

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

INSPEÇÃO PERIÓDICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS

MARCO ANTONIO GANDOLFO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas do Câmpus de Botucatu – UNESP, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

INSPEÇÃO PERIÓDICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS

MARCO ANTONIO GANDOLFO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Rocha Antuniassi

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas do Câmpus de Botucatu – UNESP, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2001

Dedico este trabalho a minha esposa Mara, meus filhos Ulisses e Isis
e a meus pais Dora e Alexandre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

ao professor Dr. Ulisses Rocha Antuniassi, pela orientação, dedicação e paciência;

à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo crédito concedido ao projeto;

ao pesquisador da Fundação ABC – Eng. Agr. Leandro Gimenez pelo apoio durante o trabalho nas Cooperativas Castrolanda e Batavo;

à Máquinas Agrícolas JACTO- S/A, especialmente na figura do Eng. Agr. Fábio Pernassi Torres e Affonso Celso Ribeiro Filho, pelo apoio e informações prestadas;

aos acadêmicos da Fundação Faculdades “Luiz Meneghel” Sérgio Eduardo Martins, Leonardo Luciano Biaggi, Ederson Roberto de Oliveira Marinho, Rafael Bruguera Belani, Hermínio Rogério Maresciallo e Eurípedes da Veiga Rodrigues e aos acadêmicos da Faculdade de Ciências Agrárias de Paraguaçu Paulista, Cleverson Emílio Gnann e José Guilherme Lança Rodrigues, pelo apoio nos trabalhos de campo;

aos professores da Universidade Federal de Lavras, Eng. Agr. Wellington Pereira de Carvalho e Pedro Castro Neto, pelo apoio na divulgação do projeto;

aos professores da Fundação Faculdades “Luiz Meneghel” Eurípedes Bomfin Rodrigues e Maria Aparecida Valério, por proporcionar condições para minha liberação integral na FFALM e elaboração deste trabalho;

aos Coordenadores do Curso de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez e Kleber Pereira Lanças, pelo apoio;

a todos os professores e alunos do Curso de Pós-Graduação em Energia na Agricultura da UNESP, pela colaboração, seriedade e respeito;

aos meus familiares, pelo incentivo;

aos amigos Emerson Galvani, Luiz Fernando Santos Escolto, Silas Macedo Silva, Edson Massao Tanaka e Ana Maria Lopes, pelo companheirismo e cumplicidade;

à minha esposa Mara e aos meus filhos Ulisses e Isis, os quais são a principal razão desta conquista;

à Deus, pela oportunidade e proteção.

SUMÁRIO

1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	6
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Material	15
4.2 Métodos	18
4.2.1 Organização da amostragem dos pulverizadores	18
4.2.2 Delineamento experimental	20
4.2.3 Locais de avaliação	20
4.2.4 Procedimento de visita	21
4.2.5 Procedimento de inspeção	22
4.2.6 Avaliações Consideradas	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 Idade das máquinas	41
5.2 Acoplamento das máquinas	42
5.3 Combinações	42
5.4 Avaliações realizadas	44
5.4.1 Vazamentos	44
5.4.2 Mangueiras danificadas	46
5.4.3 Localização e posicionamento das mangueiras	48
5.4.4 Espaçamento entre bicos.....	50
5.4.5 Estado de conservação do filtro de sucção	52

5.4.6	Presença e estado de conservação do filtro de linha	54
5.4.7	Presença e estado de conservação de antigotejadores	56
5.4.8	Tipo de pontas de pulverização	57
5.4.9	Estado de conservação das pontas de pulverização	59
5.4.10	Presença e adequação do manômetro	61
5.4.11	Precisão do manômetro	64
5.4.12	Proteção de partes móveis	66
5.4.13	Taxa de aplicação	68
5.4.14	Dosagem de produto	71
5.4.15	Uniformidade de distribuição da barra	74
5.5	Avaliação final	77
5.6	Avaliação do processo de inspeção	79
6.	CONCLUSÃO	82
7.	SUMMARY	83
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
	APÊNDICES	89

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1. Itens avaliados e limites utilizados em inspeção alguns países da Europa	9
2. Causas de reprova e/ou reparo em pulverizadores com respectivo percentual de ocorrência na Bélgica	11
3. Causas e quantidade de máquinas reprovadas em inspeção na Bélgica.....	12
4. Inspeção periódica sobre pulverizadores agrícolas em alguns países europeus.....	14
5. Local e número de máquinas inspecionadas	21
6. Número de máquinas avaliadas em cada combinação	42
7. Número de máquinas avaliadas em função do grupo ou combinação	43
8. Vazamentos em função do grupo e combinação	45
9. Mangueiras danificadas em função do grupo e combinação	47
10. Mangueiras localizadas entre o bico e o alvo em função do grupo e combinação.	49
11. Espaçamento incorreto entre bicos em função do grupo e combinação	51
12. Filtros de sucção danificados em função do grupo e combinação	53
13. Presença e estado dos filtros de linha em função do grupo e combinação	55
14. Presença e estado de antigotejadores em função do Grupo e combinação	57
15. Tipos de pontas utilizadas em função do grupo e combinação	59
16. Estado das pontas em função do grupo e combinação	61
17. Presença e adequação do manômetro em função do grupo e combinação	63
18. Precisão do manômetro em função do grupo e combinação	65
19. Presença de proteção de partes móveis em função do grupo e combinação	67
20. Erros na taxa de aplicação em função do grupo e combinação	71

21. Erros na dosagem em função do grupo e combinação	73
22. Coeficientes de variação da barra em função do grupo e combinação	76
23. Máquinas reprovadas de acordo com as avaliação consideradas.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Unidade móvel de avaliação (lado direito).....	16
2. Unidade móvel de avaliação (adesivo de identificação)	16
3. Unidade móvel de avaliação (lado esquerdo).....	17
4. Unidade móvel de avaliação (vista interna)	17
5. Entrevista com o usuário do pulverizador.....	23
6. Mangueira interferindo na projeção do jato.....	29
7. Erros no espaçamento e altura dos bicos.....	30
8. Avaliação da vazão das pontas de um pulverizador.....	32
9. Manômetro danificado.....	33
10. Bomba hidráulica para avaliação de manômetros.....	34
11. Parte móvel do pulverizador sem proteção	36
12. Adaptação de assento no pulverizador	36
13. Hardi Spray Scanner em operação (vista lateral).....	39
14. Hardi Spray Scanner em operação (vista frontal).....	40
15. Base de dados do software do Hardi Spray Scanner.....	40
16. Amplitude e frequência de erros na taxa de aplicação.....	69
17. Quantificação de itens reprovados e frequência e máquinas reprovadas.....	77

1. RESUMO

Para a otimização no uso de agroquímicos, vários países tem realizado avaliações periódicas em pulverizadores agrícolas. No Brasil, o reconhecimento do estado destas máquinas, pode nortear pesquisas e investimentos em orientação de uso e manutenção.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o estado de pulverizadores em uso na agricultura nacional, estudar a necessidade de implantação de inspeções periódicas em tais máquinas no Brasil e desenvolver metodologia específica para as condições brasileiras.

O projeto foi financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), o que possibilitou a constituição de uma unidade móvel de avaliação. A unidade foi composta por um veículo utilitário dotado de carroceria tipo furgão, devidamente identificada com adesivos, sendo utilizada para transporte de todos os equipamentos necessários para as avaliações de campo e também dos técnicos do projeto.

A metodologia de avaliação utilizada foi adaptada com base nas inspeções realizadas na Bélgica, Alemanha e Itália. Estas avaliações foram efetuadas sobre vários componentes e aspectos operacionais das máquinas, divididas em três grupos, sendo eles: idade, acoplamento e procedência do pulverizador.

Os itens avaliados foram: presença de vazamentos, estado de conservação e localização das mangueiras, presença e estado de conservação dos filtros de linha e de sucção, presença e estado de conservação de antigotejadores, espaçamento, tipo e estado de uso de pontas de pulverização, presença, funcionalidade, adequação e precisão do manômetro, proteção de partes móveis, erros na taxa de aplicação e na dosagem do produto, e a uniformidade de distribuição.

Os resultados mostraram que independentemente da forma de análise, todas as máquinas apresentaram falhas. A falha de maior frequência ocorreu no manômetro, o qual apresentava algum tipo de problema em mais de 90% das máquinas. Problemas relacionados às pontas ocorreram em 81,6% das unidades, tendo o coeficiente de variação da vazão das pontas oscilado entre 4,86 e 12,92%. Um outro problema frequente foram os erros em taxa de aplicação e dosagem, os quais ocorreram em mais de 80% dos equipamentos. Os vazamentos apareceram em 56,6% das inspeções. Estes resultados indicam a necessidade de aplicação de técnicas de melhor uso e manutenção, justificando um serviço de avaliações periódicas em pulverizadores agrícolas no país.

2. INTRODUÇÃO

O crescimento constante da população mundial tem gerado uma demanda cada vez maior de alimentos para satisfazer suas necessidades nutricionais. Esta demanda associada às necessidades econômicas do setor produtivo da agricultura, tem levado-o a buscar e empregar novas técnicas que possibilitem maior produtividade das áreas já exploradas, principalmente considerando que a média de área plantada no Brasil na década de 90 foi 4% inferior que a média dos últimos 5 anos da década anterior, (Zandonadi, 1996). Pinazza & Araújo (1993) acrescentam, ainda, a necessidade de melhorar a qualidade dos alimentos para garantia de mercado consumidor no país e para exportações.

O uso de agrotóxicos ocupa um lugar de destaque entre as técnicas utilizadas para melhorar tanto a produtividade quanto a qualidade dos produtos oriundos de áreas agrícolas produtivas, principalmente no combate à doenças, plantas daninhas e pragas das plantas cultivadas. (Limongelli et al., 1991).

Uma característica marcante da Revolução Industrial ocorrida no século XVIII, foi a criação e o desenvolvimento de máquinas que, além de possibilitar o aumento da produtividade da mão de obra, proporcionavam produção rápida e em larga escala com menores custos. Foram desenvolvidas máquinas inicialmente para uso em fiação e

tecelagem, ocorrendo posteriormente criação de unidades específicas para a utilização diretamente na agricultura (Huberman, 1986).

Dentre as máquinas desenvolvidas para uso agrícola, os pulverizadores são de ampla utilização para a aplicação de produtos fitossanitários, uma vez que possibilitam a distribuição rápida de produtos tais como herbicidas, fungicidas, inseticidas e reguladores de crescimento, acaricidas, etc.

A eficiência da aplicação dos produtos fitossanitários contra os agentes causadores de danos nas culturas agrícolas, associada à menor contaminação ambiental e menor custo, depende de diversos fatores, entre eles pode-se citar a escolha adequada do equipamento, o estado e funcionamento de seus componentes e sua calibração.

Uma medida adotada em alguns países da Europa para controlar as pulverizações, é a implantação de uma inspeção periódica nas máquinas utilizadas no campo, atribuindo a elas certificação e/ou orientação aos usuários para um melhor uso e manutenção, objetivando uma redução da quantidade de defensivos agrícolas utilizados com conseqüente redução do custo e da contaminação ambiental, além de elevar a eficiência das aplicações.

Considerando que o mercado de defensivos agrícolas no Brasil passou de seiscentos milhões de dólares no ano de 1994 (Fundação Getúlio Vargas, 1995) para mais de dois bilhões e cem milhões de dólares em 1997 (Blecher, 1998), chegando a dois bilhões e quinhentos milhões de dólares em 2000 (SINDAG, 2001), e uma vez que estas aplicações, quando realizadas em excesso, podem consumir até 400% a mais da quantidade necessária de produto (Langenakens, 1998), pode-se avaliar a importância do controle sobre o estado das máquinas que aplicam a maior parte de tais produtos, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

Sendo assim, a identificação do estado atual de conservação e uso de pulverizadores na agricultura pode nortear novas pesquisas e investimentos para uma manutenção e uso adequados destes equipamentos, no sentido de contribuir com a redução de custos e contaminação ambiental, pelo menor consumo e menores perdas, associados a uma maior eficiência das pulverizações.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o estado de pulverizadores em uso na agricultura, estudar a necessidade de implantação de inspeções periódicas em tais

máquinas no Brasil e desenvolver metodologia específica de avaliações para as condições brasileiras.

3. REVISÃO DE LITERATURA

As avaliações de componentes isolados dos pulverizadores são realizadas desde pelo menos 1943 (Reichard et al., 1991), já as avaliações sobre o conjunto pulverizador em um grande número de máquinas, com propósito de inspeção para uso, pode ser considerada uma iniciativa mais recente, uma vez que a literatura mostra pesquisas conduzidas a partir da década de 60.

Friedrich (1996) acredita que os equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários evoluíram consideravelmente nos últimos anos, porém, essa transferência ao campo ocorre lentamente, enquanto que os agroquímicos evoluíram mais rápido para produtos mais potentes e ainda chegam as partes mais remotas do mundo em menor tempo. Neste mesmo sentido, Matuo (1998) afirma também que houve uma evolução tecnológica importante para aplicação destes produtos, contudo, ainda aquém da necessidade, quando comparada com os investimentos para a descoberta de novos produtos.

Hagenvall (1994) comenta que já na década de 60, a Alemanha deu início a um processo de inspeção periódica de pulverizadores agrícolas, sendo tal inspeção inicialmente voluntária, passando a partir de 1992 a ser compulsória naquele país. O autor destaca também, a importância do estado de manutenção e uso dessas máquinas para a aplicação correta de agroquímicos na Suécia, e ressalta parâmetros de relevante importância

em pulverizadores, tais como: uma boa distribuição ao longo da barra, possibilidade de calibração para uma taxa de aplicação desejada, possibilidade de contar com instrumentos de medição e a redução de perdas.

Lanças et al (1998), afirmam a importância da manutenção adequada das máquinas agrícolas para que elas possam executar suas funções operacionais de forma mais eficiente, interferindo diretamente no lucro da empresa. Citam, também, a inspeção como a parte mais importante de todo o programa de manutenção preventiva, uma vez que ela revela as condições operacionais das máquinas.

Machado (2001), também destaca a importância da manutenção como alternativa para que as máquinas agrícolas possam executar corretamente suas tarefas, sendo uma forma de manter a máquina nas condições mais próximas das ideais de operação.

Osteroth (1995) descreveu a evolução das inspeções periódicas voluntárias, realizadas em pulverizadores a campo na Alemanha, desde 1990 a 1993. No primeiro ano foram inspecionados voluntariamente 1225 máquinas, chegando a 9438 pulverizadores avaliados até o ano de 1993, ano em que tal inspeção passou a ser obrigatória.

No mesmo país Koch, (1996) propôs uma metodologia de avaliação em pulverizadores dividindo-as em qualitativas (observadas) e quantitativas (medidas). Algumas das qualitativas foram feitas observando o estado geral de manutenção, presença de vazamentos, proteção de partes móveis e estado dos filtros. Dentre as quantitativas apresentam-se a avaliação da vazão das pontas, comprimento real da barra e velocidade de deslocamento, sendo estes três parâmetros utilizados para a determinação da correta calibração.

Koch & Weiber (1996) destacam a importância de uma calibração precisa para a taxa de aplicação desejada, entendendo que parâmetros como vazão das pontas, velocidade de deslocamento e altura da barra em relação ao alvo, devem ser considerados nas avaliações dos pulverizadores.

Ao final da década de 60, a Itália iniciou também as avaliações de máquinas para aplicação de agrotóxicos em culturas arbóreas (turboatomizadores), passando a partir de 1985, através do Centro de ensaio de pulverizadores de Bolzano, a avaliar também pulverizadores de barras, tendo inspecionado, no ano de 1989, um total de 60 máquinas. Neste trabalho, concluiu-se que somente 8 unidades apresentavam condições adequadas para

uso, 47% produziam uma distribuição irregular na barra, 53% apresentavam manômetros danificados e 53% não tinham proteção na árvore cardâmica (Endrizzi, 1990).

Baldi & Vieri (1992) apresentaram proposta de institucionalizar um controle periódico sobre pulverizadores usados na Itália, descrevendo a metodologia para a avaliação de manômetros, vazão das pontas e distribuição na barra do pulverizador. Os manômetros foram avaliados utilizando um banco comparador composto por um circuito hidráulico com pressurização regulada, com tubulação comunicante para dois manômetros, um de precisão e outro da máquina. A vazão das pontas foi obtida através de fluxômetros instalados nos bicos. A distribuição horizontal na barra das máquinas foi avaliada volumetricamente, com provetas graduadas postas sob um banco de distribuição com canaletas a cada 5 cm. As avaliações também consideraram aspectos qualitativos da máquina, como proteção ao operador, presença de filtros e antigotejadores e escala do manômetro. Segundo os autores, a aplicação de tal metodologia sobre 28 máquinas, mostrou que 71% não apresentavam proteção adequada ao operador, 85% não estavam dotadas de antigotejadores e em 36% os filtros eram ineficientes ou ausentes. Com relação ao manômetro, independentemente da eficiência, em 50% dos casos a escala era muito elevada em relação ao valor médio de registro em pulverizações. Da avaliação da vazão das pontas os autores concluíram que a variação média de vazão foi de 19,5%, com valores médios de CV na distribuição de 22,3%. Com respeito a qualidade de distribuição nas barras, foi observado que 40% das máquinas apresentavam CV superior ao limite determinado pelos pesquisadores, que neste caso foi de 10%.

Tugnoli (1995) conduziu pesquisas em inspeção de pulverizadores realizadas no Instituto de Mecanização Agrária da Universidade de Bolonha. As avaliações foram feitas considerando a precisão do manômetro, a vazão e o padrão de distribuição das pontas. Os manômetros foram avaliados em um banco aferidor mecânico. A vazão das pontas foi tomada em um banco com fluxômetro eletrônico e a distribuição em um banco de canaletas. A idade das máquinas foi uma informação, também, considerada, já que se observou com que frequência e tempo de uso, os pulverizadores eram encaminhados para inspeção. Os resultados permitiram ao autor a constatação de que os problemas mais comuns eram: manômetro com defeito (30% das máquinas); pontas ruins (25%); e árvore cardâmica

sem proteção (33%). Com relação a idade dos equipamentos, quase 40% das máquinas tinham no máximo 5 anos de fabricação e cerca de 20% tinham mais de 10 anos.

Balsari & Vieri (1996) mostraram a continuidade do controle sobre máquinas para aplicação de defensivos na Itália, relatando que, em 1995, foram avaliadas 650 máquinas para aplicação em culturas arbóreas e 220 pulverizadores de barras. Dentre vários parâmetros, se avaliou a vazão das pontas, funcionalidade do manômetro e a distribuição horizontal na barra. A vazão das pontas foi tomada em um banco eletrônico específico para tal fim, o mesmo acontecendo com a avaliação do manômetro. A distribuição horizontal foi tomada pela utilização de um equipamento semelhante ao utilizado por Langenakens (s.d.).

Ainda na Itália, Biocca & Vannucci (2000) publicaram itens de avaliação utilizados na inspeção de pulverizadores em alguns países da Europa com seus respectivos limites de aceitabilidade, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Itens avaliados e limites utilizados em inspeção de pulverizadores em alguns países da Europa.

País	Itens avaliados		
	Vazão da ponta	CV da ponta	Precisão do manômetro
Alemanha	CV < 10%	< 9%	Erro de 3% (0,1 a 6,0 bar)
Suécia	Diferença de 5%	< 7%	-
Bélgica	10% com relação ao novo	-	Erro ≤ 10%
Itália	5% com relação a média	-	Erro ≤ 5%
Suíça	10% com relação ao novo.	< 8%	Erro ≤ 5%
CEE	-	< 10%	Erro ≤ 2,5%

Fonte: Biocca & Vannucci (2000).

Levantamentos também foram realizados na Argentina por Magdalena & Di Prinzio (1992). Parâmetros como funcionalidade do manômetro, vazão das pontas e proteção da árvore cardâmica foram avaliados sobre 292 equipamentos, constatando que 70% das máquina utilizavam pontas desgastados, 52% não tinham manômetro ou estavam fora de

serviço e 86% não dispunham de proteção na árvore cardâmica. Observaram ainda, que com investimentos de baixo custo em reparos, calibração correta e informação aos usuários, as máquinas poderiam ser postas em adequada condição de operação.

Rice (1993) descreveu avaliações de pulverizadores realizadas na Irlanda. Entre outros, os itens avaliados foram: vazão das pontas; distribuição horizontal na barra; e condições mecânicas gerais da máquina. O pesquisador aponta que de 410 avaliações voluntárias, somente 16% apresentavam um padrão ótimo de distribuição ($CV \leq 15\%$). Concluiu também que das máquinas com pontas de jato cônico, espaçadas a 50 cm, somente 4,5% apresentaram variabilidade na distribuição inferior a 15%. Com respeito a vazão das pontas, cerca de 50% das máquinas apresentavam pontas com variação de vazão acima de 10% e 35% de todas as máquinas não dispunham de proteção de partes móveis.

A Bélgica adotou, a partir de 1995, a obrigatoriedade de inspeção dos pulverizadores em uso, estabelecendo como objetivos principais a manutenção dos equipamentos e a educação dos usuários. Na metodologia desenvolvida para a avaliação estavam previstas análises visuais e mensuráveis de diversos órgãos e componentes das máquinas, possibilitando avaliar 2952 pulverizadores desde setembro de 1995 a abril de 1996, dos quais 2539 (86%) foram aprovados para uso (Huyghebaert et al., 1996).

Langenakens & Pieters (1997) ressaltaram a importância da inspeção obrigatória das máquinas para aplicação de defensivos agrícolas e comentaram, também, que na Bélgica esta inspeção se realiza com objetivo técnico e educativo para reduzir a quantidade de agrotóxicos utilizados no país e promover a preservação tanto do ambiente quanto da imagem do agricultor. Relataram que no período de setembro de 1995 a agosto de 1996 foram inspecionadas 7056 máquinas, e que somente 7% foram reprovadas.

No período de setembro de 1995 a dezembro de 1998, o serviço de inspeção compulsória de pulverizadores da Bélgica, avaliou 17197 máquinas, tendo aprovado 14392 unidades (82,4%) na primeira inspeção. A maior causa de reprova ocorreu devido a problema de pontas ou de manômetros, sendo ambos componentes responsáveis por 86% de tais reprovos, correspondendo a 2409 unidades. Langenakens & Pieters [1999?].

A análise visual sobre parâmetros de operação considerados por Huyghebaert et al. (1996) e Langenakens & Pieters (1997) foram: proteção de partes móveis; presença de filtros; presença e adequação do manômetro; presença de obstáculos entre a

projeção do jato e o alvo; e presença de vazamentos. Dentre as avaliações mensuráveis estavam: avaliação da precisão do manômetro; funcionamento do compensador de retorno; vazão individual das pontas; espaçamento entre bicos; e taxa de aplicação real da máquina.

Além dos parâmetros citados, Langenakens (s.d.) considerou, também, a uniformidade de distribuição da barra do pulverizador. A variabilidade no padrão de distribuição foi comparada através de coeficientes de variação (CV) das quantidades de líquido coletadas a cada 10 cm da barra do pulverizador, obtidas com um equipamento denominado “Hardi Spray Scanner”. O limite de valor aceitável de CV para máquinas usadas foi de 10% e para máquinas novas, ensaiadas em laboratório, o valor máximo admitido foi de 7%.

Huyghebaert et al. (1996) identificaram alguns dos problemas que levaram a reprova de máquinas nos testes ou determinavam necessidade de reparos com suas respectivas frequências. Os resultados estão mostrados no Quadro 2.

Quadro 2. Causas de reprovação e/ou reparo com respectivo percentual em pulverizadores na Bélgica e ocorrência.

Origem do problema	Máquinas (%)	
	Reprovadas	Reparadas
Manômetro	43	-
Pontas	41	-
Proteção do cardam	3	-
Regulador de pressão	3	-
Obstáculos entre bico e alvo	-	24
Filtros	-	21
Vazamentos	-	15
Taxa de aplicação incorreta	-	4

Fonte (Huyghebaert et al., 1996).

Langenakens & Pieters [1998?] propuseram alguns limites de erros considerados em parâmetros de operação dos pulverizadores. Entre outros, estavam: a precisão do manômetro, com limite de erro de 10% (pressão entre 200 e 500 kPa); espaçamento entre bicos, com limite de 10% do valor correto; a vazão das pontas, com limite de 10% de diferença em relação a média; precisão na taxa de aplicação, com limite de erro de 10% e; presença de vazamentos, sendo que neste último caso o limite foi a ausência do mesmo.

Langenakens & Pieters [1999?] publicaram as causas de reprova e respectivo percentual na aplicação da metodologia com os limites propostos por Langenakens & Pieters [1998?]. Tais resultados podem ser vistos no Quadro 3.

Quadro 3. Causas e quantidade de máquinas reprovadas em inspeção na Bélgica.

Causas de reprova	Máquinas reprovadas	
	Número	%
Falta de proteção na árvore cardâmica	54	0,3
Vazamentos (elevadas perdas)	77	0,5
Barras empenadas	1757	10,1
Distância irregular entre bicos	345	2,0
Vazamentos no circuito de sucção	74	0,4
Defeitos no compensador de retorno	312	1,8
Vazamentos (pequenas perdas)	2767	15,8
Filtros de abastecimento não funcionais	1972	11,3
Filtros de sucção com problemas	312	1,8
Filtros de linha com problemas	650	3,7
Manômetros mal dimensionados (tamanho e escala)	3498	20,0
Falta de compensador de retorno	1446	8,3
Mau ajuste do compensador de retorno	3979	22,8

Fonte: Langenakens & Pieters [1999?].

Na Noruega a inspeção de pulverizadores agrícolas foi iniciada em 1991, sendo que até 1998 cerca de 6500 máquinas já haviam passado por algum processo de avaliação. A realização dos testes foi possível a partir da constituição de mais de 70 laboratórios móveis desenvolvidos pela Universidade Agrícola da Noruega. Dentre as avaliações estavam: a possibilidade e precisão de calibragem do equipamento para uma taxa de aplicação predeterminada; o controle da vazão e distribuição das pontas; a velocidade de deslocamento do conjunto; a precisão do manômetro; e o estado de filtros e mangueiras. (Bjugstad 1998).

Ganzelmeier & Rietz (1998), também revelaram a importância de uma inspeção regular nos pulverizadores agrícolas e fizeram um levantamento da atual situação da inspeção na Europa. Constataram que dos 19 países analisados que faziam inspeção regular, 14 aplicavam esses procedimentos de inspeção sobre pulverizadores de barras e 11 sobre máquinas para aplicação em culturas arbóreas. Outras informações dessas inspeções em países europeus, são vistos no Quadro 4.

Quadro 4. Inspeção periódica sobre pulverizadores agrícolas em alguns países europeus.

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

Fonte: Ganzelmeier & Rietz (1998).

Pannel (1994) acrescenta a necessidade de serviços de inspeção como agente redutor de custos e da prevenção da contaminação de alimentos e do ambiente. De uma análise dos objetivos estabelecidos para as inspeções de pulverizadores, independente de ser espontânea ou obrigatória, salienta a importância dada ao processo educativo do operador ou proprietário. Nesse mesmo sentido Rikoon et al. (1996) citaram a importância de processos educativos e interativos com produtores rurais, considerando estes processos como agentes de mudanças de atitude, os quais podem conduzir um produtor a adotar uma técnica para modificação de um processo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Para os levantamentos de campo, foi constituída uma unidade móvel de avaliação (U.M.A.), montada sobre um veículo utilitário Ford modelo F 350, ano de fabricação 2000, com um furgão de 3,50 m de comprimento, 1,90 m de altura e 2,20 m de largura. Tais dimensões foram determinadas de acordo com o espaço ocupado pelos equipamentos a serem transportados. O acesso ao seu interior pode se dar tanto pela parte traseira, a qual dispõe de duas portas de 1,80 m de altura por 1,05 m de largura cada uma, como também pelo lado direito, por uma porta de 1,80 m de altura por 0,8 m de largura.

No seu interior foi instalado uma bancada de madeira para uso geral e um baú para acomodação e transporte de equipamentos e ferramentas. Foi instalada uma rede elétrica para 110 ou 220 volts, com um ponto de entrada de energia externa, trazida por uma extensão de 50 metros, com conexão elétrica exclusiva para o veículo. Dentro do furgão, além de 5 pontos de utilização de energia elétrica (tomadas), distribuídos convenientemente, também foram instalados dois pontos de iluminação. Foi instalada também uma rede elétrica de 12 volts, com conectores (tomadas) específicos, a qual recebia energia da bateria do veículo e a distribuição se dava em três pontos dentro do furgão. Desta forma, tanto os equipamentos dependentes de 110 ou 220 volts, como de 12 volts, funcionavam simultaneamente.

Na parte externa do lado direito do furgão, foi construído um toldo removível de 3,0 m de largura por 2,2 m de comprimento, o qual era instalado quando havia risco de chuva ou incidência intensa de sol, servindo de proteção aos técnicos e aos equipamentos mais sensíveis, como computadores, balança de precisão, etc.

Para a identificação do veículo, bem como do projeto, foram fixados adesivos nas portas do veículo, na parte frontal, lateral e traseira do furgão. A U.M.A. está mostrada nas Figuras 1, 2, 3 e 4.



Figura 1. Unidade móvel de avaliação (lado direito)



Figura 2. Unidade móvel de avaliação (adesivo de identificação).



Figura 3. Unidade móvel de avaliação (lado esquerdo).



Figura 4. Unidade móvel de avaliação (vista interna).

Dentre os equipamentos utilizados na U.M.A. estão uma balança eletrônica com capacidade para 5,0 kg; um banco manométrico e um manômetro de precisão para 2000 kPa; dois transformadores de 110 para 220 volts ou de 220 para 110 volts; um conversor de 12 para 110 volts; um carregador de baterias de 110 ou 220 para 12 volts; um

computador Pentium 233 com monitor e estabilizador; dois cronômetros; uma calculadora; jogos de ferramentas; mesas; cadeiras; bomba d'água; um equipamento para avaliação da distribuição volumétrica da pulverização denominado "Hardi Spray Scanner" com nove trilhos e duas piscinas; 4 calços para elevação de tratores; equipamentos de proteção individual; baldes; mangueiras; e conexões elétricas e hidráulicas.

As despesas com aquisição dos equipamentos, bem como com viagens para as inspeções, foram custeados pelo projeto "Avaliação Periódica de Pulverizadores Agrícolas" (denominado projeto IPP com a finalidade de facilitar sua identificação e divulgação). O projeto foi financiado junto a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – Processo nº 00/02544-8, com coordenação do professor Dr. Ulisses Rocha Antuniassi.

4.2 Métodos

4.2.1 Organização da amostragem dos pulverizadores

A amostra de pulverizadores foi composta por três grupos:

Grupo 1. Idade das máquinas

O primeiro grupo referiu-se a idade dos equipamentos, obtendo-se duas categorias. A primeira foi formada por máquinas com menos de dois anos de fabricação, identificadas como máquinas "novas", e o outro por máquinas com mais de dois anos, identificadas como máquinas "usadas". Este grupo foi considerado com base na proposta de Tugnoli (1995), já que o mesmo estratificando as amostras de pulverizadores avaliados na Itália, constatou que máquinas com até 5 anos de fabricação são aquelas que ocorrem com maior frequência nas inspeções.

Grupo 2. Cultura explorada

Este grupo considerou o tipo de cultura explorada onde se utilizava as máquinas, sendo a primeira categoria formada por máquinas pertencentes a propriedades produtoras de grãos. As máquinas classificadas dentro desta categoria serão, a partir daqui, identificadas como máquinas pertencentes a “fazendas”.

A segunda categoria deste grupo foi formada por máquinas de propriedades que exploravam as agroindústrias de cana-de-açúcar, para produção de açúcar e álcool, sendo tais unidades identificadas como máquinas pertencentes a “usinas”.

Grupo 3. Forma de acoplamento

O terceiro grupo permitiu obter mais três categorias, dadas por máquinas classificadas pela forma de acoplamento, como “montadas”, “autopropelidas” ou de “arrasto”.

Os grupos possibilitaram a composição de 12 combinações:

1. Usada – Usina – Montada
2. Usada – Usina – Arrasto
3. Usada – Usina – Autopropelida
4. Usada – Fazenda – Montada
5. Usada – Fazenda – Arrasto
6. Usada – Fazenda – Autopropelida
7. Nova – Usina – Montada
8. Nova – Usina – Arrasto
9. Nova – Usina – Autopropelida
10. Nova – Fazenda – Montada
11. Nova – Fazenda – Arrasto
12. Nova – Fazenda – Autopropelida

Os resultados foram analisados comparando-se os valores obtidos em cada item avaliado, de forma independente para cada um dos grupos, bem como para todas as combinações possíveis.

4.2.2 Delineamento experimental

Os dados foram submetidos a uma análise exploratória, através de uma estatística descritiva, onde foram considerados os grupos e suas combinações.

4.2.3 Locais de avaliação

A pesquisa considerou inspeções sobre pulverizadores de barras e os levantamentos foram realizados entre o período de fevereiro a outubro de 2001. Tais avaliações foram realizadas com visitas e entrevistas sobre uma amostra de mais de 100 produtores rurais, as quais resultaram em 76 pulverizadores inspecionados, abrangendo a região sudoeste do estado de São Paulo, norte e Campos Gerais do estado do Paraná. Os locais e número de máquinas avaliadas estão mostrados no Quadro 5.

Quadro 5. Local e número de máquinas inspecionadas com a U.M.A.

Local de inspeção	Número de máquinas inspecionadas
Palmital – SP	10
Ibirarema – SP	02
Cândido Mota – SP	09
Pedrinhas Paulista – SP	04
Botucatu – SP	01
Paraguaçu Paulista – SP	08
Bandeirantes – PR	08
Carambeí – PR	14
Castro – PR	20
Total	76

4.2.4 Procedimento de visita

As inspeções foram realizadas tanto em máquinas de proprietários escolhidos ao acaso, quanto em grupo de produtores convidados à participação. No primeiro caso, a equipe técnica se dirigia, dentro da região preestabelecida, a qualquer propriedade que aparentasse possuir pulverizador. Uma vez na propriedade, era feita a apresentação do projeto e da equipe técnica, seguida da solicitação de inspeção ao responsável pela máquina.

Quando a execução dos testes era possível, montava-se a estrutura necessária e procediam-se as avaliações, as quais necessitavam cerca de três horas de atividade, considerando os levantamentos técnicos e as orientações oportunas ao produtor. Procurava-se realizá-las sempre na presença do responsável, evitando-se que os técnicos operassem a máquina ou o trator, sendo a máquina calibrada sempre pelo responsável. Se por

alguma razão, não houvesse possibilidade de realizar tais avaliações, a equipe se dirigia a outra propriedade próxima, repetindo-se o procedimento descrito acima.

As inspeções também foram realizadas de forma programada, ocorrendo após solicitação de alguma entidade para promover a avaliação de mais de uma máquina por vez. Para isto, após estabelecido o período disponível, tal entidade providenciava antecipadamente um local apropriado e comunicava os proprietários interessados em participar. Estes participantes foram escalados de acordo com a previsão de tempo e número de máquinas a serem avaliadas, comunicando antecipadamente a data e o horário provável da inspeção de cada máquina. Este cuidado era tomado, no sentido de que as máquinas permanecessem paradas para a inspeção somente o tempo necessário, além de possibilitar ao produtor, o planejamento de uso das mesmas de acordo com sua necessidade.

Para ambas as formas de avaliação, os proprietários recebiam um relatório padrão e uma declaração de participação. O relatório continha resultados de alguns itens avaliados, incluindo para alguns deles valores de referência para comparação. Continha também alguns comentários e sugestões de modificações a serem feitas na máquina para melhorar alguns parâmetros de prestação. O modelo do relatório e da declaração, estão apresentados nos apêndices 1 e 2 respectivamente.

A equipe técnica evitava visitas para inspeção quando a mesma coincidia com períodos de grande necessidade de uso dos pulverizadores. Pode-se citar por exemplo, após longos períodos de chuvas, bem como períodos de necessidade de combate a algum tipo de praga, doença ou plantas daninhas sazonais. Este critério tinha como objetivo não interromper o uso das máquinas e também evitar que a inspeção fosse feita sob condição de elevado nível de contaminantes nos pulverizadores.

4.2.5 Procedimento de inspeção

Uma vez obtida a autorização para os testes, se realizava inicialmente uma entrevista com o responsável, obtendo dados a respeito do proprietário, da propriedade e da máquina. A Figura 5 mostra os técnicos realizando uma entrevista com o usuário.



Figura 5. Entrevista com o usuário do pulverizador.

Os dados da entrevista, bem como dos testes, foram registrados em uma planilha específica. Após a realização dos testes no pulverizador, aplicava-se ao seu chassi um selo adesivo de participação, que não atribuía à máquina nenhum termo de aprovação ou reprova nos testes, mas simplesmente a identificava como participante. O modelo do selo utilizado está mostrado no apêndice 3.

Conforme proposto por Koch (1996), Huyghebaert et al. (1996) e Langenakens & Pieters (s.d.) as avaliações foram realizadas do ponto de vista qualitativo do estado geral do pulverizador e quantitativo sobre parâmetros de prestação. A seqüência de atividades, mostrada no modelo da planilha (item 4.2.5.1), foi determinada objetivando-se maior rapidez no trabalho e principalmente impedindo que alterações necessárias para a inspeção, não mascarassem os resultados da condição real de operação da máquina.

A equipe técnica foi formada por três pessoas, entre as quais estagiários dos cursos de graduação em Agronomia da Fundação Faculdades “Luiz Meneghel” de Bandeirantes - PR, da Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista - SP e da Faculdade de Ciências Agrônomicas – Unesp, Câmpus de Botucatu – SP.

4.2.5.1 Modelo da planilha

Informações e características dos pulverizadores

Identificação do proprietário e da propriedade

- Nome do proprietário: _____
- Nome da propriedade: _____ área _____ ha.
- Endereço: _____
- Cidade: _____ Estado: _____
- CEP: _____ Fone: _____
- Código da máquina: _____

Identificação da máquina

- Tipo: _____
- Forma de aplicação: _____
- Culturas utilizadas: _____
- Marca: _____
- Modelo: _____
- Ano de fabricação: _____
- Fabricante: _____

Sistema de engate

- montado arrasto autopropelido

Constituição e dimensões

- Depósito:
 - Material _____
 - Marcação do volume: _____
 - Volume nominal: _____
 - Diâmetro da abertura de enchimento: _____
 - Peneira Presente Ausente
- Dispositivo de agitação:
 - Tipo: _____
 - Localização: _____

Bomba

- Tipo: _____ Potência: _____
 - Modelo: _____
 - Fabricante: _____
 - Acionamento: _____ Rotação: _____
 - Pressão nominal: _____
 - Vazão: À pressão mínima: _____
 À pressão nominal: _____
-

 Barra de pulverização

- N.º de sessões: _____
 - Diâmetro externo da tubulação: _____
 - N.º de bicos: _____
 - Comprimento da barra: _____ m.
-

Pontas de pulverização

- Tipo: _____ Material: _____
 - Vazão: _____ Modelo: _____
 - Fabricante: _____ Ângulo: _____ °
-

Grupo de comando

- Tipo: _____
 - N.º de válvulas: _____
 - N.º de posições: _____
 - N.º de compensadores de retorno: _____
-

Regulador de pressão

- Tipo: _____
-

Manômetro

- Presente Ausente
 - Unidade: _____ divisão: _____
 - Unidade: _____ divisão: _____
 - Diâmetro: _____
 - Fabricante: _____
 - Amortecedor: _____
 - Escala: _____
-

Filtros das pontas.

Presentes ausentes

Avaliação qualitativa (estado geral do pulverizador)

Mangueiras danificadas

- Rompidas (local) _____ n° _____
- Trincadas (local) _____ n° _____
- Fissuradas (local) _____ n° _____
- Outro dano _____ n° _____

Mangueiras mal localizadas

- Local _____ n° _____
- Local _____ n° _____
- Local _____ n° _____

Presença e estado de antigotejadores.

Estado do filtro de linha.

Presente _____ ausente _____

Material: _____ Diâmetro: _____

Comprimento: _____ Tubulação de entrada _____

Presença de fissuras Sim Não

Obstrução Sim Não

Outro dano Sim Não _____

Estado do filtro de sucção.

Presença de fissuras Sim Não

Obstrução Sim Não

Outro dano Sim Não _____

4.2.6 Avaliações Consideradas

4.2.6.1 Vazamentos

Quando ocorreram, os mesmos foram identificados e localizados, independente da quantidade. Esta avaliação foi realizada submetendo a máquina à operação, e observando a ocorrência dos mesmos. Tomava-se o cuidado para que os técnicos não interferissem na condição original da máquina, para não mascarar os resultados (Hagenvall, 1994; Huyghebaert et al., 1996; Langenakens, 1997 e Koch, 1996).

4.2.6.2 Mangueiras danificadas

Mangueiras rompidas, trincadas, fissuradas ou que apresentassem outro tipo de dano, foram identificadas e localizadas. (Bjugstad, 1998).

4.2.6.3 Localização e posicionamento de mangueiras

Também a posição das mangueiras foi observada, identificando e localizando as que interferiram na projeção do jato de líquido desde a ponta até o alvo. Para esta

avaliação os técnicos também estavam orientados a não produzir modificações que pudessem alterar os resultados (Huyghebaert et al., 1996 e Langenakens, 1997). Exemplo da interferência da mangueira na projeção do jato esta mostrado na Figura 6.



Figura 6. Mangueira interferindo na projeção do jato.

4.2.6.4 Espaçamento entre bicos

A distância entre os bicos foi avaliada com uma trena, com precisão de 5 mm. As distancias eram medidas sempre do lado esquerdo para o lado direito. Os valores obtidos foram comparados com a distancia esperada, e foram considerados incorretos quando a diferença superava 10%. Os valores do maior erro também foram identificados (Huyghebaert et al., 1996; Tugnoli, 1995 e Langenakens & Pieters, [1999?]). Erros de espaçamento entre bicos estão mostrados na Figura 7.



Figura 7. Erros no espaçamento e altura dos bicos.

4.2.6.5 Estado de conservação do filtro de sucção

O filtro foi retirado, após as avaliações dinâmicas, e a observação foi feita considerando a presença de fissuras, obstrução ou outro tipo de dano, tanto na malha, quanto na carcaça, semelhante ao realizado por Baldi & Vieri (1992) e Huyghebaert et al. (1996).

4.2.6.6 Presença e estado de conservação do filtro de linha

O procedimento para este levantamento foi semelhante ao realizado para os filtros de sucção, seguindo também proposta de Baldi & Vieri (1992) e Langenkens (1997).

4.2.6.7 Presença e estado de conservação de antigotejadores

Além da presença, os mesmos foram considerados funcionais quando, após a interrupção do bombeamento de água, impediam completamente e instantaneamente a passagem de líquido através das pontas. Quando, após cessar o bombeamento de água às barras, as pontas continuavam a gotejar, o antigotejador foi considerado não funcional (Baldi & Vieri, 1992).

4.2.6.8 Tipo de ponta de pulverização

De acordo ao proposto por Rice (1993) e Koch (1996), a identificação do(s) tipo(s) de ponta(s) das máquinas foi feita pela retirada e observação das mesmas após todas as avaliações dinâmicas. Este cuidado era tomado para que a retirada e reinstalação delas não modificassem a condição original de uso da máquina, mascarando ocorrência de vazamentos, obstrução de pontas e de filtros. Considerou-se nesta avaliação, além da identificação do tipo, também o número de máquinas que utilizavam mais de um tipo de ponta.

4.2.6.9 Estado de conservação das pontas de pulverização

O estado destes componentes foi avaliado através da vazão. A vazão foi tomada em lotes de no máximo 20 unidades, pela instalação de 20 mangueiras nos corpos dos bicos, que tinham o objetivo de conduzir toda a água pulverizada nos baldes coletores.

Com a máquina em operação, e após 3 minutos de funcionamento para estabilização da pressão no circuito hidráulico, iniciava-se a contagem do cronômetro no momento em que foi colocado o primeiro balde sob a mangueira do primeiro bico para a coleta de água, os demais baldes foram colocados um a um sob as outras mangueiras a cada 5 segundos. Após a colocação do último balde aguardou-se até que o cronometro indicasse o tempo de 2 minutos, sendo neste momento retirado o primeiro balde e a cada 5 segundos

retirou-se os outros na mesma ordem de colocação. Quando o número de bicos foi superior a 20, repetia-se o procedimento para os outros bicos, quantas vezes fosse necessário, até que o último fosse avaliado. A Figura 8 mostra uma avaliação da vazão das pontas.

O volume coletado em cada balde foi estimado através de pesagem em balança eletrônica. As pontas foram considerados ruins, quando a diferença percentual de vazão de cada ponta, superava 10% da vazão média.

Os valores percentuais do maior erro também foram tomados e relevados na discussão deste trabalho. Também foi determinado o coeficiente de variação da vazão entre as pontas de cada máquina. A metodologia utilizada, bem como os valores limites dos itens avaliados, foram baseados nas propostas de Biocca & Vannucci (2000), Huyghebaert et al. (1996), Tugnoli (1995) e Rice (1993).



Figura 8. Avaliação da vazão das pontas de um pulverizador.

4.2.6.10 Presença e adequação do manômetro

Foi observada a presença e a funcionalidade do manômetro. Esta avaliação foi feita com a máquina em funcionamento e observando se o mostrador do manômetro indicava valores de pressão diferentes entre a máquina desligada e em operação.

Uma outra verificação executada, baseada nas propostas de Baldi & Vieri (1992), Huyghebaert et al. (1996) e Langenakens (1997), foi a adequação dos manômetros, onde se observava a escala dos mesmos, sendo considerados adequados, aqueles que apresentassem uma escala máxima de 1600 kPa. Este critério foi estabelecido baseado na pressão máxima admitida pela maioria das pontas de pulverizadores de barras (400 kPa) e nas normas NBR-12446/1992 e NBR-12239/1992. A Figura 9 mostra um manômetro danificado em um pulverizador de barras.

A norma NBR-12446/1992 estabelece que avaliações de tolerância de erros de manômetros devem ser realizadas entre 25 e 75% da escala máxima do manômetro, portanto, a pressão de 400 kPa correspondia ao valor mínimo de pressão avaliável para um dispositivo com escala máxima de 1600 kPa. Já a norma NBR – 12239/1992 determina que a pressão de operação normal para manômetros deve estar situada, preferencialmente, em 50% do valor da pressão da escala.



Figura 9. Manômetro danificado.

4.2.6.11 Precisão do manômetro

Foi realizada após as avaliações dinâmicas, com a instalação do manômetro da máquina em um banco manométrico aferidor (bomba hidráulica) semelhante ao utilizado por Hagenvall (1994), Baldi & Vieri (1992), Balsari & Vieri (1996) e Biocca & Vannucci (2000).

Esta bomba hidráulica (Figura 10) é composta por um manômetro de precisão (de teste), instalado em uma tubulação comunicante com o bocal de instalação do manômetro da máquina, sendo a tubulação ligada a um cilindro contendo um êmbolo. Este êmbolo é acionado pelo movimento retilíneo alternativo no êmbolo, obtido pelo acionamento manual de uma rosca sem-fim. O movimento da rosca, bem como a posição do êmbolo, determinam o nível de pressurização de água dentro do cilindro, comunicando a pressão com ambos manômetros, possibilitando comparações entre os dois.

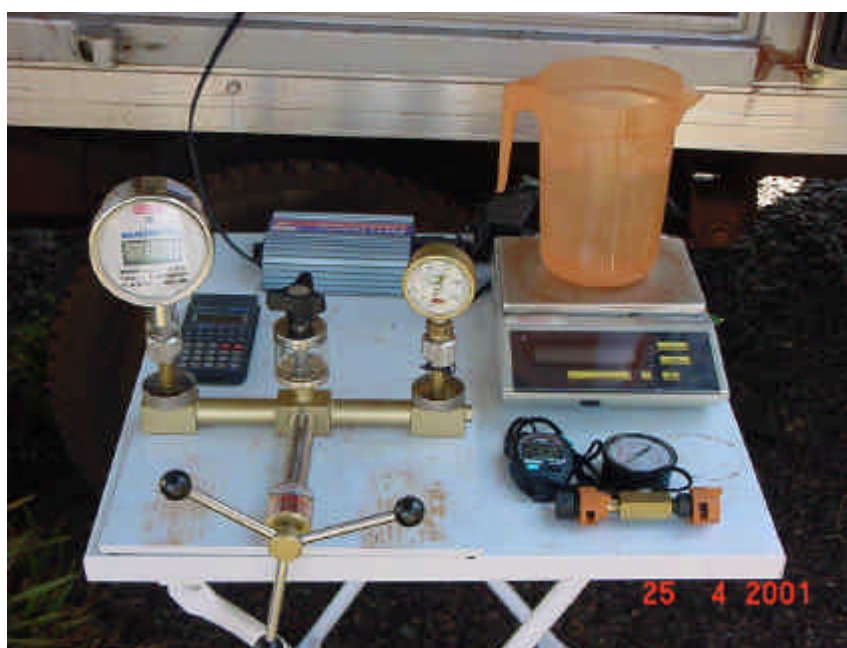


Figura 10. Bomba hidráulica para avaliação de manômetros.

Conforme previsto na norma NBR-12446/1992, as comparações foram realizadas com pressão mínima de 25% da escala máxima do manômetro da máquina,

instalando o mesmo no banco, pressurizando o líquido em escalas ascendentes e descendentes, até o valor correspondente a 75% da escala do manômetro da máquina, ou da escala máxima do manômetro de teste (2000 kPa). Os valores obtidos nos manômetros foram registrados em intervalos de 100 kPa.

Tais componentes foram considerados precisos, quando a diferença entre o manômetro da máquina e o de teste, não superava a 10%. Esta tolerância foi baseada na proposta de Biocca & Vannucci (2000) e Langenakens & Pieters (s.d).

4.2.6.12 Proteção de partes móveis

Tais partes foram consideradas protegidas desde que mostrassem segurança ao operador durante a manutenção, abastecimento, transporte e calibração e não contivessem espaços que permitissem a colocação de ferramentas e/ou membros do corpo nas partes móveis durante o funcionamento. As partes consideradas foram: polias; árvore cardânica e; correias (Endrizzi, 1990; Baldi & Vieri, 1992 e Magdalena & Di Prinzio, 1992). A Figura 11 mostra um exemplo de partes móveis sem proteção e a figura 12 um exemplo de adaptação que eleva os riscos de acidentes em pulverizadores.



Figura 11. Parte móvel do pulverizador sem proteção.



Figura 12. Adaptação de assento no pulverizador.

4.2.6.13 Taxa de aplicação

A aferição da taxa de aplicação real, com destacada importância nos levantamentos, foi sugerida por Hagenvall (1994); Koch & Weiber (1996); Bjugstad (1998) e Ozkan (1987). Para isto, solicitou-se que o usuário calibrasse a máquina para a taxa de aplicação utilizada na última aplicação. Ainda, o usuário foi questionado sobre a quantidade de defensivo que deveria ser colocado no depósito para a taxa de aplicação proposta, simulando a aplicação de um produto químico concentrado, na dosagem de 3,5 litros/ha. Após a tomada de dados avaliou-se com maior precisão os resultados obtidos na tarefa do usuário.

Esta avaliação mais precisa, deu-se obtendo a vazão do líquido pulverizado pelas pontas (Q_t), cuja metodologia utilizada, está descrita no item “avaliação das pontas”.

Também foi levado em conta, a velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador conforme proposta de Koch (1996). A velocidade foi determinada a partir da medição do tempo gasto para que o conjunto percorresse uma distância de 100 metros. Este tempo foi tomado em segundos e identificado como (t_1).

A velocidade de deslocamento (V) foi calculada pela seguinte equação:

$$\text{Velocidade (m/min)} \Rightarrow V = 6000 \cdot t_1^{-1}$$

A largura de trabalho efetiva do pulverizador, foi obtida segundo Koch (1996). Foi tomado a distância entre os últimos bicos das extremidades das barras (d), e também foi medido o espaçamento médio, em metros, efetivamente utilizado entre os bicos (Em). A largura efetiva do pulverizador foi determinada por:

$$\text{Largura de trabalho (m)} \Rightarrow L = d + Em$$

A taxa de aplicação real do conjunto (Ta) foi obtida da seguinte forma:

$$\text{Taxa de aplicação real (l/ha)} \Rightarrow Ta = Q_t \cdot (L \cdot V)^{-1} \cdot 10000^{-1}$$

Os valores de taxa de aplicação determinados pelos usuários foram comparados percentualmente com os valores obtidos pelo método de precisão, oferecendo, pela diferença entre ambos, um valor correspondente ao erro na taxa de aplicação desejada. O limite de erro para que a calibração fosse considerada aceitável foi de 5% para mais ou para menos, conforme proposto por Ozkan (1987).

4.2.6.14 Dosagem do produto

Considerando a dosagem sugerida no processo de calibração, (3,5 litros/ha), comparou-se também a quantidade de produto químico a ser colocado no depósito da máquina, confrontando o valor estabelecido pelo usuário (**Du**) e a quantidade real necessária (**Dr**), determinada pelo cálculo proposto abaixo. Para isto tomou-se a capacidade do depósito em litros (**C**) e a taxa de aplicação real (**Ta**). Tais comparações deram-se pelos resultados de aplicação da seguinte equação:

$$\text{Dosagem real (l/máquina)} \Rightarrow \text{Dr} = (\text{C} \cdot \text{Ta}^{-1}) \cdot 3,5$$

A mesma comparação percentual realizada para a taxa de aplicação, foi repetida para os resultados da quantidade de produto. Como no caso da taxa de aplicação, o limite de erro que caracteriza a calibração correta, também foi fixado em 5% para mais ou para menos.

4.2.6.15 Uniformidade de distribuição da pulverização

Considerando a importância deste parâmetro, destacada por Hagenvall (1996) e Koch et al. (1996) o mesmo foi avaliado utilizando-se uma mesa móvel de distribuição, conforme descrito por Basari & Vieri (1996) e Langenakens & Pieters (1999?).

O equipamento específico denominado “Hardi Spray Sacner”, fabricado pela empresa Hardi, possibilitou determinar o coeficiente de variação das barras de

38 máquinas. O equipamento consistiu de uma mesa de canaletas que move-se automaticamente sob a barra do pulverizador em operação, coletando e medindo a quantidade de líquido a cada 10 cm. Após o término da avaliação de cada máquina o resultado foi inserido em um programa de computador específico que fornecia, além do gráfico de distribuição e da tabela, também o CV de distribuição da barra. O equipamento utilizado para as análises de distribuição bem como o computador com seu respectivo software estão mostrados nas Figuras 13, 14 e 15. Estas avaliações foram feitas sempre em locais fechados (barracões), com a barra do pulverizador posicionada 50 cm acima da mesa de distribuição.

Os limites de variabilidades aceitáveis na distribuição na barra, para análise dos resultados, foram estabelecidos em dois valores de CV. O primeiro foi de $CV = 10\%$ conforme propõe Langenakens (s.d.) e o segundo de $CV = 15\%$, conforme proposta de Azimi et al., (1985) e Rice (1993).



Figura 13. Hardi Spray Scanner em operação (vista lateral).



Figura 14. Hardi Spray Scanner em operação (vista frontal).



Figura 15. Base de dados do software do Hardi Spray Scanner.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Idade das máquinas

Constatou-se que das 76 máquinas avaliadas, somente 12 (15,8%) tinham até 2 anos de fabricação. As demais, ou seja, 64 máquinas (84,2%) estavam em operação há mais de 2 anos. A idade média deste grupo não pode ser calculada em toda a amostra, já que em 13 máquinas não foi possível identificar o ano de fabricação. As 51 restantes apresentaram média de idade de 9,2 anos, ou seja o ano de fabricação correspondente à média da amostra foi 1992. Estes valores sugerem um processo de envelhecimento da frota, indicando a necessidade de renovação ou modernização.

Para efeito de comparação, a representatividade de pulverizadores com mais de 10 anos de uso foi de 30,2% (19 unidades), mostrando um valor 50% maior que o obtido por Tugnoli (1995). O autor constatou, também, que 35% das máquinas avaliadas na Itália tinham entre 5 e 10 anos de uso. O percentual de pulverizadores encontrados com esta idade, neste trabalho, foi de 51%. No caso dos pulverizadores com menos de 5 anos, Tugnoli obteve 38%, contra 28,6 % obtidos na amostra estudada.

5.2 Acoplamento das máquinas

As máquinas montadas representaram 26,3% da amostra (20 unidades). As autopropelidas apareceram em 16 inspeções, com 21,1% do total. As máquinas de arrasto ocorreram em 40 inspeções, caracterizando a maior frequência com 52,6%.

5.3 Combinações

Os grupos permitiram determinar uma série de combinações. O Quadro 6, mostra as combinações possíveis e o número de máquinas avaliadas em cada uma delas.

Quadro 6. Número de máquinas avaliadas em cada combinação.

Combinação	Número de máquinas avaliadas
Usada – Fazenda – Arrasto	31
Usada – Fazenda – Montada	10
Usada – Fazenda – Autopropelida	5
Usada – Usina – Arrasto	0
Usada – Usina – Autopropelida	10
Usada – Usina – Montada	8
Nova – Fazenda – Arrasto	9
Nova – Fazenda – Montada	1
Nova – Fazenda – Autopropelida	1
Nova – Usina – Arrasto	0
Nova – Usina – Montada	1
Nova – Usina – Autopropelida	0

Em várias combinações o número de máquinas foi nulo ou muito baixo, adotou-se o critério de desprezar as combinações que apresentassem um número de máquinas ensaiadas inferior a 5 unidades. Dessa forma, foi possível analisar, além das combinações simples entre idade, procedência e acoplamento, também as combinações duplas. O Quadro 7 , identifica todas as categorias e combinações exploradas e seus respectivos números de máquinas avaliadas.

Quadro 7. Número de máquinas avaliadas em função do grupo ou combinação.

Grupo/Combinação	Número de máquinas avaliadas
Nova	12
Usada	64
Usina	19
Fazenda	57
Montada	20
Arrasto	40
Autopropelida	16
Nova – Fazenda	11
Usada – Fazenda	46
Nova – Arrasto	9
Usada – Arrasto	31
Fazenda – Montada	11
Usina – Montada	9
Fazenda – Autopropelida	6
Usina – Autopropelida	10

5.4 Avaliações realizadas na inspeção

5.4.1 Vazamentos

A ocorrência de vazamentos foi observada em 43 unidades (56,6%), sendo que em 58,1% destas máquinas, os vazamentos ocorreram na conexão da capa com o corpo das pontas e em 9,3% na carcaça dos filtros de linha. Os vazamentos ocorreram, em média, em pelo menos 3 locais em um mesmo pulverizador. Huyghebaert et al. (1996), após testes realizados na Alemanha em 2952 máquinas, observaram a ocorrência de vazamentos somente em 15 unidades (0,51%). Na Bélgica, resultados divulgados por Langenakens & Pieters [1999?] constataam que tais problemas ocorriam em 16,3% dos pulverizadores.

Um fator de diferenciação claro, no que diz respeito a este item, foi a idade das máquinas. Isso pode ser constatado pela comparação dos resultados mostrados no Quadro 8 entre as máquinas novas e usadas. Com relação a ocorrência, observa-se que para as usadas, o percentual de máquinas com vazamentos é quase o dobro das novas. Ainda, a média do número de partes com vazamentos por unidade foi 10 vezes maior para as usadas em relação as novas. Estas diferenças evidenciam um efeito do tempo de uso sobre o aumento dos vazamentos nas máquinas, o qual pode ser confirmado também, pela diferença entre o valor máximo do número de vazamentos encontrados para os dois grupos.

Outro efeito a ser considerado é que a maioria dos vazamentos ocorreram na conexão do corpo das pontas e/ou na carcaça dos filtros de linha, isso mostra que quanto maior o tempo de uso, tanto maior será o número de remoções e colocações dos componentes citados, predispondo-os a maior desgaste e, conseqüentemente, a vazamentos.

A análise da procedência mostrou que, embora a ocorrência de vazamentos para os dois grupos tenha superado a metade das máquinas avaliadas, houve diferença na comparação da média do número de vazamentos por máquina, mostrando que as máquinas pertencentes a usinas, apresentam cerca de 6 vezes mais vazamentos por unidade, quando comparadas com as de fazendas.

Quadro 8. Vazamentos em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	% de máquinas com vazamentos	Nº de pontos com vazamentos	
		Valor máximo	Média
Nova	33,3	1	0,3
Usada	61,0	22	2,9
Usina	61,1	22	2,9
Fazenda	54,4	17	0,5
Montada	60,0	22	5,7
Arrasto	60,0	17	2,3
Autopropelida	40,0	5	1,3
Nova – Fazenda	36,4	1,0	0,4
Usada – Fazenda	60,0	17	2,3
Nova – Arrasto	33,3	1	0,3
Usada – Arrasto	67,7	17	2,9
Fazenda – Montada	36,4	3	0,6
Usina – Montada	88,9	22	11,9
Fazenda – Autopropelida	60,0	5	1,6
Usina – Autopropelida	30,0	2	0,4

Para o grupo “acoplamento”, houve uma diferença para as montadas, as quais apresentaram maior média do número de vazamentos por máquina. O mesmo observa-se nos demais índices avaliados. Já as máquinas de arrasto não diferiram das autopropelidas, quanto a média de ocorrência por máquina, porém, para estas últimas, tanto o valor máximo, quanto o percentual de ocorrência, foram inferiores aos mostrados pelas máquinas de arrasto.

Isto pode ser explicado pelo fato de que 90% das máquinas montadas foram classificadas como usadas.

Com relação as combinações, observa-se que para as máquinas pertencentes a fazendas, o fator “idade”, também exerceu efeito, produzindo diferenças entre as duas combinações, as quais ocorreram em todos os índices considerados.

A combinação da idade com as máquinas de arrasto, teve comportamento semelhante ao discutido anteriormente, confirmando a influência do tempo de uso sobre os resultados.

Para as máquinas montadas, houve uma diferença para a média do número de vazamentos por máquina, sendo cerca de 20 vezes superior para as pertencentes a usinas. O mesmo comportamento foi observado no percentual de máquinas com vazamentos, sendo a ocorrência para os pulverizadores de fazenda duas vezes menor que para aqueles de usinas.

Em se tratando de máquinas autopropelidas, nota-se o inverso do comportamento das montadas. Isto se confirma pelo fato de que a média de vazamentos por máquina, para as pertencentes a usinas, foi inferior e diferente da média das pertencentes a fazendas. Com relação ao valor máximo de ocorrência e a quantidade de máquinas com vazamentos, notou-se a mesma tendência, uma vez que para as pertencentes a fazendas, os valores foram sempre superiores.

5.4.2 Mangueiras danificadas

A análise revelou que 37 unidades (48,7%) apresentaram pelo menos uma mangueira danificada.

A ocorrência desse fator demonstra uma semelhança de comportamento entre as máquinas novas e usadas, quando tal comparação se dá pelos valores médios de mangueiras danificadas, já que para ambas as idades, as médias foram inferiores a uma mangueira danificada por máquina. Porém, quando a comparação foi realizada sobre o número máximo de mangueiras danificadas, notou-se uma diferença clara entre os dois

grupos, já que o número máximo presente em máquinas novas foi cinco vezes menor que em usadas. Quadro 9.

Quadro 9. Mangueiras danificadas em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	% de máquinas com mangueiras danificadas	Nº de mangueiras danificadas	
		Valor máximo	Média
Nova	16,7	2	0,25
Usada	54,7	10	0,40
Usina	26,3	8	1,0
Fazenda	56,1	10	0,5
Montada	45,0	10	2,05
Arrasto	55,0	9	1,80
Autopropelida	40,0	8	1,60
Nova – Fazenda	18,2	2	0,27
Usada – Fazenda	66,7	10	2,58
Nova – Arrasto	22,2	2	0,33
Usada – Arrasto	64,5	9	2,19
Fazenda – Montada	72,7	10	3,73
Usina – Montada	100,0	2	2,0
Fazenda – Autopropelida	40,0	5	0,7
Usina – Autopropelida	40,0	8	1,7

No que diz respeito a quantidade de máquinas com problemas, também nota-se que as usadas estão mais sujeitas aos danos, pois as mesmas mostraram uma ocorrência superior a três vezes sobre as novas.

Para o grupo “procedência”, observa-se comportamento semelhante ao descrito para o grupo anterior, mostrando uma menor ocorrência de mangueiras danificadas, nas máquinas oriundas de fazendas, quando comparadas com aquelas de usinas.

Da análise sobre “acoplamento”, observou-se que não existe uma diferença clara entre as três categorias, quando tal comparação é dada pelo percentual de máquinas ou pelo valor máximo do número de mangueiras danificadas. Entretanto, houve diferença nas médias do número de mangueiras com problemas em cada máquina, conforme pode ser visto no Quadro 9.

As combinações entre idade das máquinas oriundas de fazendas, bem como a idade das máquinas de arrasto, mostraram que o fator “idade” também teve efeito sobre os resultados, já que o percentual de ocorrência e o valor máximo do número de mangueiras foram mais baixos para as unidades novas.

As máquinas montadas de fazendas apresentaram uma média superior as de usinas, sendo este fato devido ao número máximo de mangueiras danificadas por máquina ter sido muito maior, ainda que a ocorrência no percentual tenha sido menor.

Para o caso das autopropelidas, observa-se uma grande semelhança de comportamento tanto para as provenientes de usinas quanto para as de fazendas, visto que, para os três índices considerados, os valores foram idênticos ou próximos.

5.4.3 Localização e posicionamento das mangueiras

Pelos resultados constatou-se que a presença de mangueiras entre o bico e o alvo ocorreu em 46 unidades, correspondendo a 60,5% do total. Este valor pode ser considerado elevado em comparação com resultados apresentados por Huyghebaert et al. (1996), que observaram o problema em apenas 0,81% dos equipamentos ensaiados na Bélgica.

Em todos os itens considerados para esta análise observou-se maior frequência de problemas nos pulverizadores usados, quando comparados com os novos (Quadro 10).

Quadro 10. Mangueiras localizadas entre o bico e o alvo em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	% de máquinas com mangueira mal localizada	Nº de mangueiras mal localizadas	
		Valor máximo	Média
Nova	25,0	7	1,1
Usada	67,2	6	1,7
Usina	57,9	4	1,3
Fazenda	61,4	7	1,7
Montada	85,0	4	2,1
Arrasto	60,0	7	1,7
Autopropelida	31,3	4	0,8
Nova – Fazenda	18,2	7	1,0
Usada – Fazenda	73,3	6	2,0
Nova – Arrasto	22,2	7	1,2
Usada – Arrasto	71,0	6	1,9
Fazenda – Montada	72,7	4	2,1
Usina – Montada	100,0	2	2,0
Fazenda – Autopropelida	60,0	4	1,4
Usina – Autopropelida	20,0	4	0,6

Com respeito a procedência, observou-se diferenças desfavoráveis as máquinas pertencentes a fazendas, pois em todos os itens considerados, elas apresentaram os maiores valores de problemas.

Os resultados comparando o acoplamento revelaram que as montadas são as que mais apresentam problemas em ocorrência, quando comparadas proporcionalmente com as de arrasto e autopropelidas, sendo estas últimas as com menor ocorrência.

Ao considerar máquinas de fazendas, notou-se uma diferença clara entre as novas e usadas, já que as primeiras obtiveram tanto médias do número de mangueiras quanto percentual de ocorrência inferiores às usadas.

Com respeito aos pulverizadores montados, independentemente de pertencerem a usinas ou fazendas, não diferiram entre si na média por máquina. Já para as autopropelidas, pode-se observar uma maior ocorrência para as máquinas de fazendas, tanto no percentual de máquinas quanto na média (Quadro 10).

5.4.4 Espaçamento entre bicos

O erro no espaçamento entre bicos, considerando o limite de 10% de variação, com relação ao valor pretendido ocorreu em 32 unidades (42,1%), sendo o erro médio do número de espaçamentos incorretos igual a 3 por máquina. O erro máximo constatado foi de 42,9%. Com relação ao valor pretendido Langenakens & Pieters (s.d) identificaram problemas desta ordem, somente em 2,0% dos pulverizadores em testes conduzidos na Bélgica.

Quando este parâmetro foi analisado levando em conta a idade das máquinas, observou-se que os pulverizadores novos foram os que apresentaram a menor ocorrência de erros nesse aspecto, já que nenhuma delas mostrou erros acima de 10%, tendo sido esse o valor máximo de erro. As máquinas usadas, apresentaram erros em metade das unidades (Quadro 11).

Estes resultados mostram que o tempo de uso afeta diretamente o aparecimento de erros na distância entre os bicos. Isto pode estar relacionado ao fato de que as máquinas novas e, portanto, mais modernas, utilizam barras do tipo úmida, ou seja, tubulações rígidas no circuito hidráulico das barras para distribuição da calda aos bicos. Sobre estas tubulações estão instalados os corpos das pontas, os quais não podem ser posicionados erroneamente devido a presença de um orifício preestabelecido para fixá-lo.

Já nos pulverizadores mais antigos, é mais comum o uso de tubulações flexíveis entre os bicos (mangueiras), sendo os corpos destes bicos fixados às barras por braçadeiras. Uma vez que as mangueiras podem sofrer deformação devido ao tempo, variações

de temperatura, vibrações, etc, ou ainda, variação de comprimento por corte ou substituição, isto produziria um deslocamento lateral da braçadeira do corpo da ponta na barra, modificando o espaçamento.

Quadro 11. Espaçamento incorreto entre bicos em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Espaçamento incorreto (%)	
	Máquinas	Erro médio
Nova	0,0	-
Usada	50,0	11,35
Usina	73,7	19,7
Fazenda	33,3	6,4
Montada	65,0	18,0
Arrasto	30,0	5,4
Autopropelida	43,8	9,4
Nova – Fazenda	0,0	-
Usada – Fazenda	40,0	6,8
Nova – Arrasto	0,0	-
Usada – Arrasto	38,7	5,54
Fazenda – Montada	45,5	10,15
Usina – Montada	88,9	28,1
Fazenda – Autopropelida	16,7	7,2
Usina – Autopropelida	60,0	11,3

A procedência do pulverizador mostrou uma diferença clara entre as duas categorias, tanto no que diz respeito a ocorrência no percentual de máquinas, cuja diferença ultrapassou ao dobro nas de usinas, quanto na média de erros no espaçamento, sendo

este, para as de usinas, três vezes maior que nas de fazendas. Neste caso, deve-se considerar que 89,5% das máquinas de usina foram adaptadas e classificadas como usadas, estando sujeitas a influência do uso de barras com tubulações flexíveis na variação de espaçamento entre bicos.

Notou-se que as unidades de arrasto foram as menos sujeitas a erros, tanto no que diz respeito ao percentual de máquinas com erros, quanto na média de bicos com espaçamento incorreto. Ao considerar que somente 10% das unidades montadas e 6,3% das autopropelidas são novas, pode-se admitir novamente a influência do uso de mangueiras flexíveis nas barras na variação de espaçamento destas duas categorias.

O mesmo fator influenciou na combinação entre a idade com máquinas de fazendas e de arrasto, ocasionando para as usadas os maiores valores de erros.

Para o caso das combinações entre procedência com máquinas montadas ou autopropelidas observou-se que aquelas de usinas, apresentam o maior número de problemas no parâmetro considerado, tanto para as montadas quanto para as autopropelidas, confirmando a influência do uso de mangueiras flexíveis em máquinas mais antigas, já que para as montadas e autopropelidas de usinas, o percentual de máquinas usadas não foi inferior a 90%.

5.4.5 Estado de conservação do filtro de sucção

As avaliações mostraram que o filtro de sucção está presente em todas as máquinas. Em somente 9 delas (11,8%) os mesmos apresentaram algum tipo de dano ou obstrução. Langenakens & Pieters [1999?] constataram na Bélgica que em somente 1,8% das máquinas tais filtros não foram funcionais. Embora a ocorrência deste problema tenha sido maior para as máquinas usadas, notou-se a ocorrência também em máquinas novas. Análise semelhante pode ser aplicada à “procedência”, já que para ambas as categorias, houve a ocorrência de filtros danificados, embora isto tenha sido mais freqüente para a máquinas pertencentes a fazenda.

A análise sobre o acoplamento também esteve representado pelo menos com uma ocorrência em cada categoria, sendo as máquinas de arrasto as que mais apresentaram problemas no filtro (Quadro 12).

Para as combinações de idade das máquinas comparando-se as de fazendas ou de arrasto, nota-se a maior ocorrência para as usadas. Este fato permitiria afirmar que o “tempo de uso” exerce maior influência sobre o estado do componente do que o acoplamento ou a procedência, ainda que tenha ocorrido também com as máquinas novas.

Quadro 12. Filtros de sucção danificados em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Filtros de sucção danificados	
	Número de máquinas	% de máquinas
Nova	1	8,3
Usada	8	12,5
Usina	1	5,3
Fazenda	8	14,0
Montada	1	5,0
Arrasto	7	17,5
Autopropelida	1	6,3
Nova – Fazenda	1	9,1
Usada – Fazenda	7	15,2
Nova – Arrasto	1	11,1
Usada – Arrasto	6	19,4
Fazenda – Montada	0	0,0
Usina – Montada	1	11,1
Fazenda – Autopropelida	1	16,7
Usina – Autopropelida	0	0,0

Com relação as combinações entre máquinas montadas ou autopropelidas, comparando-se a procedência, nota-se uma baixa ocorrência para todos os casos, não permitindo afirmar que haja uma diferença entre as categorias.

5.4.6 Presença e estado de conservação do filtro de linha

Da amostra considerada, 36 pulverizadores (47,4%) não utilizavam filtros de linha. Das 40 máquinas que o possuíam, 22,5% apresentavam algum tipo de dano no filtro. Somando as máquinas sem filtros com àquelas com filtros danificados, obtém-se um total de 45 máquinas, ou seja, 59,2% do total. Como comparação, Baldi & Vieri (1992) observaram que esta proporção na Itália era de 36%. Na Bélgica, a ocorrência de máquinas com falhas nos filtros foi de 3,7% (Langenakens & Pieters, [1999?]). Ao considerar a idade das máquinas, constatou-se que o filtro existe na maioria das máquinas novas (75%).

No caso da procedência, notou-se que as unidades pertencentes a usinas não apresentaram filtros danificados (Quadro 13), porém notou-se também a baixa adesão ao uso de tais filtros. Esta característica nas usinas pode estar relacionada ao uso de “caminhões pipa” para o reabastecimento dos pulverizadores. Estes caminhões apresentam sistemas de filtragem de calda próprios, o que poderia induzir a dispensa de uso dos filtros nas máquinas.

Ao comparar o acoplamento, notou-se a ausência de filtros danificados nas máquinas montadas. Contudo, foram as que apresentaram os menores percentuais de presença destes filtros. Fato semelhante ocorreu para as demais categorias, demonstrando certa proporcionalidade entre presença e danos aos filtros.

A combinação da idade com máquinas de fazendas e de arrasto, mostra um comportamento semelhante ao ocorrido na comparação entre novas e usadas. Tal qual como visto e discutido, as unidades novas mostram maiores percentuais de presença e danos aos filtros de linha, exercendo efeito também nas combinações

A análise das combinações entre “procedência” das montadas e autopropelidas, confirma a proposta de que máquinas de usinas não utilizam os filtros com

elevada frequência, pois estão presentes em apenas 20% das autopropelidas, sendo inexistentes nas montadas.

Quadro 13. Presença e estado dos filtros de linha em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Filtros de linha (% de máquinas)	
	Presentes	Danificados
Nova	75,0	33,3
Usada	48,4	19,4
Usina	10,5	0,0
Fazenda	66,7	23,7
Montada	30,0	0,0
Arrasto	67,5	29,6
Autopropelida	43,8	14,3
Nova – Fazenda	81,8	33,3
Usada – Fazenda	63,0	20,7
Nova – Arrasto	77,8	42,9
Usada – Arrasto	64,5	25,0
Fazenda – Montada	54,5	0,0
Usina – Montada	0,0	-
Fazenda – Autopropelida	83,3	20,0
Usina – Autopropelida	20,0	0,0

5.4.7 Presença e estado de conservação de antigotejadores

Os antigotejadores estavam presentes em 53 máquinas (69,7%). Contudo, em 32 delas (60,4%), havia pelo menos um antigotejador não funcional. A média do número de antigotejadores com problemas por máquina foi de 2,53 unidades, havendo um caso onde 36 dispositivos estavam com defeito. Levantamentos realizados por Baldi & Vieri (1992) constataram naquele ano, que 85% das máquinas avaliadas não possuíam antigotejadores.

Entre as máquina novas e usadas constatou-se que todos os pulverizadores novos apresentavam antigotejadores, os quais mostraram também, os menores índices de problemas, sendo sua ocorrência menos da metade dos pulverizadores usados.

As máquinas de usina, quando comparadas às de fazenda, são as que menos utilizam antigotejadores e mesmo as que os possuem, apresentam índices elevados de problemas.

As combinações entre a idade e as máquinas de fazendas e de arrasto, como mostra o Quadro 14, indicam uma influência elevada do fator “tempo de uso”, já que para ambos os casos, as máquinas novas apresentam dispositivos em todas as unidades, bem como os menores índices de danos.

Foi observado também uma influência notória da procedência sobre todas as combinações. Isto ocorreu devido ao fato de que 89,5% das máquinas de usina eram pulverizadores adaptados (produzidas sob encomenda da usina), as quais não priorizaram a instalação de tal componente.

Quadro 14. Presença e estado de antigotejadores em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	% de máquinas com antigotejadores	% de máquinas com antigotejadores não funcionais
Nova	100,0	33,0
Usada	64,1	68,3
Usina	21,1	75,0
Fazenda	78,9	60,0
Montada	35,0	57,1
Arrasto	95,0	52,6
Autopropelida	50,0	75,0
Nova – Fazenda	100,0	36,4
Usada – Fazenda	82,6	60,5
Nova – Arrasto	100,0	22,2
Usada – Arrasto	93,5	62,1
Fazenda – Montada	45,5	60,0
Usina – Montada	22,2	50,0
Fazenda – Autopropelida	100,0	66,7
Usina – Autopropelida	20,0	100,0

5.4.8 Tipo de pontas de pulverização

Foi constatado que quase todas as máquinas ensaiadas utilizavam somente um tipo de ponta ao longo da barra, onde de 76 pulverizadores, somente 2 unidades (2,6%) apresentaram pontas diferentes e utilizados simultaneamente. Uma delas apresentava 2 tipos de pontas e a outra 3 tipos. Tais problemas ocorreram todos com as máquinas usadas, caracterizando 3,1% da amostra. Com relação a procedência, houve ocorrência de uma

máquina de usina com 3 tipos de pontas na mesma barra, e uma de fazenda com 2 tipos de pontas.

Tais problemas também dividiram-se entre duas das três categorias do grupo “acoplamento”, sendo que houve uma ocorrência para as máquinas de arrasto com 2 tipos de pontas na barra e uma outra para as montadas com 3 tipos de pontas. Tal fato não ocorreu com as autopropelidas.

Com relação ao tipo de ponta utilizado, constatou-se que a maioria fazia uso de pontas de jato plano, com ocorrência em todas máquinas de arrasto, independente da combinação. No caso das usinas, 84,2% das máquinas utilizavam pontas de impacto. Apesar das pontas com indução de ar estarem sendo amplamente divulgados quanto às suas possíveis vantagens, não ultrapassam a marca de 10% de uso em qualquer forma de análise ou combinação.

Observou-se também, uma baixa utilização das pontas de jato cônico. Uma justificativa para tal fato é, a maior versatilidade das pontas de jato plano sobre os cônicos na obtenção de padrões de gotas mais adaptadas ao controle de perdas por deriva (Quadro 15).

Quadro 15. Tipos de pontas utilizadas em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Tipos de pontas (% de máquinas)			
	Jato plano	Jato cônico	Impacto	Indução de ar
Nova	91,7	-	-	8,3
Usada	68,7	3,1	26,5	3,1
Usina	15,8	-	84,2	5,3
Fazenda	92,9	3,5	1,8	1,8
Montada	50,0	10,0	35,0	5,0
Arrasto	100,0	-	-	-
Autopropelida	37,5	-	62,5	6,2
Nova – Fazenda	100,0	-	-	9,1
Usada – Fazenda	93,3	4,4	2,2	-
Nova – Arrasto	100,0	-	-	-
Usada – Arrasto	100,0	-	-	-
Fazenda – Montada	63,6	18,2	9,1	9,1
Usina – Montada	22,2	-	77,8	-
Fazenda – Autopropelida	100,0	-	-	-
Usina – Autopropelida	10,0	-	90,0	10,0

5.4.9 Estado de conservação das pontas de pulverização

A análise sobre o número de pontas com variações de vazão maior ou menor que o limite de 10% sobre a média de vazão da barra, mostrou que, somente 14 unidades (18,4%), apresentavam todas as pontas em estado aceitável. A ocorrência média foi de 5,5 pontas ruins por máquina, com média de erro na vazão de 39,87%, sendo que o valor do

maior erro obtido foi de 290,9%. A média do coeficiente de variação da vazão das pontas considerando todas as unidades foi de 11,56%, com CV máximo de 62,1%. Rice (1993) observou que na Irlanda 50% dos pulverizadores utilizavam pontas desgastadas. Baldi & Vieri (1992) publicaram resultados obtidos na Itália mostrando que a média de variação na vazão encontrada foi de 19,5%, com CV médio de 22,3%.

Dados referentes a ocorrência de pontas ruins também foram divulgados por Tugnoli (1995), o qual observou que 25% das máquinas apresentavam o problema. Já Magdalena & Di Prinzio (1992) encontraram pontas ruins em 70% das máquinas testadas. Dos pulverizadores avaliados na Bélgica, somente 1,4% (41 unidades), apresentaram problemas (Huyghebaert, et al. (1996).

Ao comparar as máquinas novas e usadas, observou-se uma diferença entre os resultados. Elas ocorreram em todos os itens considerados, aparecendo sempre os menores valores para as unidades novas. Tais resultados confirmam a proposta de que o uso aumenta progressivamente o desgaste das pontas.

Da análise sobre a procedência, constatou-se que não existe uma diferença clara entre as duas categorias deste grupo. Vale citar porém, que para ambas as categorias, o número de máquinas com pontas ruins esteve próximo dos 80%.

Com relação ao acoplamento, notou-se um comportamento semelhante para todas as categorias, não havendo uma diferença clara entre os mesmos, mas com ocorrência elevada em todos os casos (superior a 60%).

Embora haja uma diferença de CV médio entre as máquinas novas e usadas, esta diferença não se refletiu dentro das combinações com as unidades de fazendas, havendo uma diferença aparente, somente na quantidade de máquinas com pontas ruins. Já a mesma combinação com unidades de arrasto, mostrou que as novas apresentam melhor condição de uso, tanto na quantidade de máquinas sem o problema, quanto no CV médio da vazão das pontas obtidos por elas (Quadro 16).

As combinações entre procedência com as montadas e autopropelidas, revelou a pior condição de operação para as oriundas de usinas, pois o percentual de máquinas com pontas ruins para a categoria foi sempre superior às de fazendas.

Quadro 16. Estado das pontas em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Máquinas com pontas ruins (%)	Nº médio de Pontas ruins por máquina	Média do CV (%)
Nova	58,3	3,0	4,86
Usada	84,4	5,8	10,89
Usina	84,2	4,2	9,11
Fazenda	78,9	5,8	10,2
Montada	75,0	5,0	10,64
Arrasto	87,5	5,8	10,13
Autopropelida	68,8	5,4	8,41
Nova – Fazenda	63,6	3,1	5,18
Usada – Fazenda	84,4	5,3	11,43
Nova – Arrasto	66,7	2,8	5,57
Usada – Arrasto	93,5	6,4	11,45
Fazenda – Montada	63,6	7,3	12,92
Usina – Montada	88,9	3,0	7,86
Fazenda – Autopropelida	60,0	2,7	4,76
Usina – Autopropelida	80,0	6,4	10,23

5.4.10 Presença e adequação do manômetro

A presença do manômetro foi observada em 62 máquinas (81,6%), porém em apenas 11 unidades (17,7%), estavam adequados às máquinas. Resultados obtidos por Baldi & Vieri (1992) mostram que em 50% das máquinas avaliadas na Itália pelos pesquisadores, os manômetros foram inadequados devido a escala muito elevada.

Langenakens & Pieters [1999?] constataram, em testes conduzidos na Bélgica, que o mesmo problema ocorreu em 20% das máquinas.

Ainda que o estado do manômetro não interfira diretamente na qualidade da pulverização, sabe-se que é um instrumento fundamental para o ajuste da correta pressão de operação do circuito hidráulico. Conforme Ramos (2001), caso a pressão de operação seja inferior ao mínimo recomendado pelo fabricante da ponta de pulverização, pode ocorrer falhas na distribuição e na cobertura ao longo da faixa tratada. Já uma pressão superior ao limite máximo recomendado pelo fabricante da ponta, pode produzir gotas de tamanho reduzido em relação à pressão ideal, o que acarretaria maiores perdas por evaporação e deriva.

Em máquinas novas, foi observado que todas possuíam manômetros, porém em nenhuma delas estava adequado. Com as máquinas usadas ocorreu um fato semelhante, já que o dispositivo estava presente na maioria das unidades, mas em apenas cerca de um quinto delas, estavam adequados.

Foi constatado também que a procedência da máquina estava relacionada a presença ou ausência do manômetro, sendo que as máquinas de fazendas apresentaram maior percentagem deles. Cabe ressaltar que os mesmos foram considerados adequados em menos de 20% de todas elas, independente da categoria.

As máquinas de arrasto e as autopropelidas mostraram maior frequência na presença deste componente, quando comparadas com as montadas. Apesar disso, o índice de adequação para as mesmas ocorreu somente em cerca de 20%, não ocorrendo em nenhuma das montadas.

Dado que todos os pulverizadores novos utilizavam manômetros inadequados, nas combinações da idade entre máquinas de fazendas ou de arrasto, as novas diferenciaram-se das demais pela presença e inadequação em todas as unidades. Embora nas usadas a presença tenha sido maior, os manômetros foram adequados em menos de um terço do total.

Os resultados obtidos de máquinas montadas também foi influenciado pela procedência, visto que, independente da presença, em todos os casos o manômetro foi inadequado. O mesmo ocorreu com as autopropelidas, pois somente em 20% delas o dispositivo foi adequado, mesmo estando presente em quase todas as unidades (Quadro 17).

Uma razão da incompatibilidade da escala utilizada nos manômetros, deve-se a constatação de que 98,7% das máquinas ensaiadas utilizavam bombas de pistão. Uma vez que tais tipos de bombas possibilitam operar em valores de pressão superior a 3000 kPa, os manômetros estão dimensionados para estas pressões, já que a utilização de manômetros de menor escala poderia por em risco sua integridade ao ultrapassar seu limite de pressão.

Quadro 17. Presença e adequação do manômetro em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Manômetro (% de máquinas)	
	Presente	Adequado
Nova	100,0	0,0
Usada	78,1	22,0
Usina	57,9	18,2
Fazenda	89,5	17,6
Montada	45,0	0,0
Arrasto	95,0	21,1
Autopropelida	93,8	20,0
Nova – Fazenda	100,0	0,0
Usada – Fazenda	88,9	22,5
Nova – Arrasto	100,0	0,0
Usada – Arrasto	93,5	27,6
Fazenda – Montada	72,7	0,0
Usina – Montada	11,1	0,0
Fazenda – Autopropelida	83,3	20,0
Usina – Autopropelida	100,0	20,0

5.4.11 Precisão do manômetro

A análise sobre a precisão do manômetro revelou que das 76 máquinas avaliadas, 62 unidades apresentavam o dispositivo, sendo que deste total, em 44 unidades (71%) eles foram considerados imprecisos, já que o erro na pressão indicada, em escala de 100 a 700 kPa, ultrapassou o limite de 10%. O maior erro observado na pressão indicada, entre o manômetro da máquina e o de precisão, foi de 400%. Dados obtidos por Endrizzi (1990) mostraram que na Itália o percentual de máquinas com problemas no dispositivo foi de 53% e Tugnoli (1995) observou o problema em 30% delas. Levantamentos de Magdalena & Di Prinzio (1992) mostraram que em 52% das máquinas na Argentina eles não existiam ou estavam danificados. Huyghebaert, et al. (1996) encontrou 1,5% das máquinas com problemas (43 unidades) em avaliações conduzidas na Bélgica.

Para o caso de máquinas novas e usadas, constatou-se que não existe diferença entre ambas, tanto na quantidade de máquinas quanto no erro médio correspondente, que em nenhum dos casos, foi inferior a 50%.

Fato semelhante ocorreu com as máquinas oriundas de usinas, quando comparadas com as de fazendas. Embora o erro médio tenha sido maior nas de fazendas, nota-se uma ocorrência de manômetros imprecisos, para os dois casos, próxima de 50%.

O grupo acoplamento mostrou uma diferença no que diz respeito a ocorrência de imprecisões nas máquinas, sendo as autopropelidas as que apresentam as maiores quantidades de máquinas com problemas no manômetro, seguidas das unidades de arrasto, aparecendo as montadas com as menores ocorrências. Quanto ao erro médio ocorreu um fato inverso ao visto anteriormente, sendo as autopropelidas as detentoras dos menores percentuais de erro médio do grupo.

As combinações de “idade”, com máquinas de fazendas e de arrasto, acusaram valores sempre inferiores para as unidades novas, em todos os itens considerados, independente do segundo grupo (Quadro 18).

Entre as combinações de “procedência”, com máquinas montadas e autopropelidas, também houve uma diferença considerável na quantidade de máquinas com imprecisões nos manômetros. Para o caso das montadas, notou-se que não existiram manômetros imprecisos naquelas de usinas, porém vale destacar, que somente uma unidade

dispunha do dispositivo, sendo naquele momento, considerado preciso. Nas demais unidades o manômetro inexistia.

Para o caso das autopropelidas, notou-se uma ocorrência quase o dobro maior nas de usinas, porém a média de erro para as mesmas foi quase três vezes menor que as de fazendas.

Quadro 18. Precisão do manômetro em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Máquinas com manômetros imprecisos (%)	Erro médio (%)
Nova	50,0	56,3
Usada	54,7	51,1
Usina	47,4	17,7
Fazenda	52,6	57,4
Montada	30,0	57,9
Arrasto	52,5	58,5
Autopropelida	75,0	25,5
Nova – Fazenda	36,4	28,1
Usada – Fazenda	57,8	61,9
Nova – Arrasto	44,4	28,1
Usada – Arrasto	54,8	65,6
Fazenda – Montada	54,5	53,8
Usina – Montada	0,0	-
Fazenda – Autopropelida	50,0	49,0
Usina – Autopropelida	90,0	17,7

5.4.12 Proteção de partes móveis

Os dados obtidos mostraram que a maioria das máquinas (49 unidades), correspondentes a 64,5% da amostra, não possuíam proteção de partes móveis, sendo de 100%, a ocorrência de falta de proteção na árvore cardâmica.

Endrizzi (1990) divulgou resultados obtidos na Itália mostrando que 53% das máquinas avaliadas não apresentavam proteção da árvore cardâmica. Baldi & Vieri (1992) constataram que 75% não apresentavam a proteção adequada ao operador, inclusive proteção sobre partes móveis. Levantamentos também foram realizados por Tugnoli (1995), o qual concluiu que a falta da proteção na árvore ocorria em 33% dos pulverizadores. Na Argentina, Magdalena & Di Prinzio (1992) demonstraram que a falta de proteção na árvore não existia em 86% dos equipamentos. Rice (1993) mostrou que na Irlanda este problema ocorria em cerca de 35% das máquinas. Pesquisas conduzidas na Bélgica por Huygebaert et al. (1996) identificaram em avaliações com 2952 máquinas, que somente 3 unidades (0,1%), não utilizavam tal proteção e Langenakens & Pieters [1999?] observaram em outra série de testes, que esta ocorrência foi de 0,3%.

Com relação ao tempo de uso, foi observada uma diferença clara entre os pulverizadores, evidenciando uma utilização mais freqüente de proteção nas unidades novas, pois todas tinham suas partes móveis protegidas. Para as usadas, as devidas proteções existiam em menos de um quarto do total de máquinas. Este fator, também teve efeito sobre as máquinas de fazendas assim como naquelas de arrasto, conforme mostra o Quadro 19.

A procedência não evidenciou uma diferença tão acentuada quanto o grupo anterior pois, para as duas categorias, a falta de proteção ocorreu em cerca da metade das máquinas avaliadas.

Com respeito ao acoplamento, nota-se que as montadas são as que menos utilizam proteção, seguidas das máquinas de arrasto. Já as autopropelidas, mostram um elevado índice de proteção, chegando a quase a totalidade delas. Cabe ressaltar, que tais máquinas apesar de não apresentarem proteção específica sobre a árvore cardâmica, a mesma está disposta em local pouco acessível, oferecendo menor risco ao operador.

Independente de pertencerem a usinas ou a fazendas, para as montadas a freqüência de utilização de dispositivos protetores, ocorreu somente em cerca de um quinto

das máquinas avaliadas. Para o caso das autopropelidas, tal índice ocorreu em quase todas as unidades, devido a sua disposição estrutural, conforme descrito no parágrafo anterior.

A existência de proteção de partes móveis de acordo com o grupo ou combinação está mostrada no Quadro 19.

Quadro 19. Presença de proteção de partes móveis em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Presença de proteção (% de máquinas)
Nova	100,0
Usada	23,4
Usina	63,2
Fazenda	40,4
Montada	20,0
Arrasto	47,5
Autopropelida	93,8
Nova – Fazenda	100,0
Usada – Fazenda	26,7
Nova – Arrasto	100,0
Usada – Arrasto	32,3
Fazenda – Montada	18,2
Usina – Montada	22,2
Fazenda – Autopropelida	83,3
Usina – Autopropelida	100,0

Uma das causas que acarretam a baixa utilização de proteção na árvore cardâmica, independente de grupo ou combinação, é a dificuldade de adquiri-la. Dessa forma, a ocorrência de danos à referida proteção, inutilizaria completamente a árvore, induzindo o usuário que deseja utilizá-la protegida, a comprar o sistema de transmissão completo, ou seja, proteção juntamente com toda a árvore cardâmica.

Sabe-se porém, que não há limitação mecânica na utilização desta árvore desprotegida, e que a compra de uma árvore completa teria um custo muito mais elevado que somente a tal proteção. Por estas razões, observa-se que a substituição da árvore cardâmica como consequência da ruptura da proteção, não é uma prática comum.

5.4.13 Taxa de aplicação

A análise sobre todas as máquinas ensaiadas, mostrou que 61 unidades (80,2%) aplicavam volumes de calda com uma diferença maior que 5% da quantidade desejada, tendo valor médio de erro no volume de 18,9%. Entre os ensaios cujo erro ultrapassou a 5%, constatou-se que 32 pulverizadores sobreaplicavam produtos (aplicações com volume superior a 5% acima do desejado), correspondendo a 42,1% das máquinas. O valor médio sobreaplicado foi de 18,0%.

Com relação as subaplicações (aplicações com erro em volume maior que 5% abaixo do desejado), ocorreram em 29 máquinas, representando 38,1% dos pulverizadores mal ajustados, sendo o volume médio de erro de 19,9%. Ozkan (1987) constatou, em avaliações conduzidas nos Estados Unidos, que 33% das máquinas ensaiadas, apresentavam erros superiores a 5% na taxa de aplicação.

Quando analisadas com um limite de erro de 10% da taxa desejada, o valor foi reduzido a 57,9% das avaliações, porém a média de volume aplicado a mais ou a menos, foi de 30,9%. Com erros acima de 20%, a ocorrência deu-se em 30,2% das máquinas e o valor médio de erro foi de 37,7%. Huyghebaert, et al. (1996) obteve na Bélgica erros em somente 4 unidades dentro de 2952 avaliações (0,13%). A frequência de máquinas mal calibradas e a amplitude de erros na taxa de aplicação podem ser vistas na Figura 16.

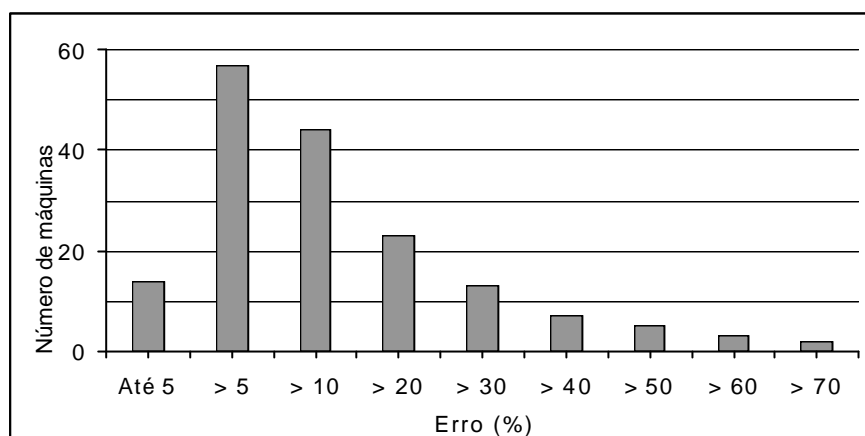


Figura 16. Amplitude e freqüência de erros na taxa de aplicação.

As taxas de aplicação consideradas erradas, na análise “idade das máquinas”, mostrou um comportamento semelhante entre elas, onde apesar da ocorrência em unidades usadas ter sido cerca de 40% superior às novas, as médias de erros foram semelhantes.

Um fator de diferenciação claro, foi observado quanto aos erros para mais e para menos, sendo as sobreaplicações mais freqüentes nas máquinas usadas, ocorrendo o contrário com as novas. Estas diferenças podem estar relacionadas ao fato de que as máquinas usadas apresentaram a maior ocorrência de pontas desgastadas (Quadro 16), dificultando um melhor controle sobre a vazão individual dos mesmos e uma calibração mais precisa.

De uma análise das máquinas pertencentes a usinas e fazendas, não foi constatada diferença expressivas entre as médias de erros, porém as maiores médias de sobreaplicações nas máquinas de usinas, coincidiram com a maior freqüência de pontas desgastadas na mesma categoria, mostrando uma relação direta de tais erros com o estado das pontas

As máquinas montadas concentram os maiores erros do grupo “acoplamento” quanto ao percentual de máquinas, mas as autopropelidas obtiveram a maior média de erros na taxa de aplicação. Isto ocorreu devido aos erros das autopropelidas em subaplicações, os quais apresentaram-se com valores muito superiores a sobreaplicação, elevando a média de erros. As máquinas de arrasto mostraram a ocorrência dos menores erros na taxa de aplicação.

Com relação as combinações entre máquinas novas e usadas, para todas pertencentes a fazendas ou de arrasto, notou-se que novamente a idade das máquinas tiveram efeito direto sobre os erros de calibração, coincidindo os maiores valores de erros de taxa de aplicação com as máquinas que apresentaram as maiores ocorrências de pontas desgastadas. Notou-se também, que quanto maior a existência de pontas ruins, tanto maior os erros em sobreaplicação.

As máquinas montadas, quer sejam de usinas ou de fazendas, mostraram médias de erros inferiores àquelas obtidas pelas autopropelidas. Também foi observada uma grande diferença entre as aplicações acima e abaixo da desejada nas máquinas montadas de usinas, que em subaplicação mostraram erros superiores ao dobro das sobreaplicações. O mesmo ocorreu com as autopropelidas de fazendas, chegando a uma diferença superior a dez vezes entre os erros acima e abaixo do desejado. Os valores referentes as estas diferenças estão mostrados no Quando 20.

Quadro 20. Erros na taxa de aplicação em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Máquinas com erro (%)	Erro médio na taxa (%)	Erro médio em sobreaplicação (%)	Erro médio em subaplicação (%)
Nova	58,3	37,6	9,3	49,0
Usada	84,4	16,5	18,58	13,9
Usina	84,2	20,6	22,5	18,2
Fazenda	78,9	18,3	16,2	20,5
Montada	95,0	20,7	21,9	20,2
Arrasto	80,0	16,0	14,9	17,3
Autopropelida	75,0	27,0	21,1	56,6
Nova – Fazenda	63,6	35,0	9,3	49,0
Usada – Fazenda	84,4	14,8	16,9	12,1
Nova – Arrasto	55,6	27,9	9,32	40,29
Usada – Arrasto	87,1	13,8	15,6	11,6
Fazenda – Montada	90,9	19,2	26,0	14,6
Usina – Montada	77,8	18,0	8,4	19,5
Fazenda – Autopropelida	60,0	40,0	8,54	77,3
Usina – Autopropelida	90,0	22,7	24,2	10,2

5.4.14 Dosagem de produto

A análise da precisão com que as máquinas são calibradas, e da determinação da quantidade de produto químico que é colocada no depósito dos pulverizadores, mostrou que a maioria dos operadores ou as máquinas não são precisos quanto

a este parâmetro. De todas as máquinas ensaiadas, somente 18,4% (14 unidades) aplicavam produtos com erros inferiores a 5% da dosagem desejada.

As máquinas usadas, apesar de apresentarem os maiores valores de erros quanto ao percentual de ocorrências, obtiveram erros médios semelhantes, porém inferiores às máquinas novas, existindo uma diferença quase três vezes mais em subdosagens (dosagens inferiores a 5% da pretendida) para as novas. Já para as usadas, os maiores erros se deram nas sobredosagens (dosagens superiores a 5% da pretendida). Tais diferenças se devem aos erros ocorridos na taxa de aplicação, existindo uma certa proporcionalidade de erros entre ambos.

Fato semelhante ocorreu na comparação entre máquinas de usinas com as de fazendas, uma vez que as diferenças de erros na taxa de aplicação afetaram os erros em dosagens.

Com relação ao “acoplamento”, tanto na ocorrência de percentual de máquinas quanto nas médias de erros, houve uma certa similaridade, diferenciando apenas as subaplicações das autopropelidas, as quais mostraram valores superiores ao dobro do erro em comparação com as sobredosagens, não diferindo porém, as médias totais de erros.

Combinações da idade com máquinas de arrasto e montadas acusaram um efeito do fator “idade” sobre os resultados, existindo uma diferença maior apenas nas subdosagens, que para o caso das novas foi maior em todas as combinações, concentrando, para as usadas, os maiores erros em sobredosagens, conforme pode ser visto no Quadro 21.

Quadro 21. Erros na dosagem em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Máquinas com erro (%)	Erro médio na dosagem (%)	Erro médio em sobredosagem (%)	Erro médio em subdosagem (%)
Nova	66,7	42,3	19,7	45,5
Usada	87,5	21,7	25,2	17,2
Usina	94,7	24,5	28,5	19,6
Fazenda	80,7	24,2	23,5	25,0
Montada	85,0	18,7	21,9	20,2
Arrasto	80,0	23,6	25,0	22,2
Autopropelida	81,3	31,2	26,6	56,6
Nova – Fazenda	63,6	44,2	19,7	48,2
Usada – Fazenda	86,7	20,6	23,6	16,8
Nova – Arrasto	55,6	37,0	19,7	41,4
Usada – Arrasto	87,1	21,1	25,4	15,8
Fazenda – Montada	100,0	21,7	24,6	19,3
Usina – Montada	88,9	19,3	8,4	20,9
Fazenda – Autopropelida	60,0	39,7	8,0	98,2
Usina – Autopropelida	100,0	28,7	30,7	10,3

Assim como na taxa de aplicação, os pulverizadores montados, pertencentes a usinas evidenciaram erros de subdosagens em proporções superiores a duas vezes, quando comparados com as sobredosagens, enquanto que as autopropelidas de fazendas mostraram erros superiores a dez vezes mais nas subdosagens.

Considerando a possibilidade de que as demais máquinas do Brasil apresentassem comportamento semelhante ao obtido nesses ensaios e que o mercado de agroquímicos no ano de 2000 para o país foi de dois bilhões e quinhentos milhões de dólares,

e extrapolando-se o erro médio em sobredosagem de 24,3% e do percentual de máquinas que sobreaplicam, que foi de 42,1% para todo o Brasil, tem-se um desperdício de cerca de duzentos e sessenta milhões de dólares em apenas um ano de atividade agrícola.

A análise dos prejuízos ambientais causados por tal desperdício é muito mais complexa, porém, não menos importante e não será tema desta discussão por não ser o objetivo dessa pesquisa. Um outro aspecto que merece atenção, é o fato de que a competitividade do mercado mundial de produtos agrícolas, no que se refere a qualidade e preço final, pode expor os produtores brasileiros em desvantagem, com relação a outros países onde as aplicações são realizadas com maior precisão e eficiência.

Desta forma, já que o mercado de agroquímicos no Brasil é crescente, entende-se que investimentos com valores inferiores aos considerados em desperdício, poderiam justificar iniciativas de inspeção periódica para minimizar o uso e maximizar a eficiência das aplicações, resultando produtos de melhor qualidade ao mercado agrícola, aliado a uma maior economia.

5.4.15 Uniformidade de distribuição da barra

A distribuição de líquido na barra do pulverizador obtida com o “Spray Scanner”, medida pelo coeficiente de variação (CV), mostrou uma variabilidade relativamente elevada entre as máquinas. Ao considerar as 39 unidades que passaram por este teste, constatou-se que o CV médio de todas elas foi superior ao limite de aceitabilidade proposto, já que tal valor foi de 18,05%, com valor máximo de 34,65%. Houve a ocorrência em apenas uma máquina com CV abaixo de 10%.

Endrizzi (1990) observou que mais de 50% das máquinas avaliadas apresentavam CV abaixo de 10%. O mesmo foi observado por Baldi & Vieri (1992) constatando que 60% das máquinas avaliadas apresentavam distribuição na barra com CV abaixo de 10%. Rice (1993) obteve resultados de avaliações na Irlanda onde 16% das máquinas apresentavam CV inferior a 15%.

Ao analisar estes dados, com limite de 15%, observou-se que 12 pulverizadores (30,8%) estavam com distribuição aceitável, sendo inaceitável nas 27 unidades restantes, correspondendo a 69,2%.

Considerando os resultados de acordo com a idade das máquinas, verificou-se uma semelhança no comportamento entre pulverizadores novos e usados (Quadro 22), visto que a ocorrência de CV acima e abaixo de 15% para elas foi similar. Ao relevar as médias de CV, quer sejam aceitáveis ou não, nota-se valores mais baixos para as novas, coincidindo também com as menores médias obtidas em CV das pontas (Quadro 16), podendo, tal fato, indicar uma tendência de relação entre o CV da vazão das pontas e a distribuição da barra.

A mesma justificativa aplica-se à diferença notada entre aquelas que pertenciam a usinas e a fazendas. Como no caso anterior, o menor CV das pontas, possibilitou a obtenção do maior número de máquinas com o menor valor de CV aceitável da barra, para àquelas oriundas de usinas.

Constatou-se também, para o acoplamento, que existe uma relação direta entre o CV obtido na barra e nas pontas, visto que as autopropelidas mostraram os menores valores de CV aceitável em ambas as condições, assim como nas pontas. Com relação ao número de máquinas com distribuição aceitável, as autopropelidas representaram também a maior quantidade.

Ao comparar as unidades novas e usadas pertencentes a fazendas, constatou-se novamente que o CV das pontas afetou a distribuição na barra, sendo neste caso, a média tanto do CV aceitável, quanto do inaceitável, inferior para as unidades novas de fazendas, coincidindo com os menores valores de CV das pontas. A quantidade de máquinas dentro do limite de aceitabilidade na distribuição, foi superior a duas vezes para a combinação citada.

Quadro 22. Coeficientes de variação da barra em função do grupo e combinação.

Grupo/Combinação	Máquinas com CV aceitável (%)	CV médio (%)	Máquinas com CV inaceitável (%)	CV médio (%)
Nova	33,3	10,13	66,7	15,62
Usada	29,7	12,38	70,3	20,24
Usina	50,0	11,99	50,0	21,03
Fazenda	20,0	12,47	80,0	20,52
Montada	27,3	12,46	72,7	18,97
Arrasto	22,2	13,05	77,8	20,83
Autopropelida	50,0	11,34	50,0	22,84
Nova – Fazenda	33,3	10,13	66,7	15,61
Usada – Fazenda	12,2	13,05	81,8	21,07
Nova – Arrasto	0,0	-	100,0	15,62
Usada – Arrasto	25,0	13,05	75,0	21,70
Fazenda – Montada	25,0	10,13	75,0	18,55
Usina – Montada	28,6	13,63	71,4	19,23
Fazenda – Autopropelida	0,0	-	100,0	21,04
Usina – Autopropelida	71,4	11,31	28,6	25,53

Ainda que não tenha ocorrido nenhuma unidade com CV inferior a 15% na combinação de “idade”, nas máquinas de arrasto, o valor médio de CV da barra foi inferior nas novas, coincidindo também, com o menor CV das pontas da categoria.

Nas combinações de “procedência” com autopropelidas, notou-se a não existência de máquinas de fazendas com distribuição aceitável na barra, porém, ao analisar os valores de CV acima de 15%, se constatou a coincidência com as menores médias de CV das

pontas para a categoria, podendo novamente relacionar tal efeito na barra, à distribuição individual das pontas.

5.5 Avaliação final

Ao considerar a avaliação dos aspectos qualitativos e quantitativos, como fatores determinantes na aprovação ou reprovação nos testes, conforme utilizado por Huyghebaert, et al. (1996) e Langenakens & Pieters [1999?] constatou-se que nenhuma das máquinas avaliadas teria sido aprovada, destacando que para a aprovação a máquina não deveria apresentar problema em nenhum dos itens considerados.

Pode-se constatar também, que somente duas unidades foram reprovadas em apenas um item, sendo que as demais, apresentaram problemas em dois itens ou mais, ocorrendo erros em até onze avaliações em apenas uma máquina, conforme se observa na Figura 17.

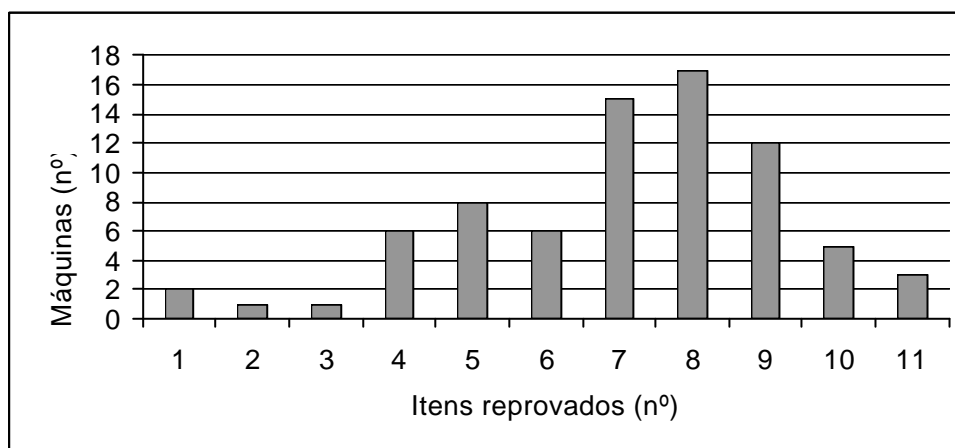


Figura 17. Quantificação de itens reprovados e frequência de máquinas reprovadas.

O Quadro 23 mostra a frequência de máquinas que seriam reprovadas de acordo com os itens avaliados. Nota-se que problemas relacionados ao manômetro, às pontas e a taxa de aplicação, juntamente com a dosagem do produto, seriam os mais frequentes como causas de reprova nas avaliações.

Ainda que este trabalho não tenha contemplado testes de identificação das causas dos problemas vistos nos pulverizadores, a similar e elevada ocorrência de máquinas com pontas e manômetros ruins, poderia estar diretamente relacionada a ocorrência dos elevados erros em taxa de aplicação, com conseqüente erro na dosagem. Também há que se destacar que no caso de erros de taxa de aplicação, bem como de dosagem de produto, existe a possibilidade de tenham ocorrido por falta de conhecimento dos usuários.

Quadro 23. Máquinas reprovadas de acordo com as avaliação consideradas.

Item avaliado	Máquinas reprovadas	
	Número	%
Presença, funcionamento e precisão do manômetro	71	93,4
Erro na dosagem do produto	66	86,8
Pontas de pulverização ruins	62	81,6
Erro na taxa de aplicação	61	80,2
Antigotejadores ruins ou ausentes	55	72,4
CV da barra acima de 15%	27	69,2
Falta de proteção de partes móveis	49	64,5
Mangueiras mal localizadas	46	60,5
Vazamentos	43	56,6
Mangueiras danificadas	37	48,7
Espaçamento incorreto entre bicos	32	42,1
Outras	11	14,5

5.6 Avaliação do processo de inspeção

O processo de inspeção proposto mostrou que a estrutura montada foi satisfatória, de forma que os equipamentos utilizados se mostraram suficientes para todos os testes preestabelecidos. Vale destacar, porém, que alguns desses equipamentos foram fundamentais na determinação de confiabilidade dos dados obtidos, satisfazendo tanto aos técnicos do projeto, quanto aos produtores. Porém, em se tratando de dispositivos eletrônicos (computador, balança, manômetro, “Spray Scanner”, etc), havia a necessidade de cuidados especiais no transporte, montagem e/ou calibração constante, o que dificultava a agilidade das avaliações.

No caso específico do “Hardi Spray Scanner”, embora os dados tenham sido importantes na execução desta pesquisa e também para a identificação de vários problemas relativos às máquinas, notou-se uma certa fragilidade do equipamento para este tipo de atividade, pois além de requerer um conhecimento preciso sobre sua correta utilização, o mesmo apresentou defeito durante a coleta de dados, não sendo possível seu uso em algumas máquinas avaliadas.

Um outro problema a ser ainda enfrentado, tem relação com o nível de interesse e de conhecimento dos produtores acerca desta proposta, pois a não participação dos mesmos, pode limitar avanços necessários e importantes na identificação e solução dos problemas. Em função disto, observou-se muitas vezes, uma certa resistência por parte de produtores em autorizar a inspeção da máquina, impossibilitando a avaliação naqueles casos, o que, além de dificultar a atividade, também restringiu a população da qual foi obtida a amostra.

Não foi objetivo deste trabalho identificar as causas de tal resistência, nem caracterizar tais produtores. Porém, notou-se maiores dificuldades em conscientizar e participar produtores aparentemente pequenos, os quais após tomar conhecimento da não obrigatoriedade da inspeção, não concediam a autorização necessária. Entre as razões existentes, pode-se citar, baseado em comentários de produtores, a impressão de que o sistema trataria de penalizar o proprietário pelas falhas existentes na máquina, e não somente orientá-lo nas correções.

No caso das visitas surpresas, notou-se dificuldades, também, quando o pulverizador estava sendo utilizado no momento da visita. Isto impossibilitava a inspeção devido a urgência na atividade com a máquina, declarada pelo produtor, e também pelo fato da máquina conter produtos químicos no depósito, não permitindo a avaliação devido aos riscos de contaminação dos técnicos.

Uma alternativa que poderia minimizar tais ocorrências, seria a adoção mais intensa das inspeções programadas. Neste caso, o convite ao produtor ficaria a cargo de alguma entidade ligada ao mesmo, como cooperativas, empresas privadas e públicas de assistência técnica e vendas, universidades e secretarias de agricultura, etc. Estas entidades por estarem em constante contato com estes produtores, poderiam ter maior efeito no convencimento dos benefícios da participação. Nestes casos, a máquina seria levada a um local determinado em momento oportuno, inclusive tendo passado por uma limpeza antes dos testes, tal qual foi realizado neste projeto junto à Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, nas Cooperativas Castrolanda e Batavo.

Um outro benefício desta iniciativa, seria a otimização do tempo e recursos disponíveis, pois além da redução de despesas em transporte e de tempo na montagem da estrutura, as inspeções programadas permitiriam avaliações de pelo menos quatro unidades por dia, enquanto que nas inspeções surpresas, a média de máquinas avaliadas diariamente não ultrapassou a marca de uma unidade.

Uma outra diferença que poderia ocorrer pela programação das inspeções, esta relacionada ao estado de operação da máquina, ou seja, a inspeção surpresa permite que os pulverizadores sejam testados em sua condição original de trabalho em campo, enquanto que as programadas podem induzir ao usuário a promover modificações, reduzindo ou eliminando problemas rotineiros antes da inspeção, podendo mascarar, em parte, os resultados obtidos. Deve-se considerar, porém, que se isto ocorrer, poderá ser interpretado como um fator positivo da atividade, atuando na melhoria do estado da máquina, inclusive antes das avaliações.

Para uma nova etapa do projeto “IPP”, principalmente em avaliações programadas, poderia estar previsto o acompanhamento de pessoal em assistência técnica para reposição de peças e ajustes necessários, de forma que os problemas identificados pudessem

ser solucionados no local, permitindo uma nova avaliação da máquina, obtendo assim, resultados comparativos antes e após a inspeção.

A atividade proposta poderia respaldar diretamente o efeito da inspeção na qualidade final do trabalho executado pelo pulverizador, já que a melhoria do quadro atual, no que se refere a otimização das aplicações de agroquímicos, com conseqüente redução de custos e de contaminação do ambiente, é o objetivo principal desta pesquisa.

A continuidade de atividades de pesquisa em inspeção de pulverizadores agrícolas no Brasil poderia, ainda, ser complementada por outros trabalhos afins a este tema, tais como a inclusão dos aspectos ergonômicos das máquinas, a exploração mais profunda das relações entre o CV da distribuição da barra e o CV da vazão das pontas de pulverização, a determinação de normas para a avaliação de pulverizadores agrícolas no Brasil e ainda a comparação entre os resultados obtidos nas máquinas em uma primeira inspeção com os resultados de uma segunda inspeção, obtidos após os reparos e/ou ajustes propostos na primeira inspeção.

6. CONCLUSÃO

A estrutura física montada para este trabalho, bem como a metodologia empregada nos testes, demonstrou ser adequada para a identificação de falhas nos pulverizadores, e também para respaldar modificações que poderiam melhorar a qualidade do trabalho executado por tais máquinas.

Considerando as variáveis avaliadas, conclui-se que os pulverizadores de barras testados apresentaram uma condição de uso e manutenção inadequados, necessitando ajustes, reparos e/ou substituição de componentes que pudessem atribuir aos mesmos, maior eficiência na aplicação de agroquímicos.

As análises dos parâmetros avaliados em grupos diferentes, possibilitou identificar diferenças de comportamento principalmente entre máquinas novas e usadas, não mostrando tendências destas diferenças entre os outras formas de análise ou combinações. Isto permite afirmar que existe uma diferença clara na resposta esperada dos parâmetros, quando a máquina é nova ou usada, caracterizando uma condição melhor de operação executadas por máquinas novas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa justificam a implantação de inspeções periódicas em pulverizadores agrícolas no Brasil.

PERIODIC INSPECTION OF CROP SPRAYERS

Author: Marco Antonio Gandolfo

Adviser: Prof. Dr. Ulisses Rocha Antuniassi

7. SUMMARY

Several countries have been working on periodic inspection on crop sprayers aiming the optimization of chemical application in agriculture. In Brazil, the knowledge about those machines can contribute to advise research and investment on use and maintenance.

The objectives of this work were to evaluate the state of the sprayers used in agriculture, to study the need of the periodic inspection in crop sprayers and to develop a specific methodology to the Brazilian conditions.

The project was funded by FAPESP - Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, making possible the set up of a mobile inspection unit. A utility vehicle identified with stamps composed this unit, and it was used to transport all the equipment and the team of the project.

The methodology for the inspection was adapted from the work developed in Belgium, Germany and Italy. The evaluations were performed considering several components and operational parameters on the sprayers. The machines were divided in three groups, as follows: age, type of link to the tractor and type of owner.

The results showed that all the sprayers presented failures. The most frequent was related to the pressure gauge (90% of the sprayers). Problems related to nozzles appeared in 81.6% of the machines, whose coefficient of variation were between 4,86 and 12,92%. Another important problem was related to dose rate errors (80% of the equipment). Leaks were found in 56,6% of the inspections. These results indicate the need of better procedures of use and maintenance of the sprayers, justifying the periodic inspections.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12239*: utilização de manômetro: Procedimento. Rio de Janeiro. 1992. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12446*: manômetro: Padronização. Rio de Janeiro. 1992. 14 p.

AZIMI, A.H., CARPENTER, T.G., REICHARD, D.L. Nozzle spray distribution for pesticide Application. *Trans ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.28, p.1410-4, 1985.

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

BALSARI, P., VIERI, M. Servizi di controllo e taratura delle irroratrici. *M&ma*, v.3, p.12-16, 1996.

- BIOCCA, M., VANNUCCI, D. Organization and criteria of inspection of sprayers in Italy.
In: AGENG, 2000, Warwick. EurAgEng. Warwick: s.n. 2000. "não pag.".
- BJUGSTAD, N. Control of crop sprayers in Norway. In: AGENG. 1998, Oslo. Eurageng:
Oslo: s.n. 1998. "não pag.".
- BLECHER, B. Brasil usa e abusa dos agrotóxicos. Folha de S. Paulo, São Paulo, 3 dez. 1998.
Agrofolha, p. 1-8.
- CONJUNTURA DO AGROBUSINESS. *Agroanalysis*, v.14, n.3, p.13-4, 1994.
- ENDRIZZI, T. Indispensabili per le irroratrici manutenzioni e controlli più accurati.
L'informatore Agrario, v.24, p.37-8, 1990.
- FRIEDRICH, T. La actualización de la FAO com respecto a la tecnologia de aplicación para
Agroquímicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO
DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1, 1996, Jaboticabal. Anais do 1 SINTAG. 1997.
15p.
- GANZELMEIER, H., RIETZ, S. Inspection of plant protection equipment in Europe.
In: International Conference on Agricultural Engineering Part 2.1998, Oslo. Eurageng:
Oslo s.n. 1998. p.597-598.
- HAGENVALL, H. Environmental safety aspects on field crop sprayers. *Acta Horti-
(Wageningen)*, v. 372, p.17-24, 1994.
- HUBERMAN, L. Revolução na indústria, agricultura e transponte. In: *História da
riqueza do homem*. 21.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. p.171-4.
- HUYGHEBAERT, B., MOSTADE, O., CARRE, J., DEBOUCHE, C. Compulsory inspection
of crop sprayers already in use in Belgium. Selection of control method. In: AGENG,
1996, Madrid. AgEng. Madrid: s.n., 1996. "não pag.".

- KOCH, H. Periodic inspection of air-assisted sprayers. *EPPO Workshop on Application Technology in Plant Protection*, v.26, p.79-86, 1996.
- KOCH, H., WEIBER, P. Aspects of laboratory spray track use in pesticide testing procedures. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd*, v.48, n.8/9, p.176-180, 1996.
- LANÇAS, K. P., ANTUNIASSI, U. R., GAMERO, C. A. BENEZ, S. H. Manutenção da vida longa ao trator. *A Granja*, ago 98. p 40-5. 1998.
- LANGENAKENS, J. Ministry of Small Enterprises, Traders and Agriculture, Agriculture Research Centre. Spraying nozzles: usability limits. "não pag." s.d.
- LANGENAKENS, J., PIETERS, M. Compulsory testing of sprayers in Belgium: Criteria and procedures for orchard sprayer. *Ministry of Small Enterprises, Traders and Agriculture, Agriculture Research Centre*. "não pag." (1998?).
- LANGENAKENS, J., PIETERS, M. Organization and results of the compulsory inspection of sprayer in Belgium. *Ministry of Small Enterprises, Traders and Agriculture, Agriculture Research Centre*. "não pag." (1999?).
- LANGENAKENS, J., PIETERS, M. The organization and first results of the mandatory inspection of crop sprayers in Belgium. *Aspects of Applied Biology-Optimising Pesticide Application*, n.48, p.233-240, 1997.
- LIMONGELLI, J.C., RONDIONE, M.C. LOZANO, J.F. Impacto de la contaminación en la Calidad de los productos vegetales. In: SEMINÁRIO JUÍCIO A NUESTRA AGRICULTURA. Buenos Aires, 1991. p.174.
- MACHADO, A. L. T., Prevenção custa menos. *Cultivar Máquinas*. n 4. p 12-4. 2001

- MAGDALENA, J.C., DI PRINZIO, A.P. Serviço de calibración de pulverizadoras frutícolas en Rio Negro y Neuquén. In: CONGRESSO ARGENTINO DE INGENIERIA RURAL, 2, 1992, Córdoba. Anais do II CADIR. 1992. 11p.
- MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: *Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias*. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária., Sociedade de Agronomia. 1998. p.1-15.
- OSTEROTH, H.L. Inspection of sprayer. Results of the years 1990 to 1993. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd*, v.47, n.8, p.206-10, 1995.
- 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 Protection Quarterly*, v.9, n.4, p.131-7, 1994.
- PINAZZA, L.A., ARAÚJO, N.B., *Agricultura na virada do século XX*. São Paulo: Globo, 1993. 166p.
- RAMOS, H. H., No lugar certo. *Cultivar Máquinas*. n. 06. p 19-9. 2001.
- 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, Strasbourg. *Proceedings*. Oak Park Reseach Centre, 1993. p.505-12.

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

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA. ANDEF. Disponível em: <http://www.sindag.com.br/db/args/culturas-9700.xls>. Acesso em 12 nov. 2001.

TUGNOLI, V. Il controllo e la taratura delle barre per trattamenti diserbanti. *L'informatore Agrario*, n.21, p.35-8, 1995.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Ciências Agrônomicas. Normas para a elaboração de dissertações e teses. Botucatu, 1997. 35p.

ZANDONADI, R. *Diagnóstico da agricultura brasileira*. Brasília: Confederação Nacional Da Agricultura, 1996. 142p.

APÊNDICE

APÊNDICE 1
Modelo do relatório de avaliação.

**PROJETO IPP - INSPEÇÃO PERIODICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS
UNESP/FCA – BOTUCATU – SP**

LISTA DE CHECAGEM

IDENTIFICAÇÃO:

Proprietário: _____ Cidade _____

Máquina (modelo) _____ Marca _____ ano _____

ITENS AVALIADOS E RESULTADOS.

Estado das mangueiras: bom regular ruim

Comentário: _____

Estado dos filtros: bom regular ruim

Comentário: _____

Estado das barras: bom regular ruim

Comentário: _____

Estado de antigotejadores: bom regular ruim

Comentário: _____

Estado do manômetro: bom regular ruim

Comentário: _____

Estado das pontas: bom regular ruim

Comentário: _____

Proteção de partes móveis: bom regular ruim

Comentário: _____

Determinação da concentração de produto: correta incorreta

Comentário: _____

Espaçamento entre bicos: correto incorreto

Comentário: _____

OBSERVAÇÕES: _____

_____, _____, ____/____/200__

Técnico responsável:

Local

APÊNDICE 2

Modelo da declaração de participação no projeto IPP.

UNESP – FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU
Departamento de Engenharia Rural

DECLARAÇÃO

Declaro para todos os fins de direito, que o Sr.
_____, participou do projeto
“Inspeção Periódica de Pulverizadores Agrícolas”, realizado pelo Departamento
de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Botucatu – SP, com a avaliação de
um pulverizador de barras modelo _____ da marca
_____.

Por ser expressão da verdade, firma a presente

_____, _____/_____/2001

Eng. Agr. Marco Antonio Gandolfo
Pós Graduação em Energia na Agricultura
Botucatu - SP

APÊNDICE 3

Modelo do selo utilizado na identificação das máquinas que passaram pela inspeção.

