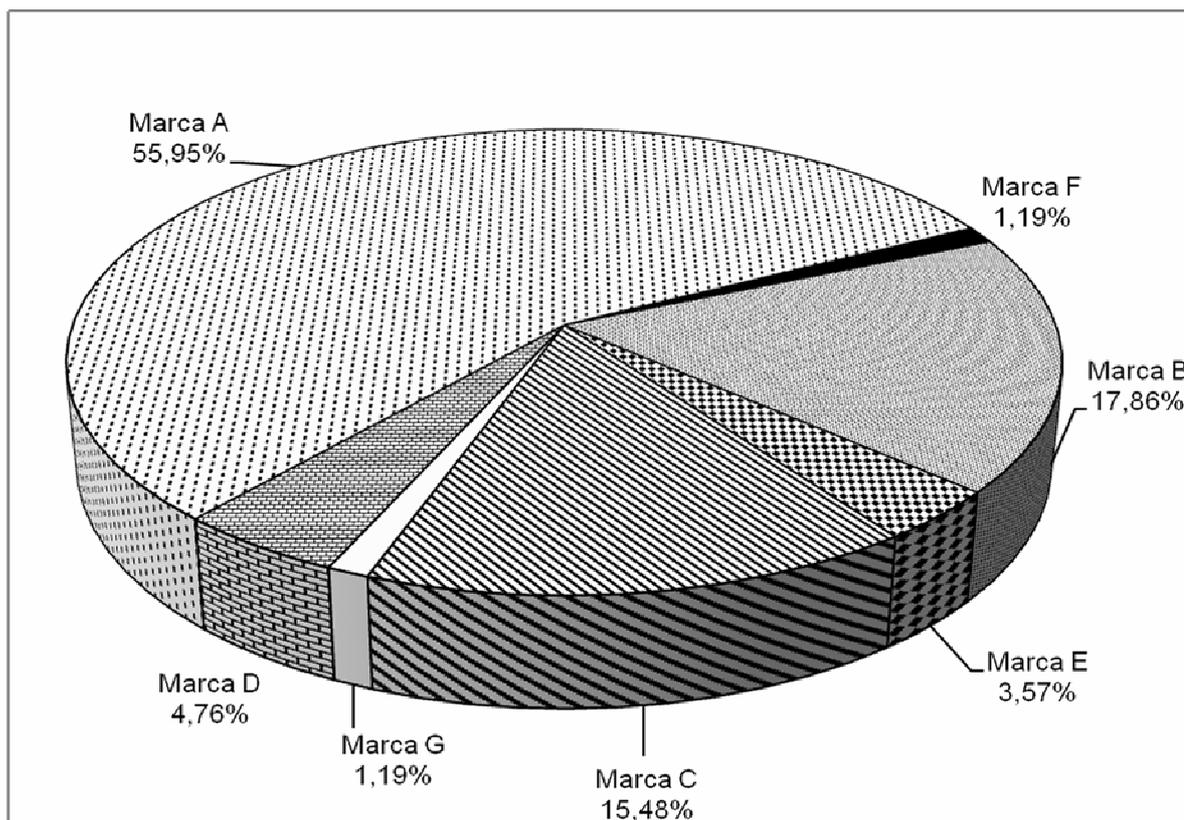


Figura 18 - Distribuição de pulverizadores quanto à marca comercial².

Ao total, 7 marcas compuseram a população amostral de pulverizadores com participação decrescente em ordem com marca A (55,95%), marca B (17,86%), marca C (15,48%), marca D (4,76%), marca E (3,57%) e marcas F e G em sexta e sétima posição com igual participação de 1,19% cada.

É interessante ressaltar a participação da marca B, fora do mercado nacional já há aproximadamente 18 anos e, mesmo assim, participando com 17,86% da população amostral do projeto. Isso demonstra claramente o envelhecimento crítico da frota de pulverizadores agrícolas em uso atualmente na região o que se torna extremamente prejudicial à obtenção de melhores qualidades de aplicações e segurança ambiental por se tratarem, em grande parte, e conforme constatado, de máquinas sem presença de dispositivos de proteção e segurança básicos tais como: válvulas antigotejo sobre os bicos de pulverização, proteção da tomada de potência, mecanismos de tríplex lavagem, reservatório de água limpa e incorporador de agrotóxicos.

² A análise de marcas comerciais neste trabalho não representa marketing, propaganda, recomendação de uso, aprovação ou reprovação.

A respeito do tipo de máquinas, foram inspecionados 7 pulverizadores autopropelidos, 16 pulverizadores com engate de arrasto pela barra de tração dos tratores e 61 pulverizadores com engate aos três pontos do sistema hidráulico dos tratores. A característica de predomínio de máquinas de pequeno porte com engate aos três pontos do sistema hidráulico dos tratores provavelmente esteja ligada ao tamanho das propriedades abrangidas, as quais apresentaram uma área agrícola média de 276 hectares, variando de extremos de propriedades com 7 hectares a propriedades com 1.812 hectares de cultivo agrícola, sendo que 59,5% das propriedades apresentaram área agrícola menor do que 200 hectares cultivados, onde em condições normais de cultivos de soja ou arroz irrigado, se consegue atender de maneira satisfatória com um pulverizador de pequeno porte.

Analisando a frota de pulverizadores inspecionados, foi determinado que 14,3% das máquinas apresentaram ano de fabricação igual ou inferior a 1980, coincidindo exatamente com o período de grande expansão no ramo de máquinas agrícolas no Brasil conforme destacado por ANFAVEA (2005). Nesta época, além da inexistência de legislação rigorosa quanto ao projeto de máquinas direcionadas aplicação de agrotóxicos, como infelizmente ainda não há no Brasil, havia agricultores com grau de instrução muito baixo e com pouca exigência do mercado quanto à qualidade das máquinas fabricadas e, aliado a tudo isso, uma enorme demanda em máquinas devido ao grande crescimento agrícola do país na época e ao abundante apoio governamental e de capital estrangeiro para que a área e produção agrícola nacional tivessem crescimento.

Nos países da União Européia, há obrigatoriedade de que os fabricantes de máquinas agrícolas ou florestais obedeçam a Diretiva de Segurança em máquinas. Dentre os itens requeridos para aprovação das máquinas, estão aqueles de segurança ao operador, particulares em cada caso e tipo de máquina (ALONÇO, 2004). Embora não haja fiscalização, as empresas européias se responsabilizam por eventuais erros de projetos ou danos que venham a ocorrer futuramente sobre os operadores (MÁRQUEZ & SCHLOSSER, 2001).

Um processo consolidado de desenvolvimento de novas máquinas é fundamental para que sejam obtidos produtos com maior qualidade e confiabilidade e para que atendam as demandas e necessidades dos clientes com segurança ao meio ambiente e segurança e ergonomia aos operadores (ROMANO, 2003).

4.3.3 Idade de tratores e pulverizadores agrícolas

Como resultados quanto à idade das máquinas inspecionadas, pode-se perceber o envelhecimento das frotas de tratores e pulverizadores agrícolas, sendo que foram encontradas máquinas com idade acima de 15 anos em 36,9% e 59,5% dos pulverizadores e tratores inspecionados, respectivamente (Figura 19).

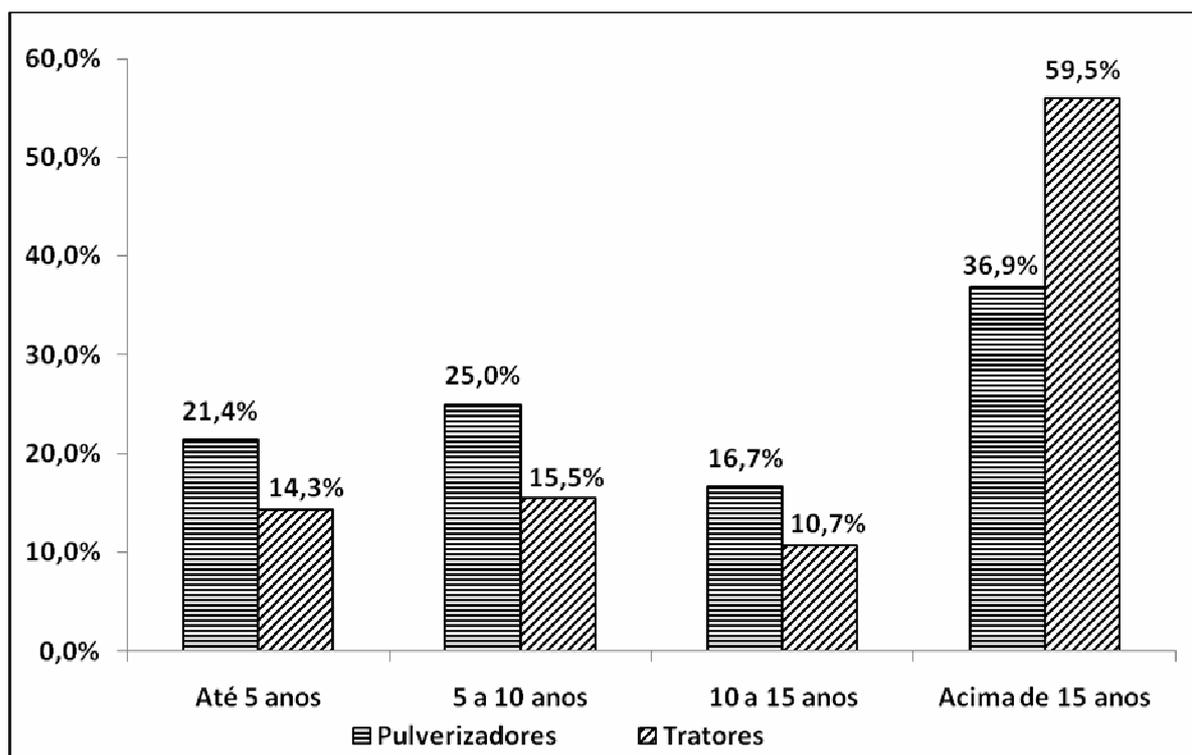


Figura 19 - Classificação de tratores e pulverizadores agrícolas quanto ao tempo de uso (anos).

Corroborando, Debiasi et al. (2004) determinaram que 73% dos tratores agrícolas analisados na Depressão Central do Rio Grande do Sul superaram os dez anos de utilização. Para tratores foi determinado que 14,3% da frota amostral tinham idade até 5 anos (Classe 1), 15,5% com idade entre 5 a 10 anos (Classe 2) e 10,7% com idade entre 10 a 15 anos (Classe 3). A idade média determinada foi de 16,79 anos e sendo que o trator com idade mais avançada apresentou 38 anos desde a data de fabricação. Em 2004, a média de idade dos tratores agrícolas estava em 17,5 anos para esta mesma região (DEBIASI et al.,2004). Para Ereno (2008), a idade média determinada dos tratores agrícolas utilizados nas empresas rurais que cultivam as culturas de soja e arroz irrigado na Depressão Central do Rio Grande do Sul foi de 14,82 anos.

Na Espanha foi determinada frota semelhante ao encontrado para o Brasil considerando a divisão por faixa etária, onde apenas 12% dos tratores apresentavam até 5 anos de uso e 54% das máquinas apresentavam idade superior a 15 anos (MIGUIJÓN & MÁRQUEZ, 2004). Essa situação é extremamente preocupante e deve exigir maior atenção governamental no sentido de investimentos de renovação de frotas de tratores e colheitadeiras com motores agrícolas mais eficientes e novos implementos com maior confiabilidade e eficiência operacional como valorização de uso da matriz energética de cada país.

Assim, é possível afirmar que os tratores utilizados nas atividades de pulverização, são em geral, aquelas máquinas com maior idade dentro da propriedade e que recebem mínimas condições de manutenção para trabalharem adequadamente nestes processos. Como exemplo destas inadequações pode-se citar a ausência de cabines, proteção solar através de toldos e ruídos excessivos dos motores em uso nos tratores agrícolas.

Quanto aos pulverizadores, em geral, a situação não está muito diferente, apenas 21,4% dos pulverizadores apresentaram idade até 5 anos, 25% entre 5 e 10 anos, 16,7% entre 10 e 15 anos e 36,9% com idade maior do que 15 anos. A idade média dos pulverizadores foi de 17,36 anos e onde uma máquina apresentou 41 anos de uso desde o ano de fabricação. Gandolfo (2001) determinou idade média de 9,2 anos para pulverizadores inspecionados no Estado de São Paulo.

Se for levada em conta a classificação de Gandolfo (2001), o número de pulverizadores considerados “novos” que foram inspecionados, ou seja, máquinas com dois anos ou menos de uso desde a data de fabricação, identificamos apenas 7 máquinas (8,33%), do total de 84 máquinas analisadas, podem ser consideradas como novas. Isso reafirma a condição precária e o envelhecimento da grande maioria dos pulverizadores agrícolas em uso na Depressão Central do Rio Grande do Sul.

4.4 Avaliação de manômetros

Na inspeção de manômetros, observou-se que 20,5% dos pulverizadores inspecionados estavam sem este equipamento, 49,4% das máquinas apresentaram manômetros em operação e 30,1% apresentaram manômetros danificados, ou seja, inoperantes (Figura 20).

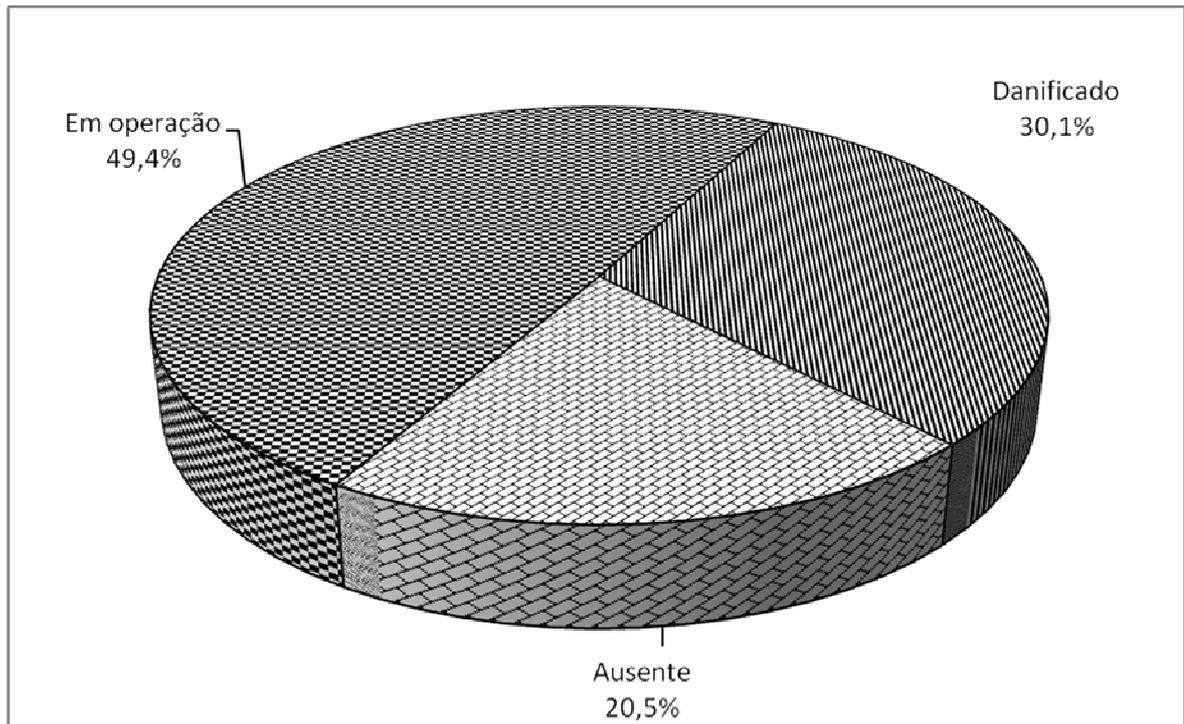


Figura 20 - Condição dos manômetros presentes nos pulverizadores agrícolas inspecionados.

Desta forma, os manômetros em operação foram submetidos ao teste de bancada para terem a precisão de leitura de pressão avaliada. Veja a seguir (Figura 21) exemplo de manômetro danificado e que não atendeu ao mínimo de precisão necessária.



Figura 21 - Manômetro inadequado sendo inspecionado sobre bancada de teste.

Dentre as avaliações realizadas sobre os manômetros, diâmetro externo, operacionabilidade, nível de glicerina e precisão de leitura, esta última foi a avaliação de maior impacto negativo sobre avaliação final, onde os manômetros deveriam atender as mínimas condições de avaliação em cada um dos quatro itens (Tabela 11).

Tabela 11 - Itens de avaliação sobre os manômetros e aprovação determinada

Avaliação	Aprovação (%)	Reprovação (%)
Diâmetro externo	66,70	33,30
Em operação	49,40	50,60
Nível de glicerina*	29,76	70,24
Precisão de leitura	28,60	71,40
Avaliação final	19,05	80,95

*Manômetros que não exigem glicerina para trabalho não foram avaliados quanto a este item.

Quanto ao nível de glicerina, foi considerado o nível mínimo de 3/4 do volume total do manômetro para aprovação para manômetros que exigem glicerina ao trabalho. Veja exemplo de manômetro reprovado quanto ao nível de glicerina na figura a seguir (Figura 22).



Figura 22 - Manômetro reprovado quanto ao nível de glicerina.

Assim a aprovação final dos manômetros ficou em 19,05%, ou seja, de 84 pulverizadores, apenas 16 apresentaram leituras precisas de pressão, diâmetro

externo mínimo atendido e nível de glicerina adequado quando necessário no manômetro.

4.5 Avaliação de filtros

Na avaliação final dos filtros (Tabela 12), foi possível constatar que apenas 19% das máquinas apresentaram todos os filtros e em condições mínimas de trabalho no que diz respeito a ausência de resíduos ou presença de malhas deterioradas que de certa forma invalida a função principal dos filtros dos circuitos hidráulicos.

Tabela 12 - Diagnóstico das condições dos filtros utilizados nos pulverizadores

Tipo de filtro	Bom estado (%)	Danificado (%)	Ausente (%)
Reservatório	73,8	13,6	12,6
Bomba de sucção	86,9	10,7	2,4
Linhas	59,5	6	34,5

Quanto aos filtros do circuito hidráulico dos pulverizadores, pode-se observar que 26,2% das máquinas apresentaram ao menos um filtro danificado e sendo que em 50% dos pulverizadores, havia ausência de ao menos um destes filtros sobre o circuito hidráulico de pressão. Assim, apenas 23,8% dos pulverizadores inspecionados apresentaram todos os filtros em bom estado.

Os filtros de linha foram aqueles que apresentaram maior percentagem de ausência sobre os pulverizadores inspecionados por este projeto (34,5%). Neste mesmo sentido, Gandolfo (2001) determinou ausência de filtros de linha em 47,4% das máquinas inspecionadas.

Quanto à presença de resíduos sobre os filtros, em 67,8, 41,7 e 23,8% dos casos foi observada presença considerável de resíduos nos filtros da bomba de sucção, filtros de linha e filtros do reservatório, respectivamente. Neste sentido, Gracia & Val (2001) determinaram presença considerável de resíduos em 27, 4,8 e 30% dos filtros da bomba de sucção, filtros de linha e filtros do reservatório, respectivamente.



Figura 23 - Filtro do reservatório com resíduos e filtro da bomba de sucção com resíduos e com malha danificada.

Desta forma, considerando aqueles pulverizadores que apresentaram todos os filtros em bom estado de conservação de malhas e sem a presença de resíduos que pudessem estar prejudicando o fluxo da calda pelo circuito hidráulico, determinou-se um total de apenas 11 máquinas (13%) aprovadas.

4.6 Avaliação de bicos, pontas de pulverização e taxa de aplicação

A média de espaçamentos incorretos entrebicos observados sobre as barras de pulverização ficou em 1,93 e erro médio de 22,73% do espaçamento padrão considerado por pulverizador. Os maiores valores de erros foram de 76,3% e -34,25% de diferença entre o valor padrão esperado e os valores de espaçamentos medidos entre os bicos. Veja exemplo de espaçamento inadequado entrebicos na Figura 24.



Figura 24 - Medição de espaçamento incorreto entrebicos.

Na análise da calibração dos equipamentos inspecionados, foi verificado erro de -4,92% entre a média de valores esperados de volume de aplicação de calda e o que realmente foi determinado. De maneira geral, foi determinado valor médio desejado de volume de aplicação de calda em 128,2 litros por hectare, sendo que foi determinado valor médio de 121,9 litros por hectare. A diferença entre os valores (-4,92%) provavelmente possam ser explicados devido a vazamentos presentes em grande parte dos pulverizadores. No caso mais extremo constatado, o proprietário esperava aplicar 170 litros de calda por hectare, no entanto, o valor medido foi de 77,45 litros de calda aplicados por hectare (erro de -54,44%), ou seja, o excedente de calda (em torno de 92,55 L.ha⁻¹) estava sendo lançado indiscriminadamente ao ambiente em vazamentos contínuos localizados na parte traseira e inferior do pulverizador nas conduções hidráulicas e filtro da bomba, e que não estavam visuais ao alcance do operador quando posicionado sobre o assento do trator agrícola. Para agravar ainda mais este caso, foi observado que a pressão do circuito hidráulico estava em 142 kPa, ou seja, abaixo da faixa recomendada para a ponta 11002, em uso na barra de pulverização.

O maior erro excedente de taxa de aplicação constatado foi de 57,9%. Considerando uma tolerância de erro de taxa de aplicação de $\pm 5\%$ entre valores

esperados e valores determinados (OZKAN, 1987), constatou-se que 62 pulverizadores (73,8%) estavam calibrados inadequadamente e aplicando taxas de aplicação fora da faixa desejada.

Assim, em muitos casos, conforme foi observado, os erros excessivos de taxas de aplicação estiveram ligados a pontas desgastadas ou devido à presença de vazamentos sobre o circuito hidráulico da máquina, que não são considerados durante as formas de calibrações volumétricas normalmente utilizadas e abrangendo poucas pontas como referência de valor a toda máquina, condições que provavelmente não seriam identificadas e corrigidas caso não houvessem sido realizadas inspeções sobre estas máquinas.

Nos casos em que as dosagens mostraram-se aquém dos valores desejados, pode-se constatar grande relação com mangueiras do circuito hidráulico torcidas ou quebradas, presença de pontas obstruídas e/ou presença de pontas de diferentes vazões trabalhando sobre a mesma seção de pulverização. Assim gostaríamos de destacar a importância de que durante calibração de dosagens dos pulverizadores, sejam realizadas leituras de vazão de calda no maior número de pontas possíveis e não em poucas como realmente é recomendado em catálogos comerciais de empresas de máquinas e agrotóxicos.

Na avaliação das pontas presentes sobre os pulverizadores inspecionados, foi seguida metodologia proposta por Langenakens & Pieters (1998), onde o máximo de erro aceitável quanto a vazão individual foi de $\pm 10\%$ em comparação com a média dos valores de todas as pontas presentes sobre as barra de pulverização. Assim foi determinado um valor médio de 3,3 pontas inadequadas para cada pulverizador, observando-se um valor extremo de 16 pontas de pulverização inadequadas em uma única máquina, sendo que 2 pontas apresentavam-se obstruídas e representando 66,67% do total de pontas presentes na máquina que, de maneira geral, apresentou erro de taxa de aplicação de apenas 0,06%. Gandolfo (2001) observou que a vazão dentro dos limites de $\pm 5\%$ sobre a média da barra ocorreu em 18,4% dos pulverizadores inspecionados, média de 5,5 pontas inadequadas por máquina e erro máximo de taxa de aplicação em 290,8%.

Quanto à combinação de pontas em cada máquina, foi determinado um valor médio de 0,74 pontas descombinadas por barra de pulverização e um valor máximo de seis pontas descombinadas em uma mesma barra de pulverização (1/3 da largura da barra de pulverização) e sendo que neste caso a maior parte das pontas

foram do tipo 110015 e as pontas descombinadas do tipo 11004. Para esta mesma máquina o erro de taxa de aplicação de calda esteve dentro do limite tolerável. Assim, destaca-se mais uma vez a grande importância de se estar avaliando a condição individual de cada ponta de pulverização periodicamente antes da realização de aplicações evitando-se a utilização de pontas desuniformes e que possam prejudicar a qualidade final de pulverização.

A presença de válvulas antigotejo foi observada em 42 das 84 máquinas inspecionadas, situação provavelmente ligada a elevada vida útil observada das máquinas e grande concentração de máquinas com mais de 10 anos de idade, onde válvulas antigotejos normalmente não eram previstas nos projetos de pulverizadores das fábricas nacionais. Gandolfo (2001) determinou ausência de antigotejadores em 30,3% das máquinas inspecionadas.

Quanto a classe de agroquímico, a maior parte das máquinas estavam sendo utilizadas com aplicações de herbicidas (45,2%), seguido de fungicidas (27,4%), inseticidas (25%) e fertilizantes (2,4%). Essa predominância de aplicação de herbicidas está ligada à época de realização das inspeções sobre as máquinas.

Quanto ao tipo de ponta de pulverização houve predomínio de pontas de jato plano sendo que as pontas de modelo 110015 estiveram presentes em 51,2% dos casos, em 28,6% dos pulverizadores houve presença das pontas modelo 11002, em terceiro lugar as pontas 11001 com participação de 9,5% seguidas do modelo 11003, 4,6%, pontas 11004 em 3,7% e pontas 8002 em 2,4 % dos casos apenas.

4.7 Avaliação de elementos de proteção e segurança

Dentre os itens considerados como elementos de proteção e segurança e avaliados por este projeto, percebe-se que o incorporador de agrotóxicos foi o item com maior ausência dentre as máquinas, apresentando-se em bom estado apenas em 33,3% das máquinas (Tabela 13).

Tabela 13 - Avaliação de elementos de proteção e segurança

Item	Bom estado (%)	Danificado (%)	Ausente (%)
Tampa do reservatório	76,3	17,8	5,9
Incorporador de agrotóxicos	33,3	-	66,7
Reservatório de água limpa	38,0	6,0	56,0
Avaliação final	7,1	21,4	71,5

Neste sentido, apenas 7,1% das máquinas inspecionadas apresentaram-se conformes quanto às exigências sobre os itens tampa do reservatório, presente e com fechamento correto, incorporador de agrotóxicos e reservatório de água limpa presentes e em bom estado. Assim, 21,4% das máquinas apresentaram ao menos um destes itens presentes, porém não cumprindo com sua função efetiva por estarem danificados e 71,5% das máquinas apresentaram um ou mais dos itens acima ausente(s) e, comprometendo desta maneira, a segurança ambiental e/ou segurança operacional do aplicador.

Quanto aos indicadores de nível de calda, foi determinado ausência do item em 38,1 % das máquinas e 5,95% das máquinas apresentaram o item, porém, com escala ilegível ou sem escala. Logo, apenas 56% das máquinas apresentaram o indicador de nível de calda em bom estado operacional (Figura 25).



Figura 25 - Indicador de nível de calda com escala legível ao operador.

Ao considerar a presença de resíduos de agrotóxicos sobre os itens avaliados nos pulverizadores, foi observada maior contaminação do reservatório de agrotóxicos no lado externo. Assim, 36 máquinas (42,85%) apresentaram presença de resíduos na parte externa do reservatório de calda (ver exemplo na Figura 26).



Figura 26 - Presença de resíduos na parte externa do reservatório de calda de agrotóxicos.

4.8 Índices de mecanização agrícola

4.8.1 Tratores agrícolas

No sentido de enriquecer os conhecimentos obtidos com este trabalho, seguem diversos dados referentes aos índices de mecanização dos processos de pulverização agrícola analisados. A Tabela 14 demonstra alguns dados referentes à intensidade de uso, idade e estado de conservação dos tratores agrícolas quanto a alguns dos itens analisados.

Tabela 14 - Dados operacionais sobre os tratores agrícolas inspecionados

	Potência nominal do motor*	Idade*	Vida útil*	Acelerador manual*	Tratômetro*
Forma de avaliação	Kilowatt (kW)	Anos	Horas	Bom estado (%)	
Valor médio	69,61*	16,79*	11.235*	91,67*	82,25*

*Valores médios da população amostral.

Assim, é possível perceber que a intensidade de uso dos motores dos tratores está com número de horas médio além do recomendado como sendo valor máximo recomendado para vida útil destas máquinas no Brasil. Situação explicada pela idade média determinada de 16,79 anos.

Além disso, itens como acelerador manual e tratômetro, indispensáveis para monitoramento e manutenção de rotação constante dos motores, estavam danificados em 8,33% e 17,75%, respectivamente.

A potência média observada sobre os motores agrícolas foi de 69,61 kW. Neste sentido, é preocupante o uso desnecessário em muitos casos de tratores com potência excessiva acima da demanda pelo processo de pulverização. Neste ponto, em muitos casos foi observado o uso de tratores potentes que são utilizados em semeadura (operação que demanda maior potência) de culturas e posteriormente utilizado em pulverização. Nos processos de pulverização que utilizam máquinas aplicadoras de engate aos três pontos do sistema hidráulico dos tratores, onde normalmente a potência requerida é pequena e varia, em geral, entre 2 a 5 kW. Assim, desnecessário se faz o uso de tratores potentes, como observado, por exemplo, uso de tratores com até 96 kW de potência nominal no motor nas atividades de aplicação de agrotóxicos. SENAI (2008) recomenda o uso de tratores não excedentes a 44 kW de potência nominal do motor para uso em atividades de pulverização de pequenas propriedades agrícolas. Maiores informações sobre cada trator inspecionado por este projeto podem ser visualizadas no Apêndice F.

Quanto ao posto de operação dos tratores foram avaliados os itens Estrutura de Proteção Contra o Capotamento (EPCC), proteção solar ao operador, presença de cabines e também tipo de posto de operação. Como resultado, foi observado que apenas 35,71% dos tratores agrícolas apresentaram EPCC, 14,29% apresentaram apenas proteção solar ao operador através de toldos metálicos e sem a presença de EPCC e 50,0% dos tratores apresentaram-se sem a presença de EPCC e toldo, ou seja, sem proteção solar ao operador (ver exemplo na Figura 27).



Figura 27 - Trator agrícola sem estrutura de proteção contra o capotamento e utilizado com pulverizador de engate aos três pontos do sistema hidráulico.

Como neste trabalho, grande parte dos pulverizadores foram de acoplamento aos três pontos do sistema hidráulico dos tratores e, em se tratando de reservatórios de calda que serão levantados a alturas acima, e em posição atrasada, com relação ao centro de gravidade (CG) do trator, modificando completamente o CG do conjunto, de fundamental importância se faz a presença de EPCC no sentido de proteger o operador quanto a possíveis tombamentos laterais e longitudinais. Outro dado preocupante é de que apenas 4 postos de operação estavam equipados com cinto de segurança e em todos os casos os operadores alegaram não utilizá-lo durante as aplicações ou deslocamentos em estradas e rodovias.

Assim, metade dos tratores agrícolas inspecionados não apresentaram qualquer forma de proteção (toldo, cabine ou EPCC) ao operador, ficando este em risco às condições e contaminações ambientais provenientes de condições climáticas ou operacionais. Na mesma linha, Debiasi et al. (2004) cita que pouco mais de 27% dos tratores avaliados, possuíam estes dispositivos, ficando o operador totalmente desprotegido. As atividades agrícolas, diferente de muitas atividades desenvolvidas pelo ser humano, em sua grande maioria expõem o operador a

condições insalubres tais como, calor, frio, sol, poeira e ruído excessivo (CORRÊA & RAMOS, 2003).

Outro dado observado neste trabalho diz respeito a presença de cabines sobre os tratores utilizados nos processos de pulverização onde apenas 20 máquinas apresentaram cabines, porém, apenas 3 máquinas (3,57%) demonstraram apresentar cabines com ar condicionado e carvão ativo, requisito fundamental para máquinas que realizam operações com agroquímicos. A importância das cabines é tal que, em alguns países (Inglaterra, Suécia e Finlândia), todos os tratores novos obrigatoriamente devem ser equipados de fábrica com cabines (SPRINGFELDT, 1996). Porém, na maioria dos países, grande parte dos tratores agrícolas ainda não possui cabine. Neste sentido, Febo & Pessina (1995), em trabalho realizado na Itália, encontraram que apenas 24% dos tratores analisados estavam equipados com cabines. Todavia, para as condições nacionais, Schlosser (2001) expõe que a agricultura brasileira, em geral, ainda não tem condições de absorver o custo das cabines, resultando numa baixa utilização deste dispositivo.

4.8.2 Pulverizadores agrícolas

A seguir são apresentadas informações a respeito de índices de mecanização agrícola determinados sobre os pulverizadores inspecionados (Tabela 15).

Tabela 15 - Dados operacionais determinados sobre os pulverizadores em uso

Fator / item	Tipo de máquina		
	Sistema de três pontos (1)	Engate de arrasto (2)	Autopropelido (3)
Velocidade (km.h ⁻¹)	6,41	5,75	10,4
Área atendida (ha.ano ⁻¹)	116,2	576,7	1.023,0
Área aplicada (ha.ano ⁻¹)	638,5	3.182,0	5.620,9
Proporção	1,0	5,0	8,8
Horas de trabalho por ano	148,3	473,1	386,9
Largura de barra (m)	11,70	14,83	20,57
Capacidade operacional (ha.h ⁻¹)	4,38	6,42	13,28

Quanto a velocidade operacional dos sistemas mecanizados, é possível visualizar a alta velocidade operacional possível com uso de pulverizadores autopropelidos o que explica os grandes valores de capacidade operacional destas máquinas em relação aos demais tipos de sistemas avaliados.

Ainda relacionado à velocidade operacional e também grandemente influenciada pela largura útil das barras de pulverização, visualiza-se que a área média aplicada pelos pulverizadores autopropelidos é 8,8 vezes maior comparado a área média aplicada por ano pelos pulverizadores com engate aos três pontos do sistema hidráulico.

Equipamentos autopropelidos são projetados para trabalho em grandes velocidades de trabalho, normalmente dotados de grandes reservatórios de calda e maiores larguras de barras, o que permite maiores velocidades de trabalho, capacidades e eficiências operacionais. Como desvantagens, as máquinas autopropelidas apresentam maior custo inicial de aquisição em comparação aos outros modelos disponíveis no mercado, no entanto esse custo é facilmente diluído pela pontualidade de ação das aplicações, melhor qualidade de pulverização e menores gastos com operadores. De maneira geral, as máquinas autopropelidas apresentaram o maior nível de conformidade com as exigências impostas pelo projeto de inspeção.

A área média atendida por cada classe de pulverizador foi de 116,2, 576,7 e 1.023 hectares por ano e áreas médias aplicadas de 638,5, 3.182 e 5.620,9 hectares para máquinas de classes 1, 2 e 3, respectivamente.

4.8.4 Processos de pulverização por culturas agrícolas

Quanto a características operacionais por culturas, foi possível determinar maior velocidade operacional das máquinas sobre a cultura da soja em comparação a cultura do arroz irrigado, valores de 6,8 e 4,9 km.h⁻¹, respectivamente (Tabela 16).

Tabela 16 - Características operacionais de pulverização sobre as culturas da soja e arroz irrigado

	Velocidade (km/h)	Aplicações por ano
Cultura da soja	6,8	6,7
Cultura do arroz	4,9	4,2
Média*	6,3	5,8

*Valores médios baseados em toda a população amostral.

O número de aplicações de agrotóxicos por ano também foi superior para cultura da soja, média de 6,7 aplicações anuais contra 4,2 para a cultura do arroz

irrigado. Assim, a capacidade operacional das máquinas que trabalham em áreas de cultivo inundado, como o caso do arroz irrigado, são em geral menores, o que está principalmente ligado às menores velocidades de trabalho nestes casos.

Na Figura 28 é demonstrada a relação entre a área média atendida por metro de barra de pulverização observada para os diferentes tipos de pulverizadores e para as culturas de soja e arroz irrigado.

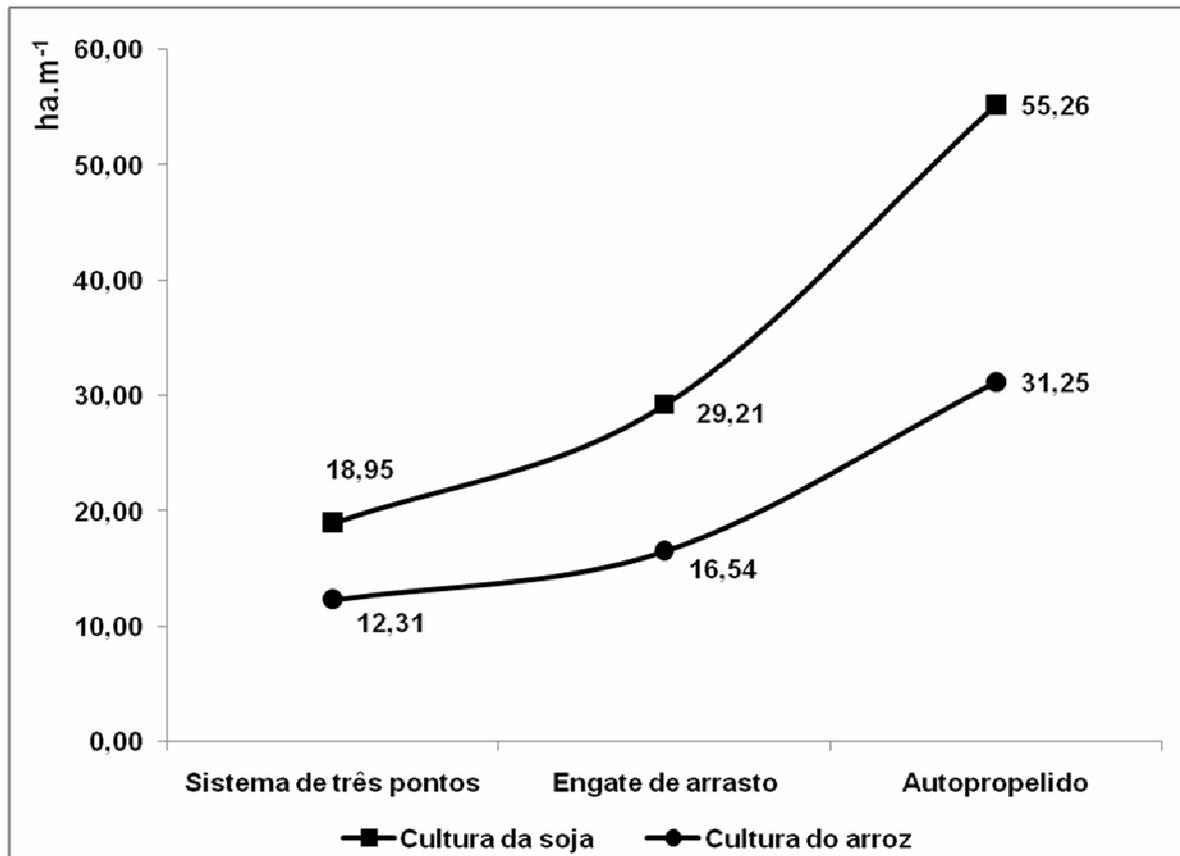


Figura 28 - Área média atendida por metro de barra de pulverização para diferentes tipos de pulverizadores e culturas.

Neste sentido, e com base nos dados levantados, é possível entender que a mesma máquina tem capacidade de atender maior área cultivada por ano quando se tratar de cultivo da soja em comparação ao cultivo de arroz irrigado. Assim, para uma mesma área e considerando o mesmo número de aplicações realizadas, seria necessário um maior número de máquinas aplicadoras para o cultivo de arroz em comparação com o cultivo da soja para as condições regionais abordadas por este trabalho.

Para os casos analisados por este trabalho sobre o cultivo de soja, foi observado relação de 18,95, 29,21 e 55,26 hectares manejadas por ano por cada

metro de barra de pulverização disponível para pulverizadores classes 1, 2 e 3, respectivamente.

Nos casos de cultivo de arroz irrigado estes valores foram menores, 12,31, 16,54 e 31,25 hectares por metro de barra de pulverização disponível para pulverizadores com sistema de engate aos três pontos, sistema de engate de arrasto a barra de tração do trator e pulverizadores autopropelidos, respectivamente.

Reafirmamos que estes dados são valores reais observados e que podem não refletir valores Marca Enejados de índices de mecanização agrícola, porém, descrevem o que está sendo utilizado atualmente na região pelos produtores agrícolas.

4.9 Aprovação dos itens inspecionados

Na Figura 29 está descrita a ordem de aprovação dos principais itens analisados conforme determinação com a metodologia proposta por este trabalho. Neste caso, foi gerado uma ordem crescente de aprovação considerando 21 itens analisados no projeto quanto a pulverizadores e tratores agrícolas. Desta forma, determinou-se que o item proteção da tomada de potência foi o item com maior reprovação dentre as máquinas seguido de condição de manômetros dos pulverizadores (segundo lugar em reprovação) e rotação inadequada da tomada de potência (terceiro lugar).



Figura 29 – Aprovação de itens avaliados durante a inspeção dos tratores e pulverizadores agrícolas.

Dentre os itens que justificaram o grande número de pulverizadores reprovados pode-se destacar a ausência de proteção da tomada de potência. Mesmo estando entre um dos maiores causadores de acidentes, no que diz respeito a tratores agrícolas, ainda tem seu risco ignorado por grande parte dos operadores. Assim, o dispositivo de proteção esteve ausente em 53,6% dos pulverizadores, presente porém apresentando proteção ineficiente do órgão ativo em 38,07% das

máquinas e apresentando proteção correta em apenas 8,33% das máquinas. Ros (2006) encontrou aprovação da proteção da tomada de potência em apenas 19% de pulverizadores inspecionados na Argentina. Todavia, Gracia & Val (2001) determinaram aprovação do item em 63% de um total de 570 máquinas inspecionadas na Espanha. Conforme Couto (2008) em torno de 20% dos acidentes de trabalho na agricultura são relativos a tarefas com tratores agrícolas, o autor cita ainda que em torno de 54% de acidentes leves e 14,8% dos acidentes graves são causados devido condição de equipamentos inadequados, ou seja, ocorrem naquelas condições onde itens de segurança não estão devidamente adequados ou por que as máquinas em uso não recebem a devida manutenção. Para Alonço (2006), toda peça móvel que apresente risco ao operador, tais como, engrenagens, volantes, excêntricos e outros, deverão ser projetados embutidos ou protegidos.

Debiasi et al. (2004), determinou que 81,82% dos casos de acidentes ocorridos com envolvimento de máquinas agrícolas estiveram envolvidos com atitudes inseguras. Atitudes inseguras simbolizam negligências dos operadores durante as operações ao desconsiderarem os riscos aos quais estiveram expostos durante as jornadas de trabalho. Neste sentido podemos considerar a falta de proteção ou proteção inadequada da árvore cardânica da tomada de potência e também a aproximação de pessoas a elementos móveis sem proteção e em movimento como sendo exemplos de atitudes inseguras. Márquez (1990) destaca que em torno de 80% dos acidentes com tratores agrícolas na Europa são ocasionados devido a atitudes inseguras do operador. Para Debiasi et al. (2004), 9,09% dos acidentes com máquinas agrícolas ocorrentes na região central do Rio Grande do Sul estão ligados a falta de proteção de partes ativas. Para Couto (2008), uma das principais causas dos acidentes com máquinas agrícolas pode ser explicada ao fato de a maioria dos operadores (em torno de 61%) não terem freqüentado cursos de operação de tratores agrícolas com ênfase à segurança.

O uso de rotação inadequada da tomada de potência para acionamento dos pulverizadores agrícolas aparece em terceiro lugar no ranking de itens não conformes (20,23% de aprovação). Ao considerar também a adequação da rotação imposta aos pulverizadores, sendo que esta devesse estar próxima ao valor de 540 r/min, rotação padrão para as máquinas comercializadas no mercado nacional, foi observado que apenas 20,23% das máquinas estariam próximo da rotação padrão considerando erro tolerável de até $\pm 5\%$. Ao cruzar informações sobre proteção e

rotação adequada da tomada de potência, foi possível observar que apenas 5 pulverizadores (5,95%) estariam aprovados quanto a este item, ou seja, reprovação final de 94,05% dos pulverizadores quanto a conformidade de trabalho da tomada de potência quanto a sua funcionalidade e segurança ao operador.

Em segundo lugar na ordem de itens não conformes, os manômetros estiveram dentro do padrão mínimo esperado de funcionalidade em precisão de leitura, nível de glicerina e diâmetro externo em apenas 19,05% (16 pulverizadores). Cruciais para o monitoramento e calibração do pulverizador, este item merece maior atenção e provavelmente esteja envolvido em grande parte com a ineficiência de várias aplicações realizadas pelas máquinas inspecionadas, devido a observarem-se alguns pulverizadores utilizando de pontas de grande vazão e com pressão de trabalho abaixo da mínima recomendada para este tipo de ponta. Salieta-se aqui também a necessidade de treinamento técnico dos operadores, embora não avaliado por este trabalho, percebemos a urgente necessidade de que isso seja colocado em prática. Mesmo quanto ao item manômetro, boas partes dos operadores alegaram não saber a real função dos valores de pressão indicados pelos manômetros quando em funcionamento e qual sua relação com o tipo de pontas e dosagens adequadas.

Em quarto lugar de reprovação, a presença de Estrutura de proteção contra capotamento foi observada em apenas um terço das máquinas inspecionadas e deve ser corrigida. Devido ao envelhecimento da frota de tratores agrícolas, talvez seja conveniente a troca dos tratores sem EPCC por tratores dotados dessa proteção para as atividades de pulverização, o que geralmente, pode ocorrer mesmo na própria propriedade com o uso de tratores dotados de EPCC.

4.10 Avaliação final de impacto humano, ambiental, operacional e econômico

Ao analisar-se a influência de cada item devido a impactos negativos sobre o Homem, ambiente, atividade de pulverização e impacto econômico (Figura 30) pode-se concluir pelo motivo de que alguns itens que foram reprovados em grande parte das máquinas inspecionadas, tais como, proteção da tomada de potência e ruído ao ouvido do operador, por exemplo, são itens que tendem a influir negativamente sobre a integridade humana e são itens que dispõem riscos operacionais diretos aos operadores e podendo causar danos irreversíveis a saúde destes. Ao analisarmos

estes dois itens, se tem o entendimento de que itens como estes, embora exijam baixos custos para suas correções, não recebem atenção pelo operador devido ao baixo impacto operacional direto ao processo de pulverização.

Ao levar em consideração o item presença de resíduos externos sobre os pulverizadores inspecionados, observa-se que embora apresente baixo ou nenhum custo para a manutenção das máquinas aplicadoras sem resíduos externamente, muitas vezes este item não se apresenta em conformidade sobre as máquinas devido a ser um item de baixo impacto operacional, porém, apresenta grande risco ao ambiente e, ao Homem como consequência, devido a contaminação que os resíduos possam causar por onde as máquinas se deslocam durante os processos de pulverização e reabastecimento das máquinas.

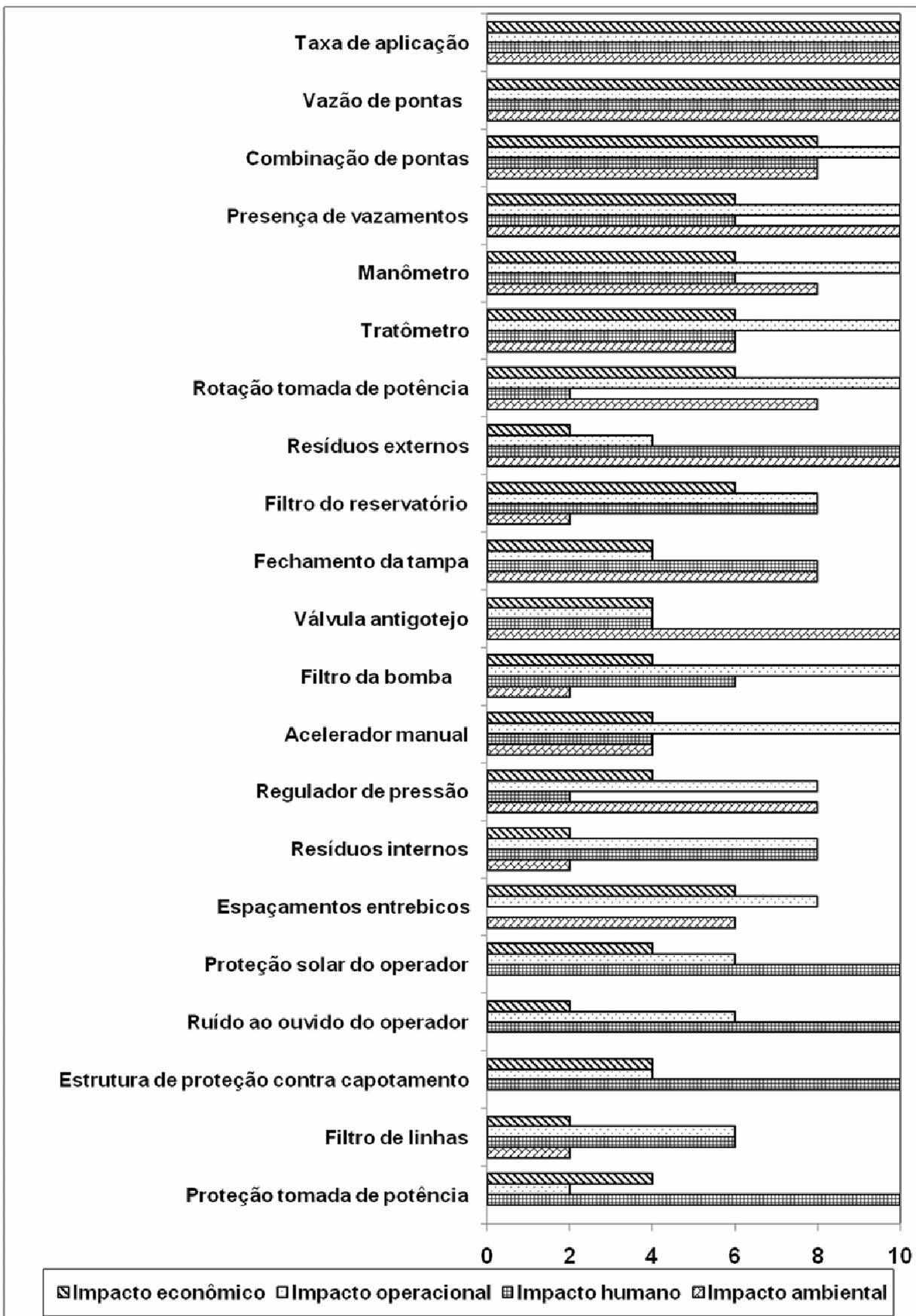


Figura 30 – Avaliação final de impacto ambiental, humano, operacional e financeiro de acordo com não conformidades dos itens inspecionados.

Nesta avaliação é possível destacar itens como erros de taxa de aplicação, pontas desgastadas ou não combinadas quanto ao tipo e presença de vazamentos sobre as máquinas, itens que exigem pouco esforço operacional e econômico dos aplicadores e que deveriam ser corrigidos pela facilidade e pelos impactos negativos que possam trazer no âmbito operacional e econômico aos processos de pulverização caso não sejam corrigidos.

Quanto aos itens que mais causam impacto ambiental negativo cita-se a falta de válvulas antigotejos, presença de resíduos externos e vazamentos sobre o circuito hidráulico dos pulverizadores.

Assim, os itens que mais impactam sobre a integridade e segurança do operador, destaca-se o ruído excessivo sobre os postos de operação, determinado em 2/3 dos tratores inspecionados, a falta de proteção da TDP e a falta de proteção solar e EPCC sobre as máquinas.

Quanto à avaliação de ruídos sobre os postos de operação de tratores agrícolas, a NR 15 (1990) destaca os limites relativos à exposição ao ruído, indicando como prejudicial o valor de 85 dB como sendo máximo tolerável para uma exposição de 8 horas diárias de trabalho. Os níveis de ruído causados por tratores representam condição de trabalho extremamente desconfortável para o operador e que proporciona grande risco de perda auditiva (SANTOS FILHO, 2002). O operador de máquinas agrícolas está sujeito a elevados níveis de ruído em todas as práticas agrícolas avaliadas, sendo necessário o uso de protetores auriculares durante a operação (SOUZA et al., 2008).

4.11 Estimativas de prejuízos devido a não conformidades

Embora reconhecendo que cada caso tem suas particularidades, determinou-se alguns valores de estimativa de prejuízos devido a não conformidades observadas sobre a condição média de operação das máquinas autopropelidas inspecionadas.

No caso de pontas inadequadas, ao considerar-se os valores médios de largura de barra de aplicação, área média aplicada por ano e considerando um custo médio de aplicação de R\$ 65,00 por hectare, considerando o valor de aplicação de um herbicida seletivo em arroz irrigado ou soja e incluindo custos de operador, máquinas e agrotóxico, determinou-se um valor final de prejuízo direto de

R\$ 4.452,00 devido à ineficiência de aplicação por ponta de pulverização desgastada, considerando o valor médio determinado de 5,8 aplicações em uma safra agrícola com uso de uma máquina autopropelida.

Ao considerar que a diferença entre as taxas de aplicação esperadas pelos aplicadores e as taxas de aplicação determinadas pelo projeto (erro médio de -4,9% em relação ao esperado) sejam relativas a vazamentos e considerando a média determinada de 2,26 vazamentos por máquina, significa que há um prejuízo médio anual em torno de R\$ 2.182,00 por vazamento. Nestas condições, parece estar havendo prejuízo médio de R\$ 4.931,00 por máquina devido a vazamentos por safra agrícola de soja ou arroz irrigado, ou seja, do valor médio de 724.500 litros de calda aplicados por cada pulverizador autopropelido anualmente, 40.470 litros de calda estão sendo perdidos, causando contaminação ambiental e prejuízo financeiro ao proprietário devido a uma não conformidade normalmente de fácil e rápida solução.

Ainda considerando a situação acima, há um prejuízo financeiro aproximado de R\$ 25.311.097 devido a fugas de calda sobre as máquinas aplicadoras considerando a área agrícola da Depressão Central do Rio Grande do Sul e considerando apenas cultivos de soja e arroz irrigado. Se estimássemos danos ambientais destas não conformidades sobre as máquinas aplicadoras ou custos da realização de novas aplicações para o mesmo fim sobre os cultivos devido à ineficiência de algumas aplicações realizadas e afetadas por algumas não conformidades levantadas por este projeto, os prejuízos seriam ainda maiores, o que reafirma o benefício de implantação e regularização de projetos de inspeções técnicas sobre os pulverizadores agrícolas no estado do Rio Grande do Sul.

4.12 Disponibilidade de informações

Após a conclusão deste projeto, todas as informações coletadas estarão disponíveis em arquivo de banco de dados localizado no Laboratório de Agrotecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, podendo ser utilizado como base para outros trabalhos ou consulta de relatórios por parte dos produtores ou pesquisadores interessados. A posse das informações estará sob guarda do autor e do orientador deste trabalho.

4.13 Classificação final dos processos de pulverização agrícola

4.13.1 Divisão das máquinas por classes de aprovação

Baseado em todos os requisitos apresentados na metodologia deste trabalho e considerando as condições do estado de conservação e uso constatadas nas máquinas inspecionadas, foi determinado aprovação de uso em apenas 4 pulverizadores (4,76%) da população total amostrada (Figura 31), 29 máquinas (34,53%) apresentaram reprovação parcial, ou seja, apresentaram uma ou mais não conformidades leves (Tabela 7), e assim, os proprietários obtiveram explicações a respeito dessa(s) falha(s) e poderão ter suas máquinas aprovadas em inspeções futuras, caso seja(m) corrigida(s) a(s) não conformidade(s) conforme orientações fornecidas pela equipe do projeto.

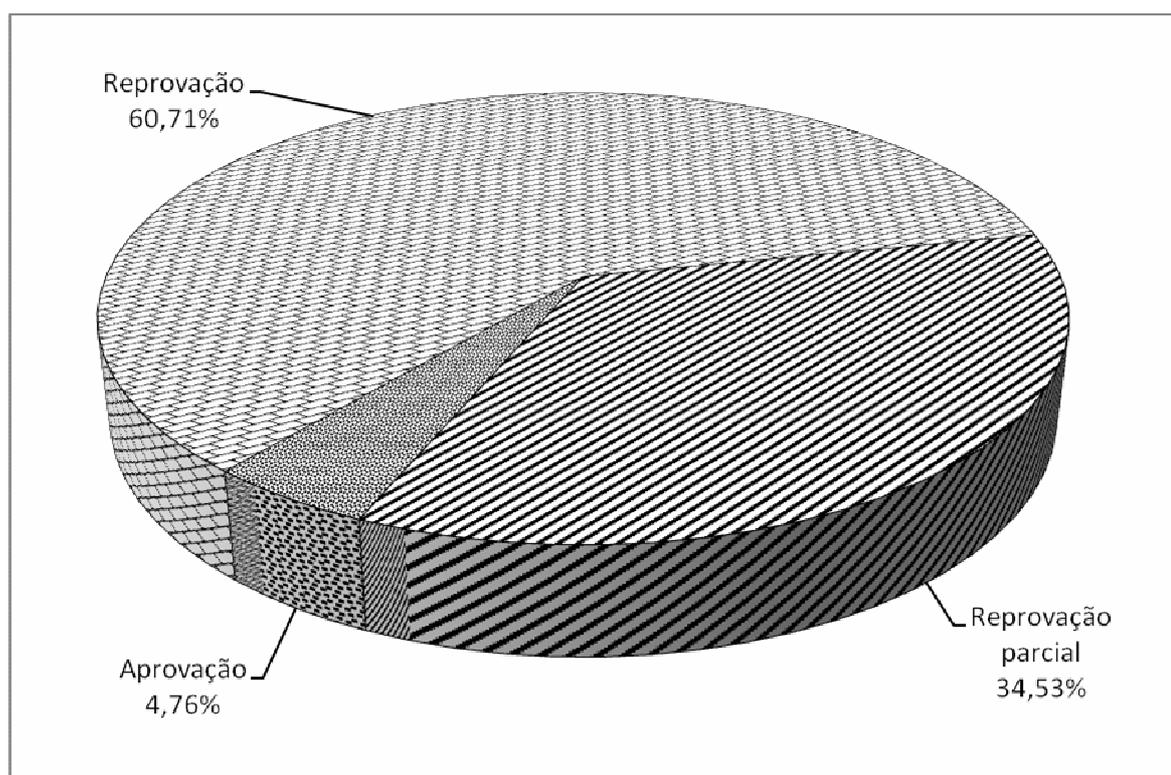


Figura 31 – Classificação final dos pulverizadores agrícolas após as inspeções.

Por terem apresentado uma ou mais não conformidades consideradas como graves pela metodologia adotada (Tabela 8), tais como, ausência de proteção de órgãos móveis, por exemplo, tomada de potência, ou por apresentarem ausência de manômetro, fundamental para que a calibração dos pulverizadores seja

realizada, 60,71% das máquinas (51 pulverizadores) foram reprovadas e não deveriam estar sendo utilizadas nos processos de pulverização, principalmente pelo impacto negativo que possam estar causando ao ambiente e/ou ao operador por riscos de segurança ou contaminação indevida pelos agrotóxicos pulverizados. Neste sentido, Gracia & Val (2001) citam que na Espanha, apenas 5,26% das máquinas inspecionadas em projeto de inspeção desenvolvido na região de Valencia foram reprovadas de um total de 570 máquinas.

Ao final deste documento (Apêndice E) está descrita a classificação de todas as máquinas quanto às três diferentes classes. Salienta-se que esta avaliação final foi baseada em diversos trabalhos e critérios nacionais e internacionais, no sentido de proposta de metodologia para ser utilizada sobre as máquinas pulverizadoras dotadas de barras de pulverização da região. Por não haver legislação competente sobre o assunto no Brasil, este trabalho não teve fim fiscalizatório e sim fim exploratório das condições de trabalho das máquinas na região.

4.13.2 Classificação conforme tipo de máquina inspecionada

De maneira a melhor entender a caracterização das máquinas que foram aprovadas ou reprovadas por este projeto, foi realizada a divisão das máquinas inspecionadas nas três classes já comentadas (pulverizadores com engate aos três pontos do sistema hidráulico, pulverizadores com engate a barra de tração dos tratores e pulverizadores autopropelidos). Assim, segue na Figura 32 a divisão das máquinas de cada classe quanto as três classes quanto a aprovação ou reprovação por este projeto.

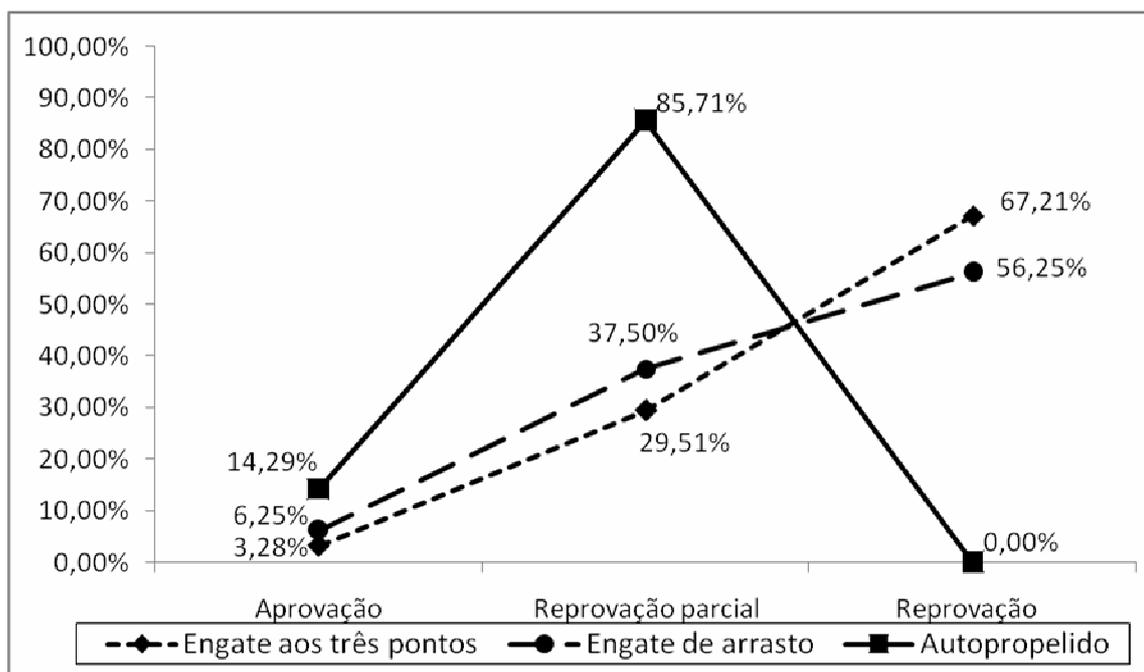


Figura 32 – Classificação final quanto ao tipo de pulverizadores inspecionados.

Ao analisar-se a classe de pulverizadores com engate aos três pontos do sistema hidráulico dos tratores agrícolas, é possível perceber que estas máquinas obtiveram aprovação em apenas 3,28% da população total, 29,51% das máquinas apresentaram não conformidades leves e foram classificadas como reprovadas em parcial e 67,21% dos pulverizadores foram reprovados por terem apresentado uma ou mais não conformidades graves.

A classe de pulverizadores com engate de arrasto, apresentou 6,25% de aprovação, 37,5% de reprovação parcial e 56,25% de máquinas reprovadas devido a não conformidades graves.

A classe de pulverizadores autopropelidos apresentou 14,29% dos pulverizadores aprovados, 85,71% de reprovação parcial e nenhuma máquina reprovada.

Assim, conclui-se que as máquinas de tipo 1 e 2 (pulverizadores de engate aos três pontos do sistema hidráulico e máquinas de engate pela barra de tração dos tratores agrícolas), máquinas sem fonte de potência própria, são aquelas que apresentaram maiores valores de reprovação. Desta maneira, os pulverizadores autopropelidos ofereceram melhores condições operacionais e de segurança ao Homem e ao meio ambiente. Os maiores valores de capacidades operacionais e maiores velocidades de deslocamentos já permitem com que sejam obtidos menores contatos do ser humano com a máquina para aplicação de uma mesma

área com uso de máquinas autopropulsadas comparadas a máquinas não propulsadas e, na busca dessa maior eficiência de trabalho, as máquinas autopropelidas recebem maiores cuidados e são máquinas que apresentam o fim específico de pulverizar, diferentemente do que foi observado para as outras classes analisadas, onde, por exemplo, os tratores utilizados para fonte de potência nos processos de pulverização apresentam em grande parte outra operação como sendo sua atividade principal (como exemplo semeadura de culturas) e para a qual são dimensionados e que são utilizados na pulverização situação muitas vezes ligada ao baixo número de máquinas disponíveis nas propriedades.

4.13.3 Classificação de pulverizadores quanto a faixa de idade das máquinas

Considerando a classificação dos pulverizadores conforme a faixa de tempo de uso (anos) de cada máquina (Figura 33) observa-se que os pulverizadores com menor idade desde a data de fabricação (0 a 5 anos) apresentaram aprovação em 12%, a classe 2 (5 a 10 anos) apresentou 4% de aprovação e sendo que as classes 3 (10 a 15 anos) e 4 (acima de 15 anos) não apresentaram máquinas aprovadas.

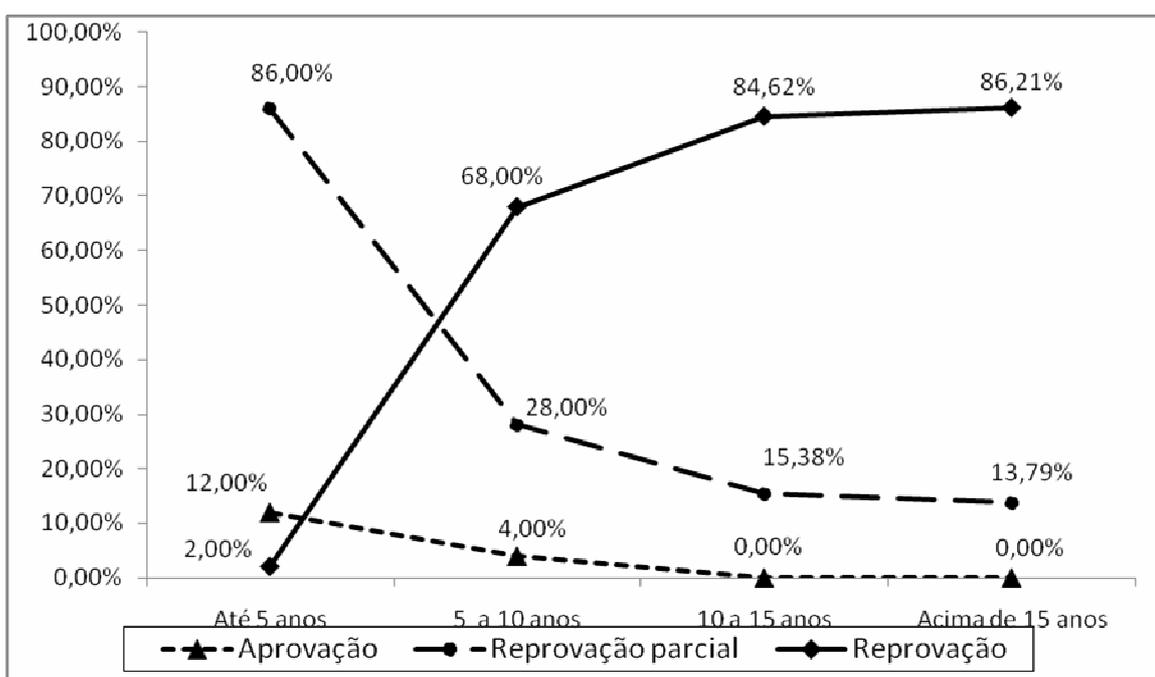


Figura 33 – Classificação final quanto ao tipo de pulverizadores inspecionados.

Quanto às máquinas que apresentaram reprovação parcial, observa-se que 86% destas foram da classe 1 (até 5 anos), 28% da classe 2, seguidas de classe 3 e 4 com valores de 15,38% e 13,79% de máquinas com não conformidades leves.

Ao analisar as máquinas reprovadas, ou seja, aquelas máquinas que apresentaram uma ou mais não conformidades graves, observa-se a classe 1 teve apenas 1 máquina reprovada (2%), a classe 2 apresentou reprovação de máquinas em 68%. Como condições críticas, pode-se observar as classes 3 e 4 com reprovações de 84,62% e 86,21% das máquinas inspecionadas, ou seja, grande parte destas máquinas apresentaram uma ou mais não conformidades graves colocando em risco o meio ambiente e as pessoas envolvidas com os processos de pulverização que utilizam destas máquinas, além de apresentarem condições inadequadas de alguns itens e por isso devendo apresentar baixa eficiência ou confiabilidade operacional.

Assim, de maneira geral, observa-se que as máquinas com menor idade apresentaram melhores condições para trabalho e maior confiabilidade operacional. Neste sentido, percebe-se a importância de que programas de modernização de frota de máquinas agrícolas sejam colocados em prática pelos governantes e entende-se sobre a economia que projetos neste sentido possam trazer ao país, reduzindo, por exemplo, consumos desnecessários de agrotóxicos, devido a maior eficiência das aplicações, melhor aproveitamento de combustíveis, com máquinas dotadas de motores mais modernos, e redução de gastos públicos saúde pública, devido a menores contaminações, menor número de acidentes humanos e com produção de alimentos mais saudáveis.

4.14 Encerramento das atividades de inspeção

Após as atividades de coleta de dados de cada inspeção, houve um retorno da equipe de inspeção em cada máquina para realizar o fechamento da inspeção e tornar os proprietários cientes sobre conformidades e não conformidades de cada máquina com base na metodologia utilizada. Este fechamento de atividades foi basicamente dividido em duas etapas: entrega e apresentação do relatório de inspeção e etiquetagem dos pulverizadores inspecionados.

4.14.1 Entrega e apresentação do relatório de inspeção

Após a realização das inspeções dos pulverizadores e discussão dos dados, houve a geração de um relatório específico para cada máquina (Apêndice D), o qual foi entregue aos proprietários em período posterior a inspeção (Figura 34) de forma mais breve possível.



Figura 34 – Entrega e apresentação do relatório de inspeção.

O relatório foi entregue sempre por um dos integrantes da equipe do projeto que participou da inspeção da referida máquina e visou levar as informações apuradas e identificação de conformidades e não conformidades sobre as máquinas de forma documentada ao proprietário. De maneira a tornar claro os objetivos do projeto e benefícios para os operadores e ou proprietários, foi determinado um tempo para cada entrega de relatório para sanar as dúvidas,

agradecer pela disponibilidade de informações e máquinas, comunicar sobre a continuidade do projeto sobre a região e deixando endereços para contatos futuros.

4.14.2 Etiketagem dos pulverizadores inspecionados

Como última etapa dentre as atividades de inspeção e com o consentimento dos proprietários, houve etiquetagem das máquinas pulverizadoras (Figura 35) conforme a classificação final das máquinas e com uso de etiqueta específica para cada caso conforme o Apêndice C deste documento.



Figura 35 – Etiketagem de pulverizadores agrícolas inspecionados.

Este procedimento irá facilitar a identificação das máquinas em futuras avaliações e permitir acompanhamento da evolução do estado de conservação e uso de cada máquina.

Assim, a etiquetagem de máquinas foi o último passo em cada inspeção e caso em próximas inspeções as máquinas demonstrarem evolução quanto a correção de não conformidades ou apresentarem novas não conformidades, poderão ser etiquetadas novamente através de nova classificação.

Assim, como diversos trabalhos nacionais já constataram em projetos de inspeção técnica de pulverizadores em diversos estados do Brasil, encerra-se este trabalho determinando situação crítica sobre o estado de conservação, manutenção e uso da frota de máquinas utilizadas nos processos de pulverização, tratores e pulverizadores agrícolas, no estado do Rio Grande do Sul, situação que justificando mais uma vez a urgente necessidade de regularização e normalização dos projetos de inspeção técnica de pulverizadores agrícolas no Brasil.

5 CONCLUSÕES

A implantação do projeto de inspeção de pulverizadores agrícolas na Depressão Central do Rio Grande do Sul teve grande êxito.

A aceitabilidade do projeto pelos agricultores foi excelente, demonstrando a viabilidade de regularização e expansão do projeto na região.

Ao total foram inspecionados 84 pulverizadores agrícolas de barra em uso na região. Conforme a metodologia proposta foi determinada condição crítica dos pulverizadores quanto ao estado de conservação e uso sendo que apenas 4 pulverizadores (4,76%) foram aprovados ao uso e os demais apresentaram uma ou mais não conformidades que deverão ser corrigidas. Não conformidades classificadas como graves foram determinadas em 60,71% dos pulverizadores.

A metodologia utilizada no trabalho mostrou-se eficiente, uma vez que permitiu avaliação do processo de pulverização de maneira abrangente e rápida.

O registro de localização georeferenciada dos pulverizadores foi realizado e permitirá acompanhamento da evolução das condições dos pulverizadores e tratores agrícolas na região.

6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Realizar inspeção nas propriedades visitadas nesta primeira etapa do projeto de inspeção técnica dos pulverizadores agrícolas e observar evolução das condições das máquinas e condições de pulverização. As informações de localização das máquinas estarão disponíveis para sequência do trabalho.

Ressalta-se a importância de abordagem de pulverizadores turbo atomizadores e com pistolas e mangueiras em projetos futuros.

Realizar avaliações de pontas de pulverização sobre mesas de distribuição.

Focar condições relativas aos operadores, grau de escolaridade, acompanhamento técnico, volume de defensivos utilizados e outros.

Realizar levantamento de contaminações e prejuízos devido a mau uso de agrotóxicos e máquinas agrícolas nos processos de pulverização.

Levantamento de tipos e graduação de malhas de filtros presentes junto aos portabicos sobre a barra de pulverização dos pulverizadores relacionando-os com a recomendação de uso e influência sobre a qualidade final de pulverização das pontas de pulverização.

Identificar situação de válvulas antigotejo e possível influência negativa destas sobre a vazão individual de calda por ponta de pulverização.

Incluir avaliação com uso de manômetros sobre as pontas de pulverização.

Evitar realização de inspeções com uso de calda de agrotóxicos sobre as máquinas a inspecionar, utilizar somente água limpa para avaliações de vazão e taxa de aplicação de pontas.

Identificar e avaliar a escala de precisão dos manômetros inspecionados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONÇO, A. dos S.; MEDEIROS, C. A.; MEDEIROS, F. A. WERNER, V. Análise Ergonômica do trabalho em atividades desenvolvidas com uma roçadora manual motorizada. **Ciência Rural**, v.36, n.5, set-out, 2006.

ALONÇO, A. dos S. **Metodologia de projeto para a concepção de máquinas agrícolas seguras**. 2004. 221f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

ANDEF - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. **Produtos comercializados no Brasil**: total geral. 1999. Disponível em: <<http://www.undef.com.br/dentro/total01.htm>>. Acesso em: 04 set.2007.

ANDRADE, M. J. F. V. **Economia do meio ambiente e regulação: análise da legislação brasileira sobre agrotóxicos**. 1995. 101f. Dissertação (Mestrado em Economia). Fundação Getúlio Vargas, Escola de Pós-Graduação em Economia. Rio de Janeiro, 1995.

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Máquinas agrícolas automotrizes**: produção, vendas internas e exportações. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira. 2005. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br> >. Acesso em: 5 out.2007.

ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. UNESP, 2004. Disponível em: <http://www.sindag.org.br/Site/datadoc/art_13.pdf>. Acesso em: 3 jun.2007.

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

_____. Velhos e sem manutenção. **Cultivar Máquinas**, Pelotas/RS, v. 2, n. 14, p. 25-27, 2002.

_____. **Projeto analisa pulverizadores usados na aplicação de agrotóxicos**. Campo Grande: Agência FAPESP. 2004. Disponível em:<http://fundect.ledes.net/index.php?id=4&acao=4¬icia_id=57>. Acesso em: 22 out.2006.

ASAE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural Machinery Management** (ASAE D230.4). St. Joseph: ASAE, 1988. p. 91-97.

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.

BJUGSTAD, N. Control of crop sprayers in Norway. In: **AGENG**. 1998, Oslo. Eurageng. Oslo, s.n., 1998.

BLECHER, Bruno. Brasil usa e abusa dos agrotóxicos. **Folha de São Paulo**, 03 de mar. 1998. Agrofolha, Cad.5, p.1.

BOGLIANI, M., ZOLOA, R. PIANTAMIDA, N. **Primer servicio móvil para la Inspección**: diagnóstico, certificación y reparación de pulverizadores. Diapositivo color. 2006.

BOLLER, W. **Avaliação de pulverizadores agrícolas**: norte do RS. Passo Fundo, 2006. 4p (Folder de divulgação).

BORGHI, E.; SCHREINER, R. C.; RAMOS, H. H.; PECHE FILHO, A; YANAI, K. Qualidade de pulverizadores utilizados em pequenas propriedades. **Eng. Agric.** Jaboticabal, v. 23, p. 113-121, jan. 2003.

BRAEKMAN, P. et al. **Organisation and results of the mandatory inspection of crop sprayers in belgium**. Belgium, 2005. 9p (Boletim Técnico).

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

_____. Pulverização ou aplicação? In: Boletim Técnico BT01/99. São Paulo: Teejet South América, 1999. p.2-5.

CORRÊA, I. M.; RAMOS, H. H. Acidentes rurais. **Revista Cultivar Máquinas**. Pelotas: Ceres, ano 3, n.16, p.24-25. 2003

COUTINHO, P; CORDEIRO, C. M. **A ponta de pulverização**: cuidados na escolha. In: Encontro Técnico. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. COOPAVEL/COODETEC/BAYER. Crop Science. Cascavel, 2003, 122 p.

COUTO, J. L. V. do. **Riscos de acidentes com tratores agrícolas**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/tratores-couto.doc>. Acesso em: 10. dez.2008. 4 p.

DEBIASI, H.; SCHLOSSER, J. F.; PINHEIRO, E. D. Características ergonômicas dos tratores agrícolas utilizados na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.34, n.6, nov-dez, 2004.

DEBIASI, H.; SCHLOSSER, J. F.; WILLES, J. A. Acidentes de trabalho envolvendo conjuntos tratorizados em propriedades rurais do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.34, n.3, maio-junho, 2004.

DEBOUCHE, C.; HUYGHEBAERT, B.; MOSTADE, O. Simulated and measured coefficients of variation for the spray distribution under a static spray boom. **J. Agric. Eng. Res.**, London, v. 76, p.381- 388, 2000.

ERENO, L.H. **Estudo comparativo entre a utilização real e a determinada pelo planejamento da mecanização agrícola em empresas rurais de soja e arroz.** 2008. 102f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, 2008, Santa Maria, 2008.

FEBO, P.; PESSINA, D. Survey of the working condition of used tractors in Northern Italy. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 62, p.193-202, 1995.

FEE – Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul. **Corede central.** Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_coredes_detalhe.php?corede=/central>. Acesso em 5 set.2007.

FEY, E. Estado de arte do processo de pulverização junto a associados da COOPERVALE, Maripá – PR. 1998. 26f. Relatório de Estágio (Graduação em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 1998.

FRIEDRICH, T. Agricultural Sprayer Standards and Prospects for Development of Standards for other Farm Machinery. **Agricultural Engineering Branch**, FAO. Roma, 2001.

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

GANDOLFO, M.A. **Inspeção periódica de pulverizados agrícolas.** 92f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura). 2001. 92 f. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

GANZELMEIER, H.; RIETZ, S. Inspection of plant protection in Europe. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING. PART II, 1998, Oslo. **Proceedings...**, Oslo: 1998, p.597-598.

GARCIA, E.; ALVES FILHO, J. P. **Aspectos de prevenção e controle de acidentes no trabalho com agrotóxicos.** São Paulo: Fundacentro, 2005. 53p.

GOELLNER, C. I. Análise do volume de intoxicações com defensivos agrícolas no Brasil e resíduos nos alimentos. In: **Séries em Toxicologia**, vol. 1. n. 1. 55 p., 1988.

_____. **Utilização dos defensivos agrícolas no Brasil: análise do seu Impacto sobre o ambiente e a saúde humana.** São Paulo, 57p. 2001

GRACIA, C.; VAL, L. Informe final de actividades y resultados correspondientes al desarrollo del proyecto: Revisión de equipos de pulverización empleados em explotaciones que practican producción integrada. Informativo. Universidad Politecnica de Valencia. 2001. 20 p.

GRAHAM-BRYCE, I.J. The future of pesticide technology: opportunities for research. In: British Insecticide and Fungicide Conference, 8, Brighton, 1975. **Proceedings**, p. 901-5.

HIMEL, C.M. Analytical methodology in ULV. In: Symposium on pesticide application by ULV methods, Cranfield, 1974. **Proceedings**, p.112-9 (BCPC Monograph 11).

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

IRGA – Instituto Rio Grandense de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado - safra 2006/2007 - produção municipal**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20080327154740.pdf>. Acesso em: 16 ago.2008. 4p.

LANGENAKENS, J.; BRAEKMAN, P. The mandatory inspection of sprayers in Belgium: history, organisation, criteria and results. In: II Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente. Jundiaí, 2001. 6 p.

LANGENAKENS, J.; PIETERS, M. Compulsory testing of sprayers in Belgium: Criteria and procedures for orchard sprayer. **Agriculture Research Centre**, 1998

MAGDALENA, J.C.; DI PRINZIO, A.P. Servicio de calibración de pulverizadoras frutícolas en Río Negro y Neuquén. Memoria del II Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Argentina, 1992. p.137-148.

MÁRQUEZ, L. Procedimiento normalizado para la auditoría de seguridad em los equipos de pulverización. **Agrotécnica**. Madrid, p. 28-34 mar. 2001.

MÁRQUEZ, L. **Solo tractor'90**. Madrid: Laboreo, 1990. 231p.

MÁRQUEZ, L.; SCHLOSSER, J.F. União Européia é o modelo. **Revista Cultivar Máquinas**. Pelotas, ano 1, n.1, 2001, p.16-19.

MATTHEWS, G. A. Pesticide applications - at the crossroads? **EPPO Bulletin**, 13(3): 1983. p.351-5.

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

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ceres, 1974. 301p.

MIGUIJÓN, M.P.; MÁRQUEZ, L. **Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España**. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2004. 74p.

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.

NORMA Regulamentadora de atividades e operações insalubres – NR 15 de 23/11/1990. Disponível em: <http://www.sobes.org.br>. Acesso em: 18 Jan.2006.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **I Simpósio Internacional Sobre Legislação de Agrotóxicos**. Porto Alegre. 1986.

OSTEROTH, H. J. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig, Germany. **Inspection of sprayers in Germany – results and experience over the past Decades**. 2004. 29p.

OZKAN, H.E. Sprayer performance evaluation with microcomputers. **Appl. Eng. Agric.**, v. 3, n.1, p.36-41, 1987.

PANNEL, D.J. Economic justifications for government involvement in weed management: A catalogue of market failures. **Plant Prot. Q.**, Victoria, v.9, n. 4, p. 131-137, 1994.

PIMENTEL, D.; MACLAUGHLIN, L.; ZEPP, A.; LAKITAN, B.; KRAUS, T.; LEINMEN, P.; VANCINI, F.; ROACH, W.J.; GRAAP, E.; KEETON, W.S.; SELIG, G. Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam. v.46, 1993. p.273-288.

PINGALI, P.L.; MARQUEZ, C.B.; PALIS, F.G. Pesticides and philippine rice Farmer Health: A Medical and Economic Analysis. **Amer. J. Agr. Econ.**, vol. 76, 1994. p.587-592.

RAMOS, H.H. Análise da tecnologia empregada para a aplicação de agroquímicos na cultura do morango em Jundiá – SP. In: **Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente**, 1, Águas de Lindóia, 1996. **Anais...** Jaboticabal, 1997. p.170.

RAMOS, H.H. Erros freqüentes na regulagem de pulverizadores. **Revista Agrinova**, Porto Alegre, n. 23. p. 42-46, abr. 2003.

RAMOS, H. H., GARCIA, E. ALVES FILHO, J. P. YAMASHITA, R. Y.; VICENTE, M. C. M.; COELHO, P. J.; LOPES JÚNIOR, A.; SEVERINO, F. J.; RAMOS, R. C. Condições de trabalho com agrotóxicos no Estado de São Paulo. **Revista CIPA**, v. 20, n. 238, p. 36-48, 1999.

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

RICE, B. The contribution of a sprayer testing service to safer, more effective spraying. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PESTICIDES APPLICATION TECHNIQUES**, 2, 1993, Strasburg. **Proceedings**. Oak Park Research Centre, 1993. p.505-512.

RIKON, J. S., CONSTANCE, D. H., GELETTA, S. Factors affecting farmer's use a rejection of banded pesticide applications. **J. Soil Water Conserv.** v. 51, p.322-9, 1996.

ROMANO, L. N. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. **Tese** (Doutorado em Engenharia Mecânica). Florianópolis: UFSC, 2003. 321 p.

ROS, P. Un programa eficiente - Equipos pulverizadores a punto. Diapositivo color, INTA - San Pedro. Buenos Aires, 2006.

SANTOS, S.R. dos. **Proposta metodológica utilizando ferramentas de qualidade na avaliação do processo de pulverização**. 2005. 121f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005.

SANTOS FILHO, P. F. **Avaliação dos níveis de ruído e vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automática de dados**. 2002. 53f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Pós-graduação em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002.

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

SCHLOSSER, J. F. **Administração de máquinas agrícolas**. Santa Maria: Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 1998. 100p. Série Técnica – Módulo 6.

_____. **Tratores agrícolas**. Santa Maria: UFSM, Departamento de Engenharia Rural, 2001. 63p. (Série técnica, I).

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

SENAI. **Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas**. Disponível em: <http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt1009.html?PHPSESSID=0905ca2b4823656be062b5d86fd6b4c8>. Acesso em: 10 dez.2008. 2p.

SIDAHMED, M. M. Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles. **Transactions of the ASAE**. St. Joseph, v.41, n.3, 1998. p.531-536.

SOARES, W.; MORO, S.; ALMEIDA, R. Rural worker's Health and Productivity: an economic assessment of pesticide use in Minas Gerais, Brazil. **Applied Health Economics and Health Policy**. Austrália, v. 1, nº 3, p. 157-164, 2002.

SOUZA, L. H., FERNANDES, H. C., VITÓRIA, E. L., CAMILO, A. J. Avaliação dos níveis de ruído emitidos por diferentes conjuntos mecanizados. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos901/niveis-ruído-mecanizados/niveis-ruído-mecanizados.shtml>. Acesso em: 10 dez.2008.

SPRINGFELDT, B. Rollover of tractors: international experiences. **Safety Science**, v. 24, n.1, p. 95-110, 1996.

TEIXEIRA, R. C. F., TEIXEIRA, I. S. Desenvolvimento das habilidades gerenciais através da liderança para a qualidade. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção e International Congress of Industrial Engineering. Niterói, 1998. **Anais...** Niterói. 8p.

VELLOSO, J. A. R. O. GASSEN, D. N., JACOBSEN, L. 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.

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

8 APÊNDICES

Apêndice A - Questionário utilizado durante as inspeções

INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS

LABORATÓRIO DE AGROTECNOLOGIA - NEMA / UFSM

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

1. Manômetro

Visível ao operador: () Sim () Não Nível de glicerina: () 0 () 1/4 () 1/2 () 3/4 () 1/1 () Sem
 Regulador: () adequado () inadequado Pressão (): _____ Diâmetro maior do que 63 mm? () Sim () Não

Pressão (_____)						Erro
<u>Calibrado</u>						<u>Médio</u>
<u>Inspecionado</u>						<u>(%)</u>
<u>Erro (%)</u>						

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

	<i>Gotejamento</i>	<i>Contínuo</i>		<i>Gotejamento</i>	<i>Contínuo</i>	<u>Total</u>	
<i>Bomba</i>			<i>Portabicos</i>			<u>Gotejamento</u>	<u>Contínuo</u>
<i>Depósito</i>			<i>Circ. Hidráulico</i>				

3. Filtros

Filtro do reservatório: () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos
 Filtro da Bomba: () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos
 Filtro de linha Esquerda: () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos
 Filtro de linha Direita: () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

4. Depósito

Restos de produtos parte interna: () Sim () Não
 Restos de produtos parte externa: () Sim () Não
 Fechamento da tampa: () Correto () Deficiente () Tampa ausente
 Indicador de nível da calda: () Legível () Illegível () Sem escala () Ausente

...continuação

5. Elementos de proteção e segurança

Mecanismo de proteção da TDP e junta cardânica: () Bom estado () Ineficiente () Ausente
Proteção de correias e polias: () Bom estado () Deficiente () Ausente () Desnecessário
Proteção do eixo livre da bomba: () Correto () Danificado () Ausente () Desnecessário
Dispositivo de drenagem: () Bom estado () Com vazamentos () Ausente () Desnecessário
Incorporador de agrotóxicos: () Bom estado () Danificado () Ausente () Resíduos externos
Reservatório de água limpa: () Bom estado () Danificado () Ausente () Resíduos externos

6. Verificações no trator e posto de operação

Posto de operação: () Cabinado () Plataformado () Acavalado () EPCC () Toldo **Ruído:** ____ dB
Tratômetro: () Bom estado () Danificado () Ausente **Rotação exigida:** ____ r/min **Rotação TDP:** ____ r/min
Acel. Manual: () Bom estado () Inadequado () Ausente **Velocidade:** ____ Km/h **Motor:** ____ r/min

7. Vazão média: ____ l/ min Taxa de aplicação real: ____ l/ha Taxa de aplicação teórica: ____ l/ha Erro: ____ %

ITÁLICO: Pulverizador/Trator em funcionamento

NORMAL: Pulverizador/Trator estático

SUBLINHADO: Calcular

...continuação

8. Avaliação de bicos e pontas (Esquerda para a direita, considerando o posto de operação)

Tipo de pontas (C/L)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30												
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60												
Espaçamento (cm)	X	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30												
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60												
Erro spac (%)	X	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30												
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60												
Válvula antigotejo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30												
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60												
Vazão (g/ minutos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30												
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60												
Erro de vazão (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30												
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60												
Esp. incorretos			Peso volumétrico(g/l) (3 pesagens)								Vazão média (g/ minuto)								Vazão média (l/ minuto)								Pontas reprovadas								Ponta Nova: l/min				Ponta nova: kg/min			

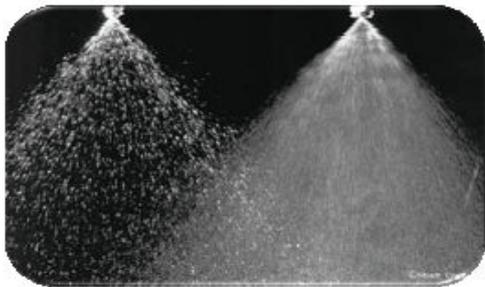
$$(l/ha) = (60.000 \times l/min) / (V (Km/h) \times E (cm))$$

$$\text{Erro de taxa de aplicação (\%)} = ((DT-DR) / DR) \times 100$$

$$\text{Erro de espaçamentos (\%)} = ((EMedido - ET) / ET) \times$$

Apêndice B - Folder utilizado para divulgação do projeto

Páginas externas

	 <p>LABORATÓRIO DE AGROTECNOLOGIA</p> <p>INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS</p> <p>PROJETO ITP / UFSM</p> <p>Coordenadores:</p> <p>Prof. Dr. José Fernando Schlosser Eng. Agr. Marçal Elizandro Dornelles</p>  <p>PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA www.ufsm.br/ppgea</p>
<p>Contato:</p> <p>Laboratório de Agrotecnologia - NEMA Campus UFSM, CEP 97105-900 Bairro Camobi, Santa Maria – RS Fone: 3220-8175 dornellesagro@yahoo.com.br www.ufsm.br/nema/agrotec</p>	

Páginas internas

<p>SOBRE O PROJETO</p> <p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">> Inspeção Técnica de pulverizadores agrícolas no Estado do RS;> Verificação do estado de conservação e uso de pulverizadores agrícolas de barras na região;> Orientar agricultores ao melhor uso dos pulverizadores e agrotóxicos e minimizar impactos negativos ao Meio Ambiente; <p>CIDADES ABRANGIDAS</p> <table><tr><td>Agudo</td><td>Júlio de Castilhos</td></tr><tr><td>Cacequi</td><td>Mata</td></tr><tr><td>Cachoeira do Sul</td><td>Nova Palma</td></tr><tr><td>Caçapava do Sul</td><td>Pinhal Grande</td></tr><tr><td>Dilermando de Aguiar</td><td>Santa Maria</td></tr><tr><td>Dona Francisca</td><td>São Pedro do Sul</td></tr><tr><td>Formigueiro</td><td>São Vicente do Sul</td></tr><tr><td>Itaara</td><td>São Sepé</td></tr><tr><td>Ivorá</td><td>São Martinho da Serra</td></tr><tr><td>Jaguari</td><td>Silveira Martins</td></tr></table>	Agudo	Júlio de Castilhos	Cacequi	Mata	Cachoeira do Sul	Nova Palma	Caçapava do Sul	Pinhal Grande	Dilermando de Aguiar	Santa Maria	Dona Francisca	São Pedro do Sul	Formigueiro	São Vicente do Sul	Itaara	São Sepé	Ivorá	São Martinho da Serra	Jaguari	Silveira Martins	<p>FORMA DE INSPEÇÃO</p> <ul style="list-style-type: none">> Visita a propriedades agrícolas e inspeção dos pulverizadores em plena utilização;> Georeferenciamento de propriedades abrangidas para acompanhamentos futuros;> Trabalho com fim educativo e de orientação, sem fim fiscalizador. <p>BENEFÍCIOS</p> <ul style="list-style-type: none">> Diagnóstico das condições atuais dos equipamentos utilizados;> Orientação técnica sobre calibração e regulagem de pulverizadores;> Geração de relatório a ser entregue ao usuário após inspeção;
Agudo	Júlio de Castilhos																				
Cacequi	Mata																				
Cachoeira do Sul	Nova Palma																				
Caçapava do Sul	Pinhal Grande																				
Dilermando de Aguiar	Santa Maria																				
Dona Francisca	São Pedro do Sul																				
Formigueiro	São Vicente do Sul																				
Itaara	São Sepé																				
Ivorá	São Martinho da Serra																				
Jaguari	Silveira Martins																				

Dimensões: Largura: 297 mm e altura: 210 mm

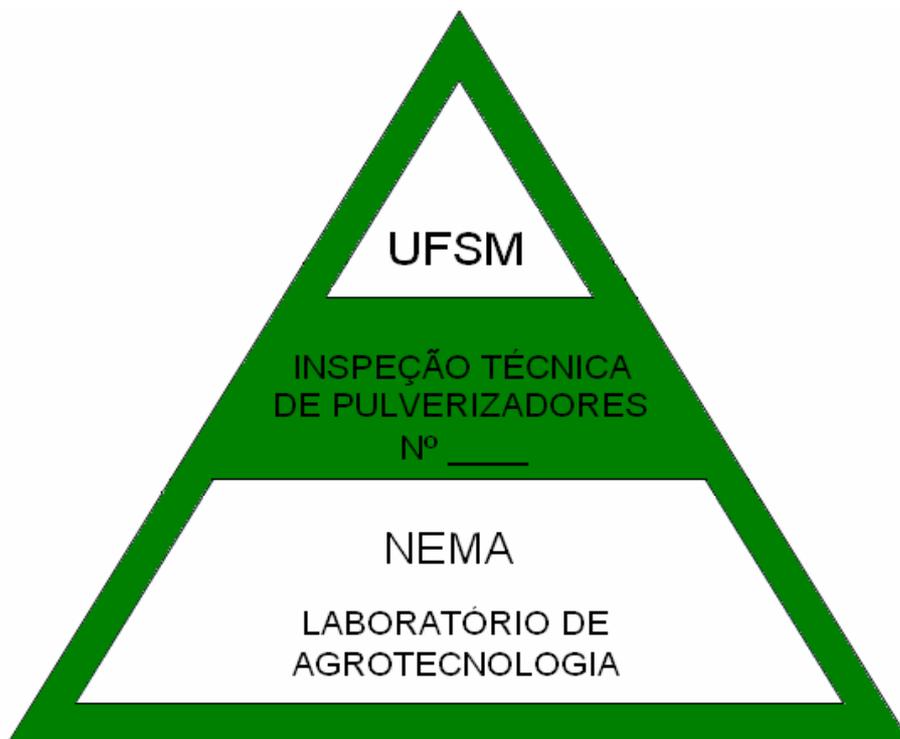
Apêndice C - Etiquetas adesivas de identificação

Dimensão: Altura: 100 mm e largura: 120 mm

Cor de fundo: Verde

Aplicação: Pulverizadores com aprovação ao uso

Tiragem: 60 Unidades



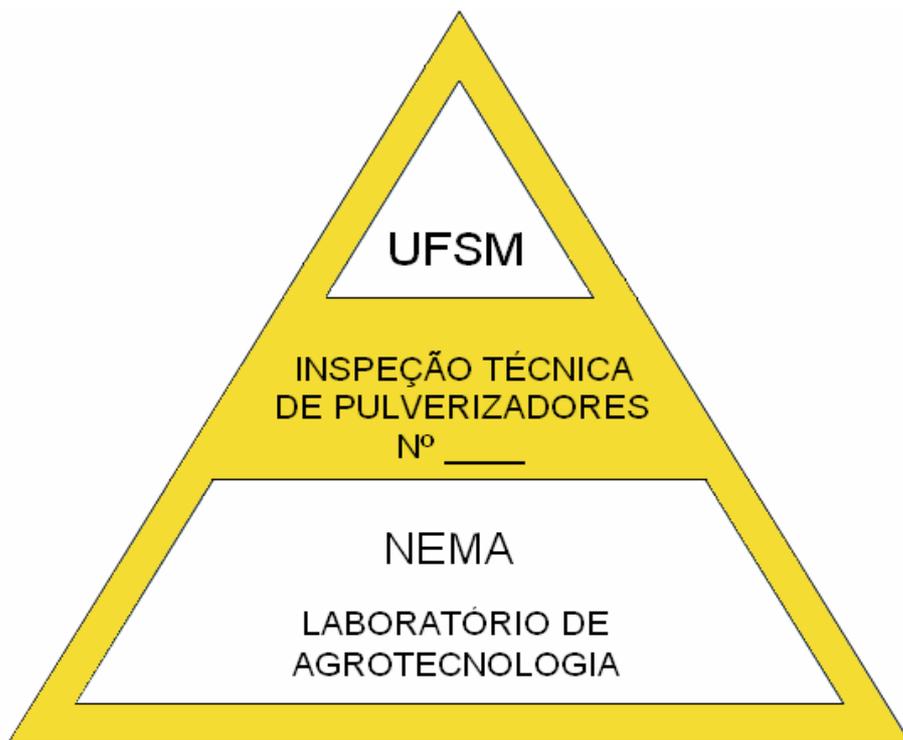
...continuação

Dimensão: Altura: 100 mm e largura: 120 mm

Cor de fundo: Amarelo

Aplicação: Pulverizadores com reprovação parcial ao uso

Tiragem: 60 Unidades



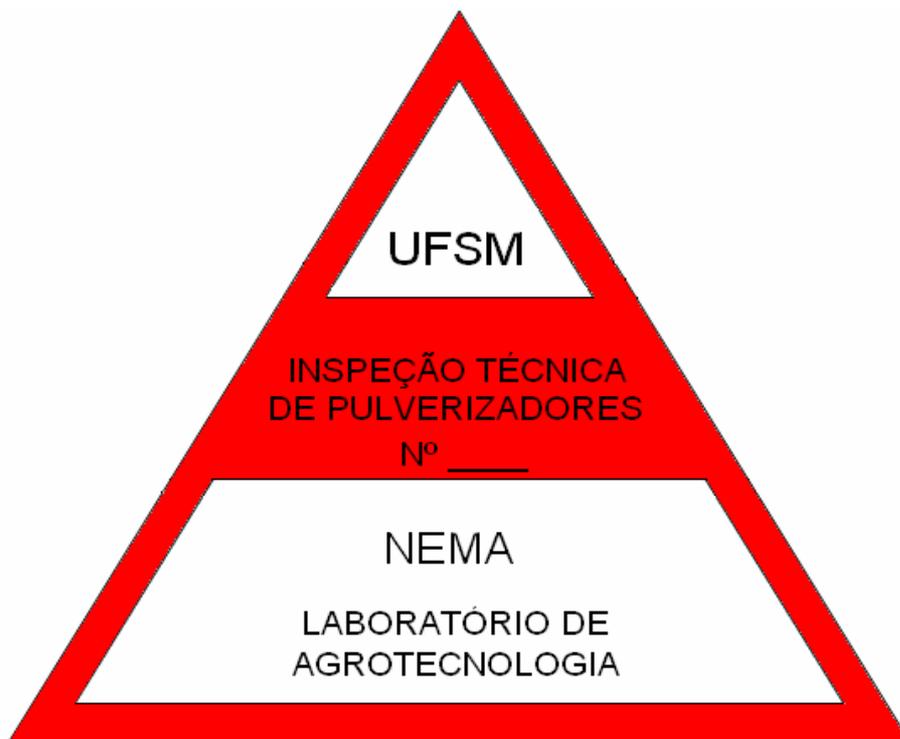
...continuação

Dimensão: Altura: 100 mm e largura: 120 mm

Cor de fundo: Vermelho

Aplicação: Pulverizadores com reprovação ao uso

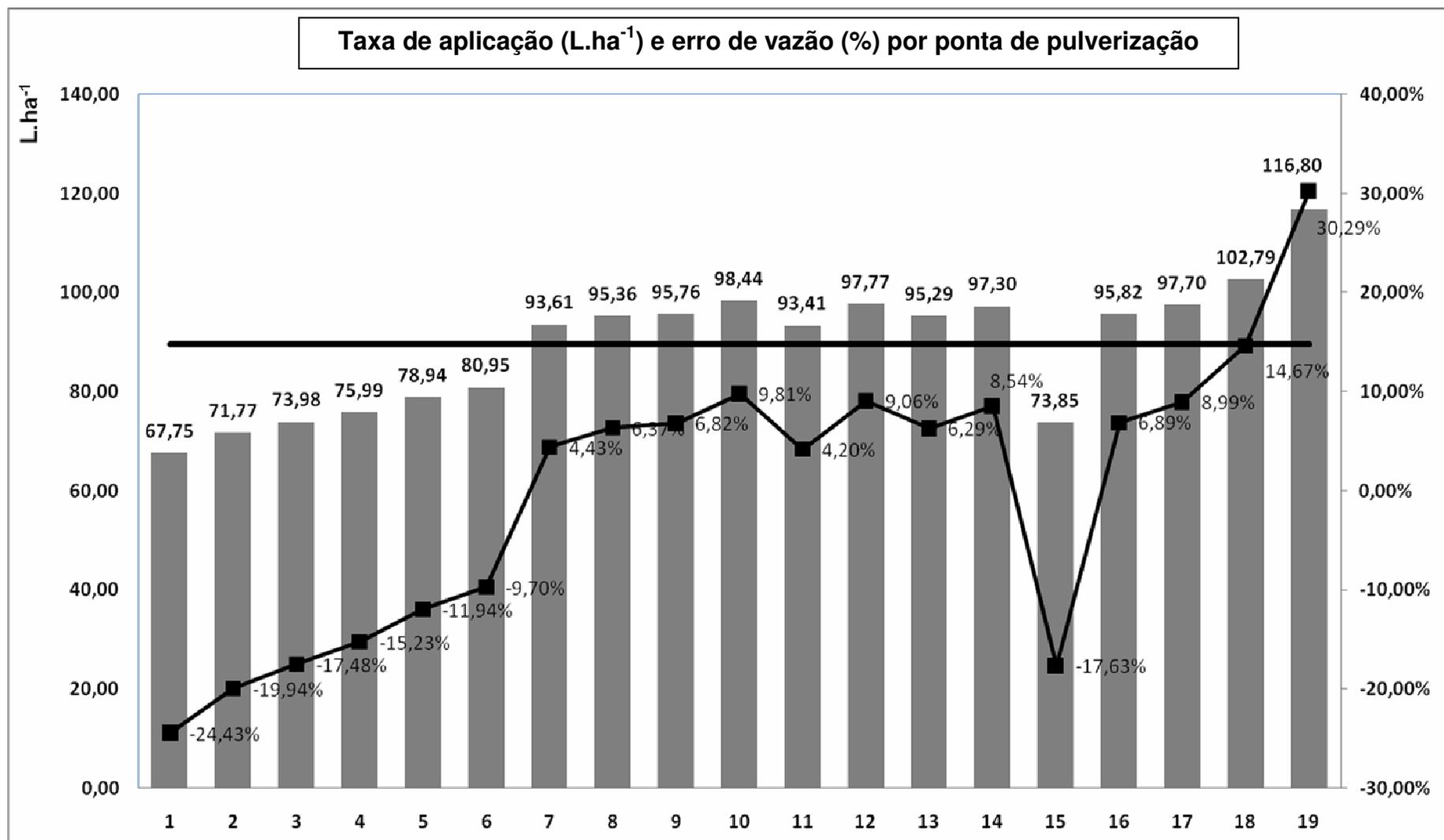
Tiragem: 60 Unidades



Apêndice D – Relatório de inspeção

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADOR AGRÍCOLA LABORATÓRIO DE AGROTECNOLOGIA / UFSM			
PULVERIZADOR	000	PONTO GPS	000
PROPRIETÁRIO	XXXXXXXXXX XXXXXXXX	MARCA	XXXXXXXXXX
LOCAL	XXXXX XXXX XXXXX	MODELO	XXXXXXXXXX
DATA	00/00/00	DEPÓSITO (l)	XXXXX
1. MANÔMETRO			
Visível ao operador			
ERRO MÉDIO DE PRESSÃO	37,50%	DIÂMETRO	Adequado
2. VAZAMENTOS			
1 vazamento em gotejamento foi observado junto ao portabico 15.			
3. FILTROS			
RESERVATÓRIO	Ausente		
BOMBA	Bom estado	e limpo	
LINHA ESQUERDA	Bom estado	com resíduos	
LINHA DIREITA	Bom estado	e limpo	
4. DEPÓSITO			
INDICADOR DE NÍVEL DE CALDA	Ilegível	RESTOS DE PRODUTOS INTERNAMENTE	Não
FECHAMENTO DA TAMPA	Correto	RESTOS DE PRODUTOS EXTERNAMENTE	Sim
5. ELEMENTOS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA			
PROTEÇÃO DA TDP E CARDAN	Ausente	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	Ausente
PROTEÇÃO DE CORREIAS E POLIAS	Desnecessário	PROTEÇÃO DO EIXO LIVRE DA BOMBA	Desnecessário
INCORPORADOR DE AGROTÓXICOS	Ausente		
RESERVATÓRIO DE ÁGUA LIMPA	Ausente		
6. VERIFICAÇÕES SOBRE O TRATOR			
MARCA	XXXXXXXXXX	MODELO	XXXXXXXXXX
HODÔMETRO	Bom estado	ROTAÇÃO EXIGIDA (r/min)	540
VELOCIDADE OPERACIONAL(km/h)	4,35	ROTAÇÃO TDP (r/min)	450
RUÍDO AO OPERADOR (db)	87	(Excessivo) ROTAÇÃO MOTOR (r/min)	1400
POSTO DE OPERAÇÃO	Acavalado e sem EPCC	ACEL. MANUAL	Bom estado
7. INFORMAÇÕES OPERACIONAIS			
CAPACIDADE OPERACIONAL (ha/h)	2,56	BARRA DIREITA (L/ha)	95,23
TAXA DE APLICAÇÃO REAL MÉDIA (L/ha)	91,25	BARRA ESQUERDA (L/ha)	87,36
TAXA DE APLICAÇÃO ESPERADA (L/ha)	90,00	ERRO MANÔMETRO	37,50%
VAZÃO MÉDIA/PONTA (mL/min)	365	MAIOR ERRO DE TAXA DE APLICAÇÃO	28,98%
ERRO DE TAXA DE APLICAÇÃO	1,39%	ERRO TDP	25,07%
8. COMENTÁRIOS			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Erro de taxa de aplicação aceitável (menor do que $\pm 5\%$). 2. A vazão média da barra direita mostrou-se bastante acima da vazão sobre a barra esquerda. 3. As pontas 1, 2, 3, 4, 5, 15, 18 e 19 deverão ser revisadas quanto a desgaste ou obstruções. 			

...continuação



Apêndice E – Caracterização, classificação e localização georeferenciada dos pulverizadores inspecionados

Pulverizador	Marca	Ano de Fabricação	Classificação	Localização	
				Latitude	Longitude
1	Marca A	2007	Reprovação parcial	-29° 43' 24.38852"	-53° 43' 07.81134"
2	Marca A	1988	Reprovado	-29° 43' 24.46999"	-53° 43' 07.96343"
3	Marca A	1992	Reprovado	-29° 42' 36.77019"	-53° 39' 22.11160"
4	Marca A	1990	Reprovado	-29° 42' 36.75661"	-53° 39' 22.10828"
5	Marca A	1980	Reprovado	-29° 43' 32.69355"	-53° 39' 51.26926"
6	Marca A	1982	Reprovado	-29° 45' 58.32462"	-53° 38' 41.89456"
7	Marca A	2007	Aprovado	-29° 46' 18.96573"	-53° 38' 05.27104"
8	Marca A	2003	Reprovação parcial	-29° 48' 38.28362"	-53° 36' 50.41116"
9	Marca C	1996	Reprovado	-29° 45' 19.11451"	-53° 38' 25.10195"
10	Marca A	1980	Reprovado	-29° 45' 25.37881"	-53° 38' 28.27273"
11	Marca A	1998	Reprovado	-29° 45' 25.34653"	-53° 38' 28.31045"
12	Marca C	1998	Reprovado	-29° 45' 25.34653"	-53° 38' 28.31045"
13	Marca A	2001	Reprovado	-29° 47' 02.21987"	-53° 34' 56.84479"
14	Marca A	2002	Aprovado	-29° 46' 52.50538"	-53° 35' 04.93376"
15	Marca A	2004	Reprovado	-29° 45' 25.37881"	-53° 38' 28.27273"
16	Marca D	2004	Reprovação parcial	-30° 06' 36.22225"	-53° 34' 51.83003"
17	Marca A	2001	Reprovação parcial	-30° 04' 40.21715"	-53° 38' 23.84517"
18	Marca G	1988	Reprovado	-30° 04' 40.18909"	-53° 38' 23.69762"

...continuação

19	Marca A	1996	Reprovação parcial	-29° 43' 24.38852"	-53° 43' 07.81134"
20	Marca A	2006	Aprovado	-29° 43' 24.46999"	-53° 43' 07.96343"
21	Marca C	2002	Reprovado	-29° 42' 36.77019"	-53° 39' 22.11160"
22	Marca A	2004	Reprovação parcial	-29° 42' 36.75661"	-53° 39' 22.10828"
23	Marca A	1989	Reprovação parcial	-29° 43' 32.69355"	-53° 39' 51.26926"
24	Marca A	2000	Reprovado	-29° 45' 58.32462"	-53° 38' 41.89456"
25	Marca A	2003	Reprovação parcial	-29° 46' 18.96573"	-53° 38' 05.27104"
26	Marca A	2004	Reprovação parcial	-29° 48' 38.28362"	-53° 36' 50.41116"
27	Marca C	1999	Reprovação parcial	-29° 45' 19.11451"	-53° 38' 25.10195"
28	Marca A	1989	Reprovado	-30° 03' 24.75920"	-53° 39' 40.89545"
29	Marca D	2006	Reprovação parcial	-29° 59' 26.77015"	-53° 41' 05.24502"
30	Marca C	1998	Reprovado	-29° 59' 27.93369"	-53° 41' 09.75948"
31	Marca A	2002	Reprovado	-29° 57' 39.84526"	-53° 37' 16.92701"
32	Marca A	1998	Reprovado	-30° 05' 06.96866"	-53° 37' 51.27776"
33	Marca A	1990	Reprovação parcial	-29° 53' 28.57806"	-53° 51' 50.69565"
34	Marca A	1990	Reprovação parcial	-29° 53' 28.57806"	-53° 51' 50.69565"
35	Marca C	1979	Reprovado	-29° 53' 28.57806"	-53° 51' 50.69565"
36	Marca A	2000	Reprovação parcial	-29° 31' 11.11187"	-53° 43' 15.61094"
37	Marca C	1993	Reprovado	-29° 26' 58.96719"	-53° 42' 28.87372"
38	Marca E	1997	Reprovado	-29° 31' 50.08993"	-53° 43' 48.71848"
39	Marca E	2007	Reprovação parcial	-29° 53' 07.63219"	-53° 52' 34.61605"

...continuação

40	Marca D	2007	Reprovação parcial	-29° 53' 07.79182"	-53° 52' 34.91086"
41	Marca D	2003	Reprovação parcial	-29° 53' 48.43312"	-53° 44' 45.08179"
42	Marca A	2003	Reprovação parcial	-29° 53' 48.44156"	-53° 44' 45.07877"
43	Marca C	1996	Reprovado	-29° 43' 10.39825"	-53° 37' 09.24902"
44	Marca A	2001	Reprovado	-29° 43' 56.23989"	-53° 28' 06.57272"
45	Marca A	2007	Reprovação parcial	-29° 55' 25.14050"	-53° 46' 48.56392"
46	Marca A	2006	Reprovação parcial	-29° 26' 58.96719"	-53° 42' 28.87372"
47	Marca A	1991	Reprovado	-29° 26' 58.96719"	-53° 42' 28.87372"
48	Marca A	2005	Aprovado	-30° 12' 22.79883"	-52° 57' 15.31873"
49	Marca B	2005	Reprovação parcial	-30° 15' 51.47995"	-52° 57' 42.27332"
50	Marca B	1998	Reprovado	-30° 03' 50.07439"	-53° 46' 37.33042"
51	Marca B	1977	Reprovado	-29° 57' 37.46597"	-53° 39' 40.55598"
52	Marca C	1982	Reprovado	-29° 43' 06.37836"	-54° 11' 24.71795"
53	Marca B	2003	Reprovado	-29° 42' 07.88411"	-54° 12' 34.07787"
54	Marca B	1981	Reprovado	-29° 42' 10.62278"	-54° 12' 31.71729"
55	Marca B	1978	Reprovado	-29° 57' 37.58184"	-53° 39' 40.64982"
56	Marca B	1981	Reprovado	-29° 57' 37.61202"	-53° 39' 40.69871"
57	Marca B	1974	Reprovado	-29° 57' 49.80175"	-53° 37' 05.15369"
58	Marca A	1979	Reprovado	-29° 55' 25.99988"	-53° 43' 29.46120"
59	Marca A	1999	Reprovado	-29° 55' 25.99988"	-53° 43' 29.46120"

...continuação

60	Marca D	1999	Reprovado	-29° 36' 44.84694"	-53° 20' 13.31608"
61	Marca A	1998	Reprovado	-29° 36' 30.94719"	-53° 20' 10.35472"
62	Marca A	2005	Reprovação parcial	-29° 34' 57.64836"	-53° 19' 22.05324"
63	Marca A	2005	Reprovado	-29° 36' 55.42292"	-53° 20' 23.66998"
64	Marca C	1997	Reprovação parcial	-29° 36' 15.64190"	-53° 19' 53.34486"
65	Marca A	1989	Reprovação parcial	-29° 36' 27.61438"	-53° 19' 46.44025"
66	Marca A	2000	Reprovado	-29° 36' 02.89333"	-53° 19' 32.20587"
67	Marca A	2002	Reprovação parcial	-29° 36' 02.75422"	-53° 19' 21.84201"
68	Marca A	1993	Reprovado	-29° 26' 58.96719"	-53° 42' 28.87372"
69	Marca E	1995	Reprovado	-29° 53' 59.07428"	-53° 51' 02.11444"
70	Marca C	2002	Reprovação parcial	-29° 49' 40.68552"	-53° 39' 30.87016"
71	Marca C	1998	Reprovação parcial	-29° 53' 57.97229"	-54° 05' 56.81086"
72	Marca B	1975	Reprovado	-29° 36' 22.88719"	-53° 42' 12.16198"
73	Marca B	1979	Reprovado	-29° 36' 22.06100"	-53° 42' 14.34754"
74	Marca B	1975	Reprovado	-29° 45' 19.11451"	-53° 38' 25.10195"
75	Marca B	1979	Reprovado	-29° 45' 25.34653"	-53° 38' 28.31045"
76	Marca B	1979	Reprovado	-29° 27' 55.17721"	-53° 52' 21.71691"
77	Marca B	1980	Reprovado	-29° 27' 55.17721"	-53° 52' 21.71691"
78	Marca B	1968	Reprovado	-29° 35' 42.13454"	-53° 19' 15.41869"
79	Marca F	2001	Reprovação parcial	-29° 35' 43.93176"	-53° 19' 17.47933"

...continuação

80	Marca A	1980	Reprovado	-29° 35' 49.38133"	-53° 19' 16.87372"
81	Marca A	2005	Reprovação parcial	-29° 35' 54.80044"	-53° 19' 24.27079"
82	Marca C	1996	Reprovado	-29° 35' 42.16321"	-53° 19' 15.26450"
83	Marca A	2004	Reprovação parcial	-29° 36' 04.60183"	-53° 19' 15.57349"
84	Marca A	2007	Reprovação parcial	-29° 36' 08.92076"	-53° 19' 31.54021"

Apêndice F – Caracterização dos tratores agrícolas inspecionados

Identificação	Marca	Ano de fabricação	Potência nominal (kW)	Uso (horas)*
1	Marca D	2007	59,04	513
2	Marca A	1999	63,47	1200
3	Marca A	1999	63,47	8563
4	Marca A	1998	55,35	12000
5	Marca A	1983	62,73	19719
6	Marca D	2004	55,35	11094
7	Marca B	1997	88,56	1967
9	Marca A	1977	55,35	11691
10	Marca A	1992	63,47	23581
11	Marca B	1982	47,97	12002
12	Marca A	1989	63,47	20000
13	Marca F	2001	55,35	5599
14	Marca B	1971	77,49	21000
15	Marca B	1983	59,78	18500
16	Marca E	2004	89,30	2536
17	Marca B	1998	59,04	7085
18	Marca B	1995	87,08	8818
19	Marca E	1999	89,30	2630
21	Marca B	2003	87,08	9019
22	Marca E	1980	55,35	13800
23	Marca C	1989	70,11	12500
24	Marca A	1992	63,47	10900
25	Marca A	1996	63,47	7360
26	Marca A	2003	63,47	3346
28	Marca C	1986	70,11	5770
29	Marca A	2000	77,49	7864
30	Marca B	1989	59,78	11000
31	Marca A	2000	55,35	7358

...continuação

32	Marca B	1981	55,35	21000
35	Marca A	1979	47,97	23000
36	Marca C	1983	70,11	12000
37	Marca B	1980	55,35	21000
38	Marca B	1984	59,78	15000
41	Marca A	1997	95,94	19020
42	Marca A	1999	95,94	11020
43	Marca A	2001	55,35	2069
44	Marca B	1978	59,78	14854
45	Marca D	2006	64,94	1850
46	Marca D	2007	64,94	450
47	Marca A	2006	63,47	1185
49	Marca C	1979	50,18	12400
50	Marca F	1999	77,49	17900
51	Marca D	1986	63,47	17070
52	Marca C	1986	70,11	19150
53	Marca C	1979	50,55	12400
54	Marca D	1991	50,55	6075
55	Marca B	1975	57,56	20100
56	Marca B	1991	50,55	16075
57	Marca C	1986	70,11	19080
58	Marca C	1986	70,11	16534
59	Marca A	2005	77,49	3023,5
60	Marca A	1984	55,35	24795
61	Marca A	1975	55,35	23200
62	Marca A	1979	59,04	5911
63	Marca A	1986	77,49	1842
64	Marca A	1986	95,94	19052
65	Marca C	1989	70,11	15000
66	Marca A	1989	63,47	21750
67	Marca A	1985	77,49	10760

...continuação

68	Marca A	1989	77,49	11725
69	Marca A	1980	63,47	21203
70	Marca A	1986	88,56	12450
71	Marca C	2006	77,49	1300
72	Marca A	1996	63,47	14749
73	Marca A	2001	55,35	2650
74	Marca B	1979	44,28	25050
75	Marca A	1980	63,47	14100
76	Marca A	1980	63,47	11020
77	Marca C	1993	70,11	12030
78	Marca A	1995	63,47	18056
79	Marca A	1995	47,97	13208
80	Marca C	1995	77,49	6856
82	Marca A	1978	47,97	11083
83	Marca D	2005	59,04	1500
84	Marca D	2007	64,94	450

*Valores aproximados obtidos através de leituras sobre tratômetros ou informados pelos operadores