

# INSPEÇÃO E ADEQUAÇÃO DE PULVERIZADORES DE BARRA NO PARANÁ SAFRA 2020/2021



Karina Aline Alves Dário  
Bernardo Faccin  
Edivan José Possamai  
Marcelo Vicensi  
Ralph Rabelo Andrade





**INSPEÇÃO E ADEQUAÇÃO  
DE PULVERIZADORES  
DE BARRA NO PARANÁ  
SAFRA 2020/2021**



**Governador do Estado do Paraná**

Carlos Massa Ratinho Júnior

**Secretário da Agricultura e do Abastecimento**

Norberto Anacleto Ortigara



**Diretor-Presidente**

Natalino Avance de Souza

**Diretora de Pesquisa e Inovação**

Vania Moda Cirino

**Diretor de Extensão Rural**

Diniz Dias Doliveira

**Diretor de Integração Institucional**

Rafael Fuentes Llanillo

**Diretora de Gestão Institucional**

Solange Maria da Rosa Coelho

**Diretor de Gestão de Negócios**

Altair Sebastião Dorigo

# **INSPEÇÃO E ADEQUAÇÃO DE PULVERIZADORES DE BARRA NO PARANÁ SAFRA 2020/2021**

**Karina Aline Alves Dário**

**Bernardo Faccin**

**Edivan José Possamai**

**Marcelo Vicensi**

**Ralph Rabelo Andrade**



**IDR-Paraná**

Londrina  
2024

Conselho Editorial  
Vania Moda Cirino – Coordenadora  
Diniz Dias Doliveira  
Rafael Fuentes Llanillo  
Dimas Soares Júnior  
Álison Néri

Gerente de Comunicação e Transferência  
Dimas Soares Júnior

Editor-chefe  
Álison Néri

Produção Editorial  
MultCast

Crédito das imagens  
Figura 14A: Eduardo Egydio  
Figura 14B: Bernardo Faccin

Distribuição  
Gerência de Produtos e Serviços  
publicacoes@idr.pr.gov.br  
(43) 3376-2133

Todos os direitos reservados.  
É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.  
É proibida a reprodução total desta obra.

#### Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

D218 Dário, Karina Aline Alves.  
Inspeção e adequação de pulverizadores de barra no Paraná [livro eletrônico] : SAFRA 2020/2021 / Karina Aline Alves Dário, Bernardo Faccin, Edivan José Possamai, Marcelo Vicensi, Ralph Rabelo Andrade. – Londrina, PR: IDR-Paraná, 2024.  
30 p. – (Informe Técnico; n. 3)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia

1. Inspeção agrícola – Pulverizadores de barra – Paraná. 2. Adequação de Equipamentos. I. Título.

CDD 631.3

## **AUTORES**

**Karina Aline Alves Dário**

Engenheira-agrônoma, Dra.  
Extensionista do IDR-Paraná  
Unidade Municipal de Bandeirantes

**Bernardo Faccin**

Técnico Agrícola  
Extensionista do IDR-Paraná  
Unidade Municipal de Terra Roxa

**Edivan José Possamai**

Engenheiro-agrônomo, Dr.  
Extensionista do IDR-Paraná  
Unidade Regional de Pato Branco

**Marcelo Vicensi**

Engenheiro-agrônomo, Dr.  
Extensionista do IDR-Paraná  
Unidade Municipal de Salto do Lontra

**Ralph Andrade**

Engenheiro-agrônomo, M.Sc.  
Fiscal da ADAPAR  
Unidade Municipal de Jandaia do Sul



## **AGRADECIMENTOS**

Aos revisores técnicos desta publicação Gustavo Migliorini de Oliveira, Gustavo Dario e Emerson Crivelaro Gomes.

Aos agricultores que participaram do projeto que originou esta publicação.

Aos extensionistas do Programa Grãos Sustentáveis do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER, que atuaram no projeto para melhorar a qualidade da aplicação de agrotóxicos e da sustentabilidade da agricultura paranaense: Alain Carneiro Zola, Alberto Nerci Muller, Bernardo Faccin, Eduardo Egydio, Evalton Turcci, Fabianderson Jose Baio de Souza, Gilmar Gobato, Joelson dos Santos, Ivanderson Borelli, Junior Dallabrida, Karina Aline Alves Dário, Lucas Lopes de Souza, Marcos Antonio Paloschi, Marcelo Vicensi e Rubens Lopes da Silva.

À Jacto Máquinas Agrícolas, à Teejet Technologies e à Agroflux, pela disponibilização de equipamentos de pulverização para a equipe técnica do IDR-Paraná.



# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>27</b>



## INTRODUÇÃO

A aplicação de agrotóxicos em cultivos agrícolas é um processo complexo e de grande importância para a manutenção do potencial produtivo e da rentabilidade econômica, especialmente quanto ao controle das plantas daninhas, pragas e doenças. No entanto, quando realizada de modo indevido, pode causar prejuízos aos agricultores, pela ineficiência da aplicação ou pelo risco de causar injúrias em cultivos sensíveis e ao meio ambiente.

Sendo assim, o sucesso da aplicação de agrotóxicos na agricultura, dentre outros fatores, depende fundamentalmente do uso de uma tecnologia adequada à sua aplicação (Alvarenga; Da Cunha, 2010). O uso de pulverizadores agrícolas mal regulados, descalibrados, com pontas inadequadas ou desgastadas pode contribuir para a ineficiência das aplicações e a contaminação ambiental. Pulverizações realizadas nessas condições podem até controlar o alvo, porém, em muitos casos, de modo ineficiente, gerar altos níveis de perdas de agrotóxicos para o ambiente (Dornelles et al., 2009).

A regulagem e a calibração do pulverizador são uma etapa importante para obter eficiência na aplicação de agrotóxicos, visto que é uma tarefa que possibilita as melhores condições operacionais da máquina (Gandolfo; Oliveira, 2006). Nesse aspecto, conhecer o estado atual dos pulverizadores agrícolas no Brasil é fundamental para a obtenção de dados representativos acerca da manutenção e da adequação dos mesmos (Antuniassi; Gandolfo, 2005), permitindo planejar o treinamento de operadores (Matuo, 1998), estabelecer ações prioritárias para melhorar a qualidade de aplicação de agrotóxicos e, principalmente, reduzir a ocorrência de deriva (Sumner; Sumner, 1999).

No mundo, as avaliações de pulverizadores são realizadas desde a década de 1940, mas apenas nos anos 1970 surgiram os programas de inspeção técnica (Reichard et al., 1991). No Brasil, o primeiro relato de avaliação ocorreu em 1998, no Estado do Paraná (Fey, 1998). A partir de então, inúmeros projetos de inspeção de pulverizadores, que avaliaram as condições de manutenção e de operação, têm encontrado elevadas percentagens de reprovação nas máquinas inspecionadas. Tais condições contribuem para problemas relacionados à ineficiência da aplicação de agrotóxicos e à contaminação ambiental e de cultivos sensíveis (Ramos, 1997). Desde 2006, o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER (IDR-Paraná) atua na inspeção, regulagem e calibração de pulverizadores de barra, propondo aos agricultores alterações de regulagem de calibração necessárias à adequação de seus pulverizadores.

Infelizmente, os relatos de extensionistas do IDR-Paraná relacionados a casos de agricultores que tiveram perdas econômicas em suas lavouras, por ocorrência de deriva de aplicações de agrotóxicos, ainda são frequentes. Segundo a Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR) – órgão de fiscalização agropecuário estadual, que tem como uma de suas atribuições a fiscalização do comércio, consumo e uso de agrotóxicos – de janeiro de 2020 a setembro de 2022 foram realizadas mais de 6 mil fiscalizações em propriedades, incluindo o atendimento de 974 denúncias de problemas relacionados ao mau uso dos agrotóxicos (derivas, mortes de colmeias, intoxicações, etc.). A principal infração cometida pelos produtores é proceder em desacordo com o receituário agrônomo ou recomendações do fabricante (bula dos agrotóxicos), seja por não possuírem o modelo de ponta de pulverização que produz gotas grossas ou superiores como medida preventiva de deriva de herbicidas ou o equipamento adequado

para controle e monitoramento da pressão de pulverização ou, ainda, por realizarem aplicações em condições meteorológicas inadequadas (velocidade do vento, temperatura e umidade). No caso da ocorrência de deriva que tenha sido alvo de denúncia, o agricultor acaba respondendo processo administrativo caso não tenha seguido as recomendações de aplicação contidas nas receitas agronômicas.

Além dos casos relatados, os danos podem ser ainda maiores, pois, de maneira geral, as ocorrências de derivas que atingem áreas florestais e corpos hídricos não são percebidas a curto prazo e/ou relatadas, bem como as aplicações de fungicidas e/ou inseticidas, as quais apresentam dificuldade de identificação de ocorrência de deriva quando comparadas às derivas de herbicidas.

Considerando que há mais de 305 mil estabelecimentos rurais no Paraná, é necessário um esforço conjunto dos órgãos estaduais de assistência técnica, extensão rural e de fiscalização e comercialização de insumos agropecuários para serem eficientes em suas missões institucionais de melhorar as condições das aplicações de agrotóxicos. Faz-se necessário a intensificação de campanhas de combate à deriva e conscientização sobre a importância da aplicação segura de agrotóxicos, principalmente herbicidas do grupo dos auxínicos (2,4-D, dicamba, triclopir, picloran, etc.), que possuem potencial para causar grandes danos em cultivos sensíveis, mesmo em pequenas doses.

Esta publicação tem como objetivo apresentar os resultados das inspeções de pulverizadores agrícolas realizadas pelos extensionistas do IDR-Paraná nos anos de 2020 e 2021, mostrando as condições de manutenção, regulagem e calibração de pulverizadores de barra utilizados para aplicação de agrotóxicos em áreas de produção de grãos no Estado do Paraná, especialmente com relação aos problemas encontrados.

## MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, estabeleceu-se um protocolo técnico que compreende a avaliação de características relacionadas ao trator, ao pulverizador e seus componentes (pontas de pulverização, manômetros, filtros, etc.), a averiguação da presença de vazamentos, a calibração e as regulagens. Durante a inspeção, as informações referentes aos itens inspecionados foram anotadas na ficha de campo (Anexo).

Após a inspeção, os produtores foram orientados quanto às ações necessárias para adequar o pulverizador, visando a correta calibração e regulagem para aplicação com máxima eficiência do controle de pragas, doenças e plantas daninhas, assim como a segurança ambiental da utilização dos agrotóxicos.

Os técnicos interferiram na condição original da máquina com proposições de alterações e adequações somente após o término da inspeção, para não influenciar os resultados levantados durante a execução do procedimento (Hagenvall, 1994; Huyghebaert et al., 1996; Langenkens, 1997; Koch; Weiber, 1996).

As inspeções foram realizadas no período de julho de 2020 a dezembro de 2021, em 65 pulverizadores de barra, de agricultores produtores de grãos (soja, milho, trigo, etc.) em 33 municípios (Tabela 1 e Figura 1) do Estado do Paraná.

**Tabela 1.** Municípios e número de pulverizadores inspecionados.

Município	Número de pulverizadores inspecionados
Andirá	6
Ângulo	2
Assaí	1
Bandeirantes	2
Barra do Jacaré	1
Bela Vista da Caroba	1
Capanema	1
Cascavel	1
Cornélio Procópio	2
Flor da Serra do Sul	1
Florestópolis	1
Formosa do Oeste	1
Guaíra	2
Itambaracá	1
Itambé	2
Jaguapitã	1
Marechal Cândido Rondon	1
Marialva	2
Marmeleiro	1
Ourizona	1
Palotina	2
Pato Branco	2
Peabiru	1
Pérola d'Oeste	1
Pitanga	6
Quedas do Iguaçu	6
Renascença	1
Salto do Lontra	2
Santa Helena	2
São Jerônimo da Serra	3
São Jorge do Ivaí	3
Sertaneja	2
Terra Roxa	3



**Figura 1.** Municípios onde foram realizadas as inspeções de pulverizadores de barra (quanto maior o círculo, maior o número de inspeções realizadas no município), em áreas de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

As datas das inspeções foram agendadas previamente com os agricultores para otimizar o tempo em que a máquina ficaria parada para inspeção e adequação. Os agricultores foram orientados a realizar, previamente à inspeção, a tríplice lavagem e abastecer o pulverizador com água, no mínimo, até metade da capacidade do tanque.

Na primeira etapa, com a máquina desligada, foi realizado um questionário a respeito dos dados gerais do agricultor e equipamento utilizado na pulverização (itens 1 a 12, 14, 16, 19 a 23, 27 a 30 e 37 a 48 do Anexo).

Para a segunda etapa da inspeção, o sistema de pulverização foi acionado e verificados os demais itens do Anexo, como a regulagem da válvula de comando de débito proporcional, o funcionamento do incorporador de defensivos, a proteção da tomada de potência (TDP), as condições de funcionamento do manômetro, a presença de vazamentos e a técnica de aplicação utilizada.

Os manômetros foram considerados adequados quando apresentaram escala máxima de 230 libras (no caso de manômetros sem escala estendida). Este critério foi estabelecido baseado na pressão máxima admitida pela maioria das pontas de pulverizadores de barras (58 libras) e nas normas NBR-12446/1992 e NBR-12239/1992 (Gandolfo, 2001; Baldi; Vieri, 1992; Huyghebaert et al., 1996; Langenakens, 1997).

Na terceira etapa foi realizada a verificação da calibração do pulverizador. Com o pulverizador na marcha selecionada para a operação pelo agricultor e a rotação do motor para obtenção de 540 rpm, foi mensurada a velocidade do conjunto trator + pulverizador, mensurando o tempo necessário para percorrer 50 metros na área a ser pulverizada. Iniciou-se o movimento do trator no mínimo cinco metros antes do início da demarcação dos 50 metros (para permitir a sua aceleração). As barras do pulverizador ficaram abertas para averiguar sua estabilidade durante o deslocamento. A tomada de tempo foi realizada pelo menos três vezes, sendo considerado para o cálculo da velocidade o tempo médio decorrido. Em terrenos de topografia irregular, a demarcação de 50 m foi realizada em mais de um local da área, conforme recomendação de Raetano e Boller (2019). A velocidade foi calculada por meio da Equação (1).

$$V = \frac{\Delta S. 3,6}{\Delta t} \quad \text{Equação (1)}$$

Em que:

V: velocidade de deslocamento (km h<sup>-1</sup>);

$\Delta S$ : distância demarcada (m); e,

$\Delta t$ : tempo para percorrer a distância demarcada (s).

Em seguida, com o pulverizador parado, o sistema de pulverização foi acionado e mensurada a vazão das pontas de pulverização. Tal avaliação se deu pela coleta do volume líquido durante um minuto em todos os bicos ao longo da barra, utilizando o método gravimétrico, conforme metodologia de Gandolfo e Antuniassi (2019); ou por amostragem de, pelo menos, duas pontas por seção, utilizando o método dos copos graduados, conforme metodologia descrita por Raetano e Boller (2019); ou, ainda, por fluxômetro digital. Em seguida, foi calculada a média de vazão entre as pontas de pulverização amostradas e calculada a taxa de aplicação do pulverizador por meio da Equação (2).

$$T = \frac{Q. 6000}{v. e} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:

T: taxa de aplicação (L ha<sup>-1</sup>);

Q: vazão média das pontas de pulverização (L min<sup>-1</sup>);

v: velocidade de deslocamento do pulverizador (km h<sup>-1</sup>); e,

e: espaçamento nominal entre bicos (cm).

A vazão da ponta foi comparada à vazão nominal (catálogo do fabricante), certificando-se de que os valores medidos não estivessem fora da margem de 10%. Em caso de vazão da ponta inferior a esse limite, a ponta foi limpa ou desentupida (com escova de cerdas macias). Caso o problema se mantivesse, foi recomendada a substituição da ponta. Em caso de vazão superior a esse limite, também foi recomendada a substituição da ponta. Em caso de mais de 10% das pontas apresentarem variação da vazão de 10% para mais ou para menos em relação à vazão nominal, foi recomendada a troca de todo o conjunto de pontas. Em caso de pontas danificadas, independentemente da vazão, foi recomendada a substituição (Raetano; Boller, 2019).

Após a inspeção, os dados foram submetidos à análise estatística descritiva.

## RESULTADOS

O uso da mesma técnica de aplicação, aqui considerada como a combinação entre ponta de pulverização, pressão de trabalho e velocidade de deslocamento para a aplicação de todos os tipos de agrotóxicos (herbicidas, fungicidas, inseticidas, acaricidas, etc.) foi o problema mais frequente encontrado nas máquinas inspecionadas.

Quanto à diversidade de modelos das pontas de pulverização disponíveis nos pulverizadores inspecionados e os modelos que os agricultores efetivamente usavam para realizar as apli-

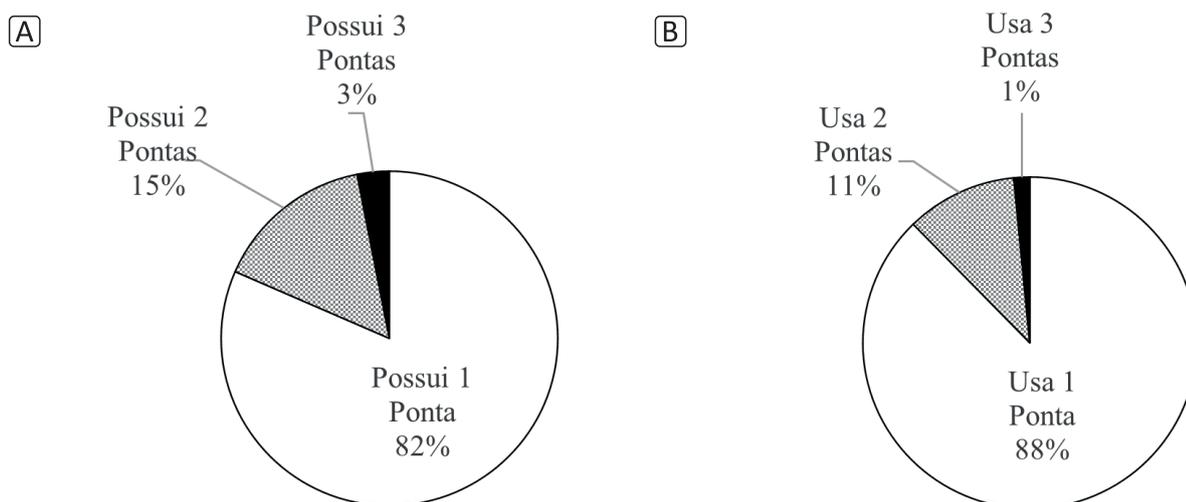
cações, constatou-se que 3% dos agricultores possuíam três modelos de pontas, porém apenas 1% usava as três opções, 15% dos agricultores possuíam dois modelos de pontas, mas apenas 11% usavam as duas opções, já os demais, 82%, possuíam apenas um modelo de ponta de pulverização, que somado aos agricultores que possuíam mais de um modelo, mas usavam apenas um (6% dos agricultores), somam 88% dos agricultores usando um único modelo de ponta em todas as aplicações de agrotóxicos para controle de agentes de danos que acometem seus cultivos (Figura 2).

Dentre os modelos de pontas utilizadas nos pulverizadores, a maioria (71%) apresenta jato de pulverização do tipo leque simples, 8% leque duplo, 19% cone cheio e 2% cone vazio (Figura 3). Ainda com relação aos modelos das pontas, 34% não apresentam nenhum sistema de redução de deriva, 52% possuíam pré-orifício, 3% tinham sistema de formação do jato do tipo impacto (defletor) e 11% apresentavam indução de ar. De modo geral, as pontas com indução de ar são as que apresentam menor risco de deriva, pois produzem espectro de gotas maiores que outros sistemas de construção e apresentam baixa quantidade de gotas inferiores a 100 µm (alto potencial de deriva) e seria desejável que os agricultores tivessem um jogo de pontas deste modelo para realizar a aplicação de herbicidas sistêmicos.

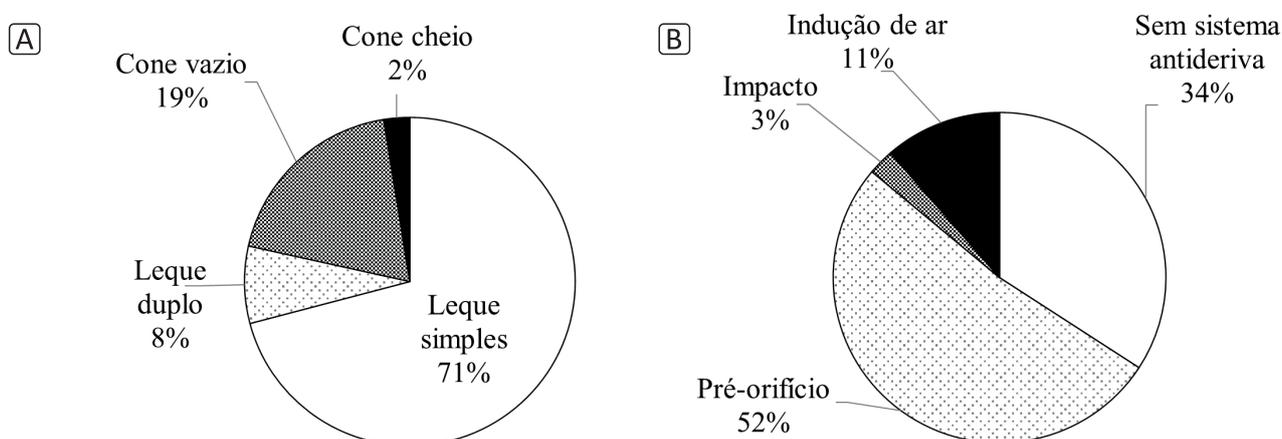
Com base nas informações do catálogo dos fabricantes de pontas de pulverização e das pressões de pulverização usadas nas aplicações, foram estimadas as classes de gotas produzidas pelas pontas de pulverização. No entanto, em 20% dos casos não foi possível estimar o tamanho do espectro de gotas (Figura 4), devido à impossibilidade de identificação do modelo da ponta de pulverização pelo desgaste excessivo ou ausência de nomenclatura inscrita da ponta de pulverização (5% dos casos), devido ao não uso da ponta, não sabendo o agricultor informar a pressão de trabalho (6% dos casos). Em 6% dos casos, usava-se a ponta com pressão acima da máxima recomendada pelo fabricante e, em outros 3%, abaixo da pressão mínima recomendada pelo fabricante, impossibilitando também a estimativa do tamanho do espectro de gotas.

Dentre os casos em que foi possível estimar as classes de tamanho de gotas produzidas pelas pontas de pulverização, a maior parte das pontas utilizadas para aplicação de agrotóxicos produziam um espectro de gotas classificadas como muito finas a médias, correspondendo a 85% dos casos (Figura 5). Já as combinações de pontas de pulverização e pressão que produziam gotas classificadas como grossas a extremamente grossas e, portanto, apresentam menor potencial de deriva, eram utilizadas em apenas 15% dos casos analisados.

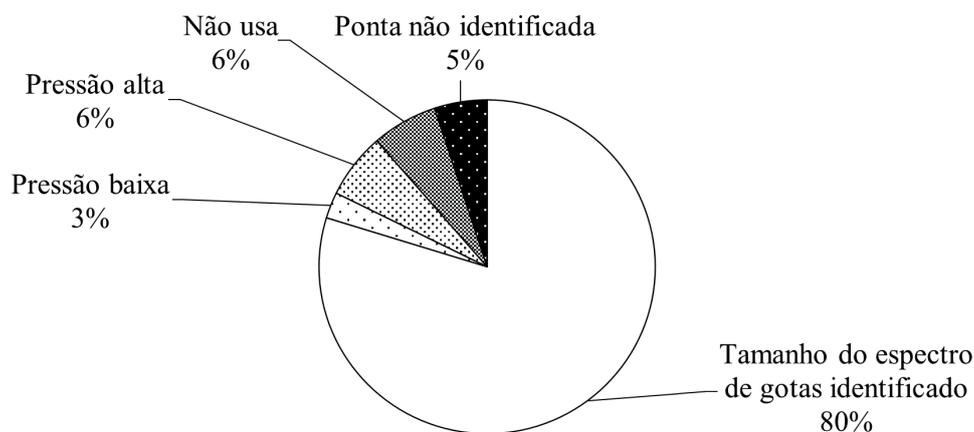
Ainda com relação aos casos em que foi possível estimar o tamanho das gotas produzidas, 2% dos agricultores usavam apenas gotas muito finas para aplicação de herbicidas, 43% usavam apenas gotas finas e 29% usavam apenas gotas médias. O ideal seria a utilização de pelo menos uma opção que produzisse gotas com baixo potencial de deriva para aplicação de herbicidas sistêmicos, que possuem maior potencial de causar injúrias em cultivos sensíveis, mesmo em doses reduzidas, principalmente os herbicidas do grupo dos auxínicos. Em geral, os herbicidas sistêmicos têm boa eficiência de controle, mesmo aplicados com espectro de gotas grossas ou maiores, quando ajustada a taxa de aplicação.



**Figura 2.** Diversidade de modelos de pontas de pulverização disponíveis (A) e utilizadas (B) para aplicação de agrotóxicos por pulverizadores de barra inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

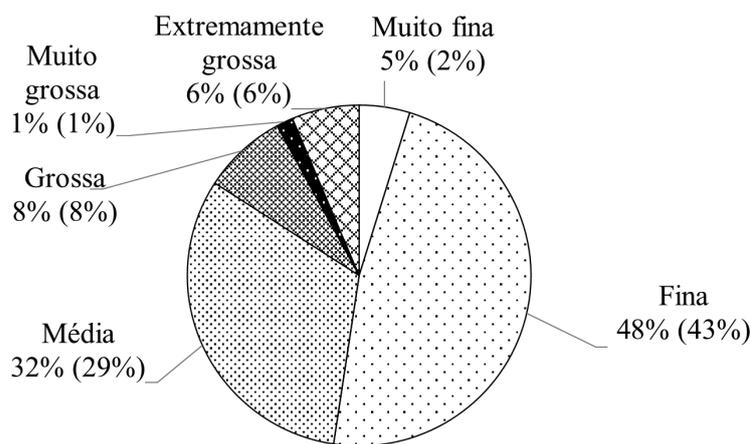


**Figura 3.** Tipo de jato de pulverização (A) e sistemas de redução de deriva (B) em pontas de pulverização inspecionadas, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



Onde: pressão alta: pressão maior que a máxima recomendada pelo fabricante; pressão baixa: pressão menor que a mínima recomendada pelo fabricante; não usa: agricultor não usava a ponta, deixando-a no pulverizador apenas para que o espaço do porta-bico não ficasse vazio; ponta não identificada: não foi possível identificar o modelo/fabricante da ponta de pulverização.

**Figura 4.** Fatores que impossibilitaram estimar a classe de tamanho de gotas produzidas pelas pontas de pulverização inspecionadas, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



Observação: excluídos os dados onde não foi possível estimar o tamanho de gotas (ver Figura 4). Os valores entre parênteses indicam a porcentagem de agricultores que utilizam a referida classe de gotas para aplicação de herbicidas.

**Figura 5.** Distribuição percentual do tamanho do espectro das gotas de pulverização inspecionadas, estimado de acordo com o catálogo do fabricante e da pressão de pulverização utilizada, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

Ao comparar a taxa de aplicação teórica informada pelo agricultor com a taxa de aplicação real, verificou-se que o erro médio na taxa de aplicação foi de 9% para menos (Figura 6). Em geral, são tolerados erros de até 5%, para mais ou para menos.

Apenas 24% dos pulverizadores inspecionados apresentaram erros na taxa de aplicação situados entre -5% e +5%, erro considerado aceitável (Figura 7). Os erros percentuais, quando se compara a taxa de aplicação teórica utilizada pelo agricultor e a taxa de aplicação real aplicada, variaram entre -41% a +28%. Esse dado interfere diretamente no controle de pragas, doenças e plantas daninhas que acometem os cultivos, pois implica que mais da metade dos pulverizadores avaliados (52%) aplicam subdose dos agrotóxicos, e no desperdício do produto aplicado, pela ineficácia de controle do alvo. Nos casos de aplicação de sobredose (24%), o problema é o desperdício de produto e a contaminação desnecessária do meio ambiente.

Muitos agricultores calculam a taxa de aplicação utilizada em suas aplicações considerando a divisão do volume total aplicado pela área total aplicada. No entanto, esse cálculo desconsidera a sobreposição de aplicação em áreas de “remonta” onde a barra de pulverização aplica o produto mais de uma vez sobre a mesma área. Quando se considera a área de sobreposição da aplicação, a taxa de aplicação real normalmente é menor que aquela mencionada pelo agricultor, desse modo, nas áreas onde não houve sobreposição, a taxa de aplicação acaba sendo menor que a taxa mencionada pelo agricultor. Em geral, quanto mais irregular for a área a ser aplicada maior será o índice de sobreposição, principalmente nos pulverizadores que não apresentam Sistema de Posicionamento Global (GPS) associado ao fechamento de seção automático.

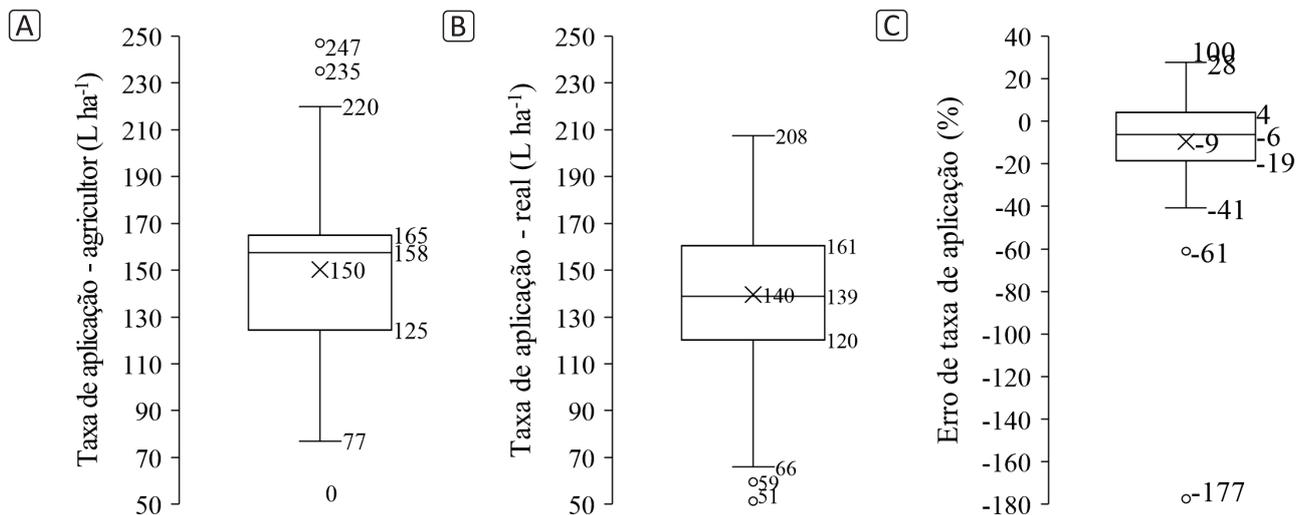
A área total pulverizada pelos equipamentos inspecionados variou de 3,03 ha a 343,64 ha (Figura 8). Destes, 48% eram usados para pulverizar uma área cultivada de até 50 ha, 23% entre 50 ha e 100 ha, 17% áreas entre 100 ha e 150 ha e 12% áreas maiores que 150 ha.

Entre os pulverizadores amostrados, 73% apresentavam pelo menos uma ponta com variação maior que 10% em relação à vazão nominal das pontas e 44% apresentavam mais de 10% das pontas do pulverizador com variação maior que 10% em relação à vazão nominal das pontas.

Os tratores, utilizados para acoplar os pulverizadores inspecionados, foram fabricados entre os anos de 1976 e 2021 (Figura 9). Destes, 31% apresentavam até 9 anos de fabricação, 23% entre 10 e 18 anos, 10% entre 19 e 27 anos, 26% entre 28 e 36 anos e 10% com mais de 36 anos

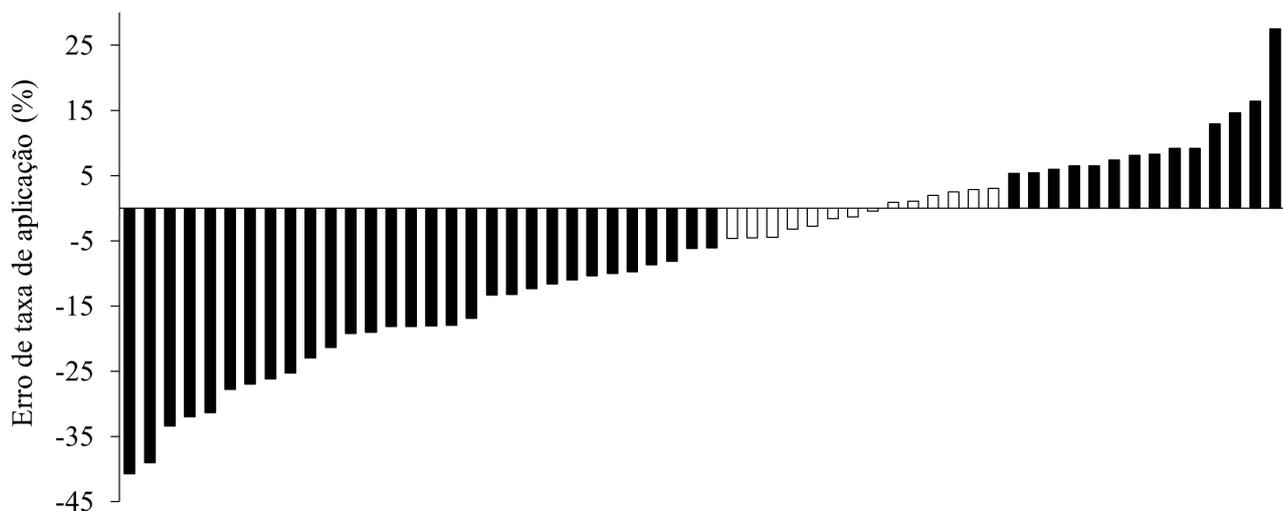
de fabricação. Em 14% dos tratores não foi possível determinar o ano de fabricação devido à ausência de plaqueta de identificação do ano de fabricação ou desconhecimento do proprietário referente a essa informação.

Em relação à exposição aos agrotóxicos, o agricultor é, sem dúvida, o mais afetado, enfrentando a exposição diária, considerada o mais importante risco ocupacional associado à aplicação de agrotóxicos em culturas, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil (Recena et al., 2006; Remor et al., 2009; Tsakirakis et al., 2014).



Onde:  $\circ$ : outliers;  $\times$ : média; T: máximo (desconsiderando outliers);  $\perp$ : mínimo (desconsiderando outliers);  $\square$ : barra inferior (primeiro quartil), mediana (segundo quartil) e superior (terceiro quartil).

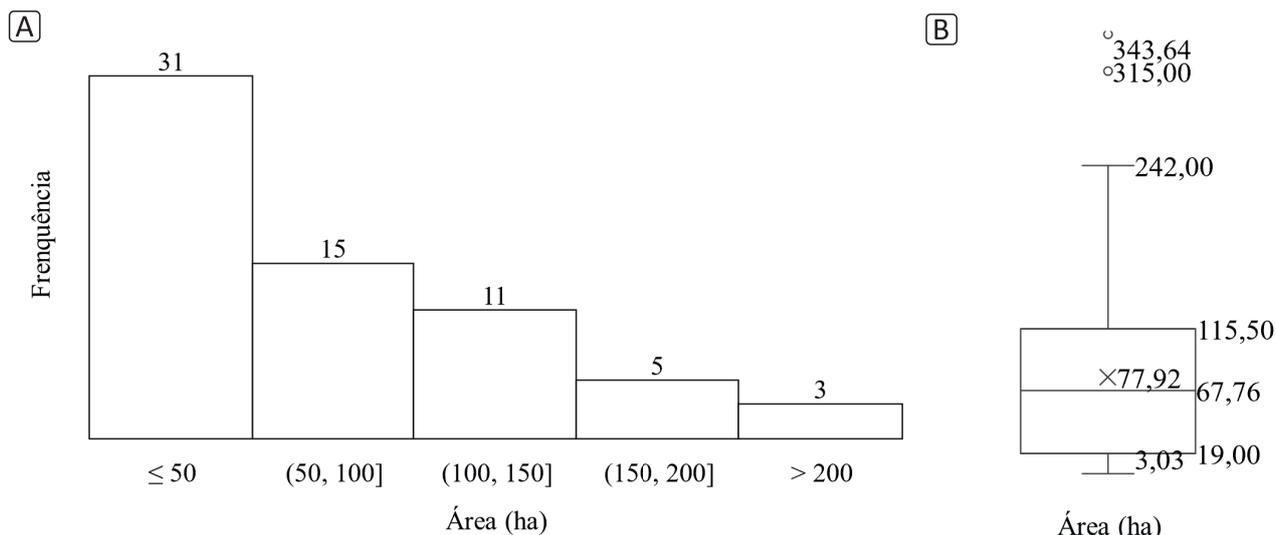
**Figura 6.** Boxplot da taxa de aplicação informada pelos agricultores (A), taxa de aplicação real mensurada (B) e erros nas taxas (C) de aplicação inspecionadas, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



Onde:  $\square$ : erro menor ou igual a  $\pm 5\%$ ;  $\blacksquare$ : erro maior que  $\pm 5\%$ .

Observação: foram excluídos da análise os outliers e pulverizadores recém-adquiridos e ainda não utilizados para aplicação.

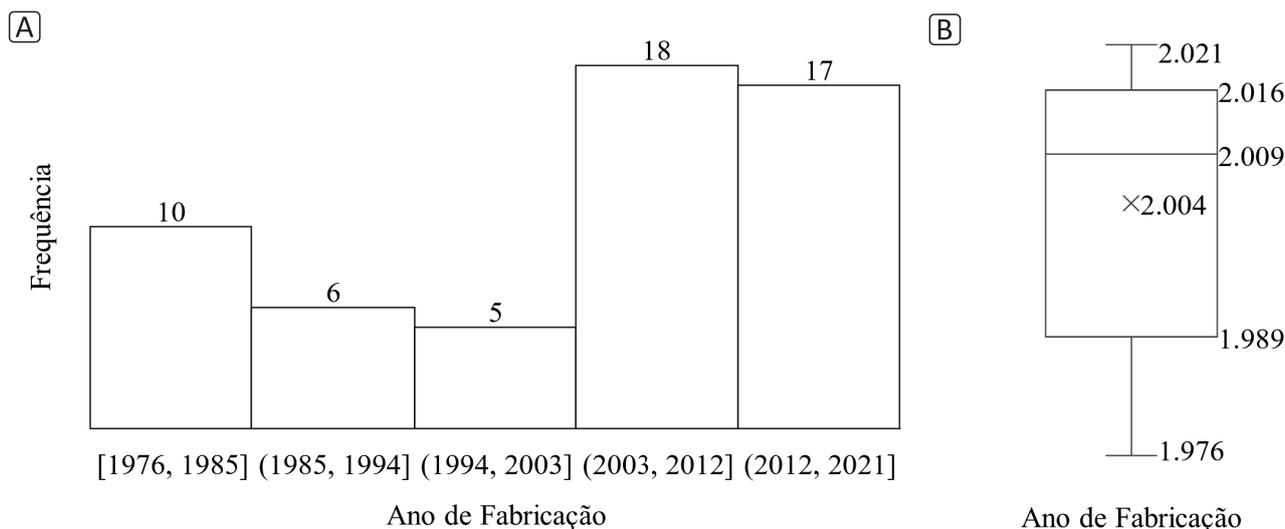
**Figura 7.** Histograma dos erros nas taxas de aplicação usadas para aplicação de agrotóxicos por pulverizadores de barra inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



Onde: []: intervalo fechado; ( ): intervalo aberto; ○: outliers; ×: média; T: máximo (desconsiderando outliers); ⊥: mínimo (desconsiderando outliers); ☐: barra inferior (primeiro quartil), mediana (segundo quartil) e superior (terceiro quartil).

Observação: a área total pulverizada inclui área própria, de familiares, vizinhos e parceiros, quando do uso compartilhado do equipamento.

**Figura 8.** Histograma de frequência (A) e boxplot (B) da área total cultivada (ha) por pulverizadores de barra inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



Onde: []: intervalo fechado; ( ): intervalo aberto; ×: média; T: máximo; ⊥: mínimo; ☐: barra inferior (primeiro quartil), mediana (segundo quartil) e superior (terceiro quartil).

Observação: em três tratores não foi possível determinar a data de fabricação.

**Figura 9.** Histograma de frequência (A) e boxplot (B) do ano de fabricação dos tratores utilizados para acoplar os pulverizadores de barra (montados e de arrasto) inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

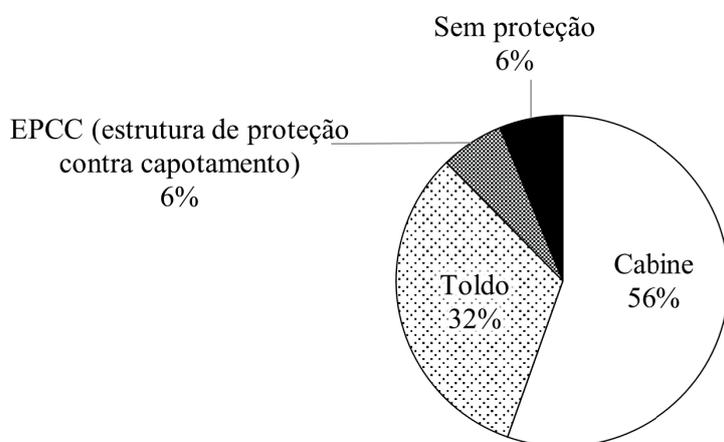
O uso de tratores com cabines, mesmo aquelas adaptadas, minimizam a exposição do operador ao agrotóxico durante a aplicação (Barcelos et al., 2016; Bauer et al., 2020). Nos tratores inspecionados, 56% possuíam cabine fechada, 32% do tipo toldo, 6% apresentavam apenas a estrutura de proteção contra capotamento (EPCP) e 6% não apresentavam estrutura de proteção contra capotamento (Figura 10). Desse modo, pode-se inferir que em 64% dos casos os aplicadores estavam expostos aos agrotóxicos durante a realização das pulverizações.

Dentre os pulverizadores inspecionados, foram encontrados equipamentos fabricados de 1989 a 2021 (Figura 11). Destes, 12% tinham até 6 anos de fabricação, 22% entre 6 e 13 anos,

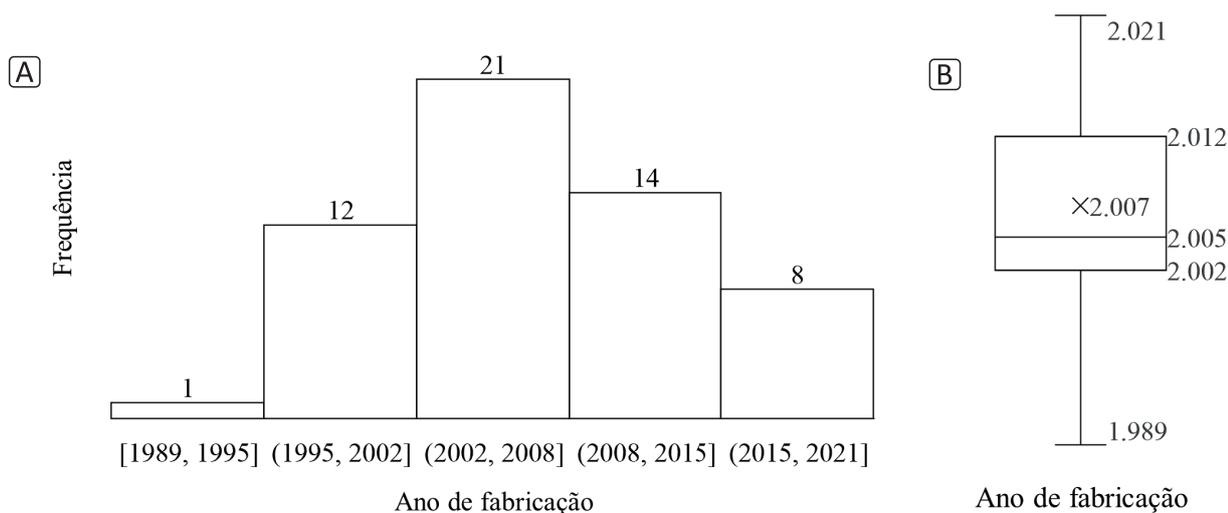
32% entre 14 e 19 anos, 18% entre 20 e 26 anos e 2% entre 26 e 32 anos de fabricação. Em 9% dos pulverizadores inspecionados não foi possível determinar o ano de fabricação devido à falta de plaqueta de identificação ou desconhecimento do proprietário referente a essa informação.

Considerando o ano de fabricação dos tratores e dos pulverizadores, os pulverizadores em geral são mais novos, no entanto, não houve correlação significativa entre o tempo de uso dos tratores ou pulverizadores e as demais variáveis analisadas no trabalho. A aplicação adequada da técnica e a inspeção dos demais itens estão diretamente relacionadas à manutenção periódica dos tratores e pulverizadores realizada pelos agricultores, bem como ao conhecimento individual que cada um deles possui sobre os itens inspecionados.

Dentre os pulverizadores de arrasto ou montados, a proteção do eixo cardan da TDP estava adequada (protegendo toda a extensão do eixo e fixado na cruzeta) em apenas 34% dos acoplamentos. Nos demais, 66%, a proteção estava ausente ou danificada, representando alto risco à segurança dos operadores (Figura 12).



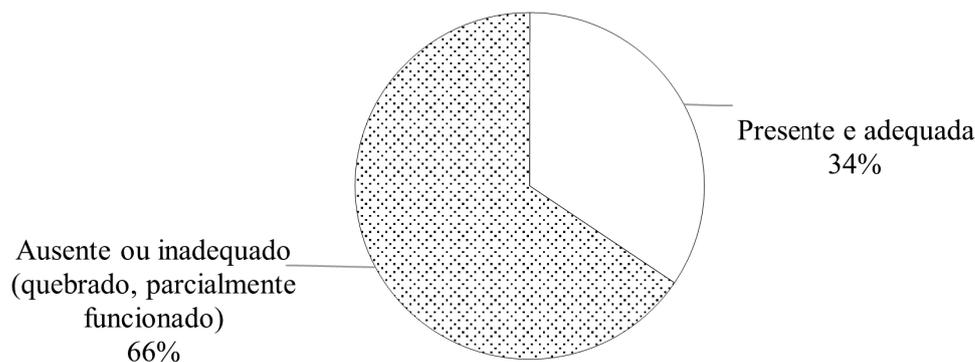
**Figura 10.** Distribuição percentual do tipo de posto de operação dos pulverizadores de barra inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



Onde: [: ]: intervalo fechado; (: ): intervalo aberto; ×: média; T: máximo; L: mínimo; □: barra inferior (primeiro quartil), mediana (segundo quartil) e superior (terceiro quartil).

Observação: em nove pulverizadores não foi possível determinar a data de fabricação.

**Figura 11.** Histograma de frequência (A) e boxplot (B) do ano de fabricação dos pulverizadores de barra inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



**Figura 12.** Distribuição percentual quanto a presença da proteção do eixo cardan em tratores inspecionados, quando acoplados a pulverizadores de barra montados ou de arrasto, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

A capacidade média dos tanques dos pulverizadores amostrados foi de 1.648 litros (Figura 13). Destes, 31% apresentavam capacidade máxima do tanque de pulverização entre 600 L e 850 L (montados), 69% capacidade máxima de 2.000 L a 3.000 L (arrasto ou autopropelido). O comprimento médio da barra dos pulverizadores amostrados foi de 18 m.

A maior parte dos pulverizadores inspecionados são de arrasto (60%), seguidos pelos montados no sistema de três pontos (31%) e, por último, os autopropelidos (9%). Dentre estes, havia dois pulverizadores adaptados, ou seja, um pulverizador de arrasto adaptado sobre um trator (Figura 14).

A predominância de pulverizadores de arrasto coincide com a maior capacidade do reservatório de calda (superior a 2.000 L) quando comparados aos pulverizadores montados, que apresentaram capacidade inferior a 850 L (Figura 15). Além disso, os pulverizadores montados apresentaram tamanho de barra de até 18 m de comprimento, os pulverizadores de arrasto apresentaram comprimento de barra de 18 m a 24 m e os autopropelidos apresentaram comprimento de barra variando entre 18 m e 21 m. O maior comprimento de barra implica em menor amassamento da cultura e maior rendimento operacional.

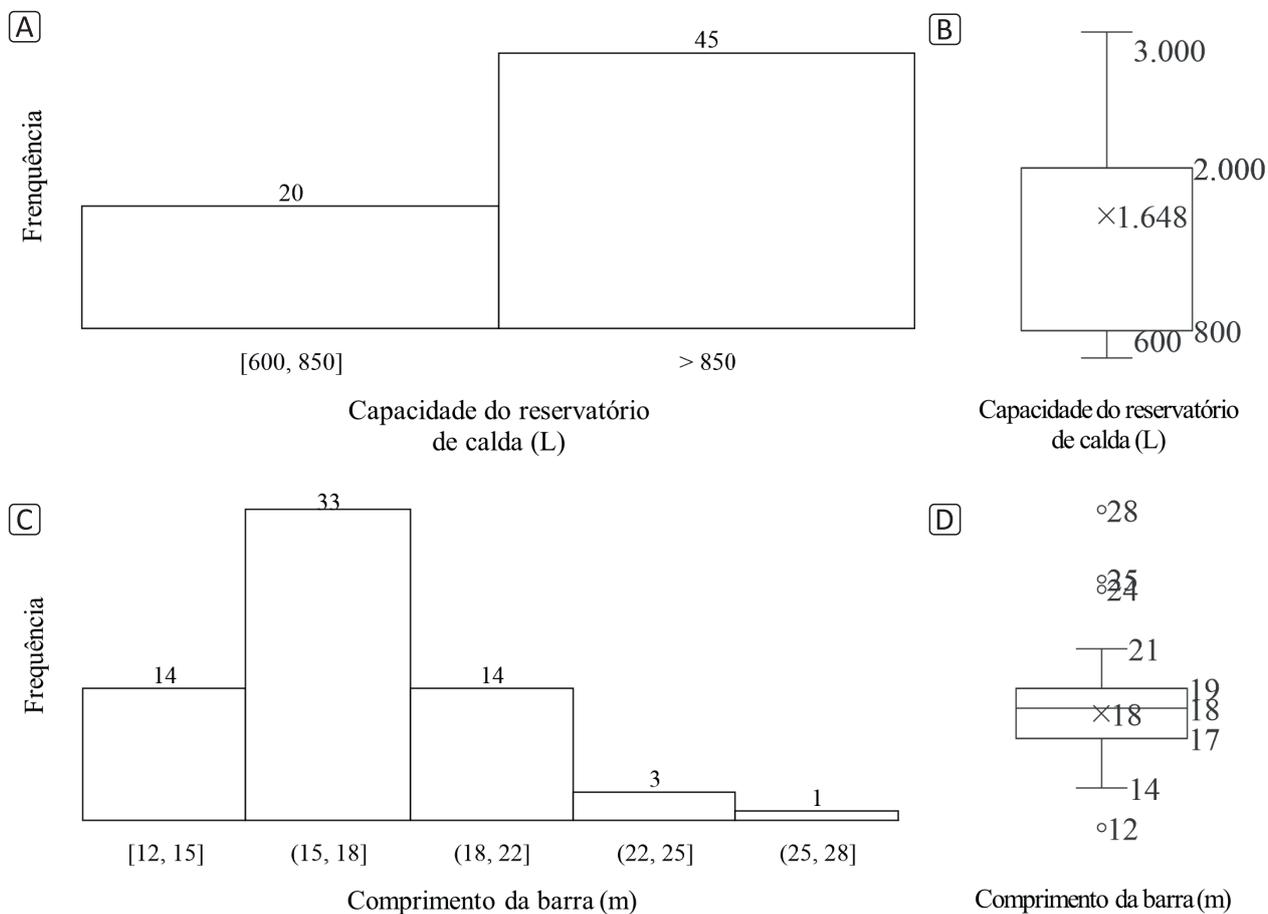
Com relação ao número de seções da barra, 3% dos pulverizadores amostrados apresentavam sete seções, 74% quatro seções e 23% duas seções. O maior número de seções da barra permite menor sobreposição na aplicação dos agrotóxicos, reduzindo o risco de ocorrência de fitointoxicação dos cultivos por sobredose do produto aplicado e gastos com produtos.

Com relação ao incorporador de defensivos, 83% dos pulverizadores apresentavam o dispositivo funcionando adequadamente, enquanto 17% não eram equipados com este dispositivo.

O indicador do nível de calda no tanque de pulverização estava adequado ao uso (permitia a visualização do nível da água e tinha escala) em 82% dos pulverizadores. No entanto, estava inadequado (sem escala, com marcações ilegíveis ou ausentes) em 18% dos pulverizadores inspecionados. Nos casos em que estavam inadequados, os agricultores relataram que o abastecimento era feito de acordo com a experiência do operador, o que pode ocasionar erros na dosagem do produto fitossanitário.

Em 46% dos pulverizadores, o manômetro estava adequado, funcionando e com escala adequada (Figura 16). No entanto, em 23% dos pulverizadores o manômetro apresentava inadequação da escala (estava funcionando, porém a pressão de trabalho não se situava entre 25% e 75%

da escala máxima do manômetro). Nestes casos, a escala máxima do manômetro variou entre 300 libras e 1.000 libras, todos sem escala estendida. Em 28% dos pulverizadores inspecionados o manômetro estava quebrado, sem ponteiro ou com visor ilegível e, em 3%, estava ausente.

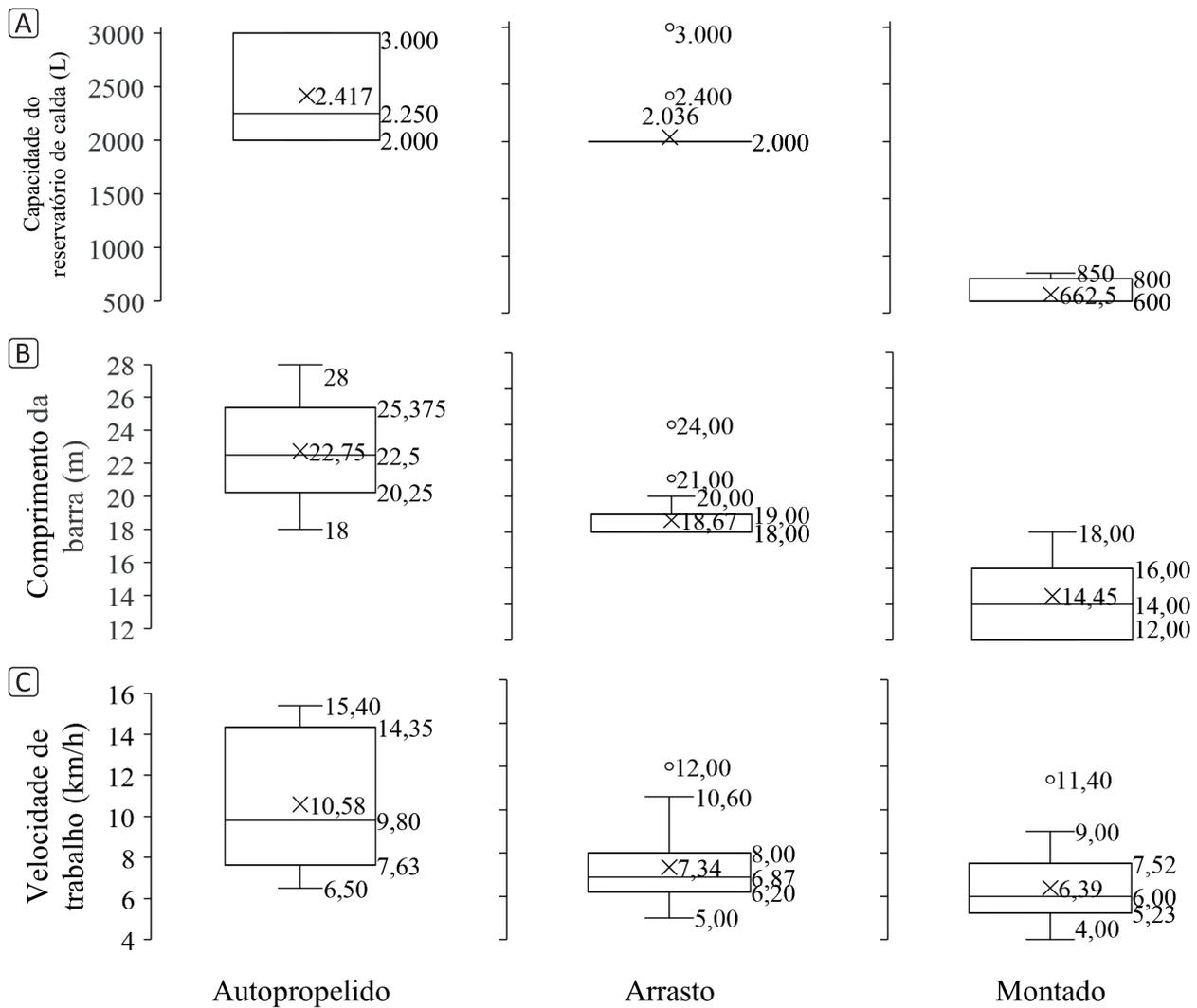


Onde: []: intervalo fechado; ( ): intervalo aberto; ○: outliers; ×: média; T: máximo (desconsiderando outliers); L: mínimo (desconsiderando outliers); ▭: barra inferior (primeiro quartil), mediana (segundo quartil) e superior (terceiro quartil).

**Figura 13.** Histograma de frequência (A) e boxplot (B) da capacidade do reservatório de calda, e histograma de frequência (C) e boxplot (D) do comprimento da barra, dos pulverizadores de barra inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



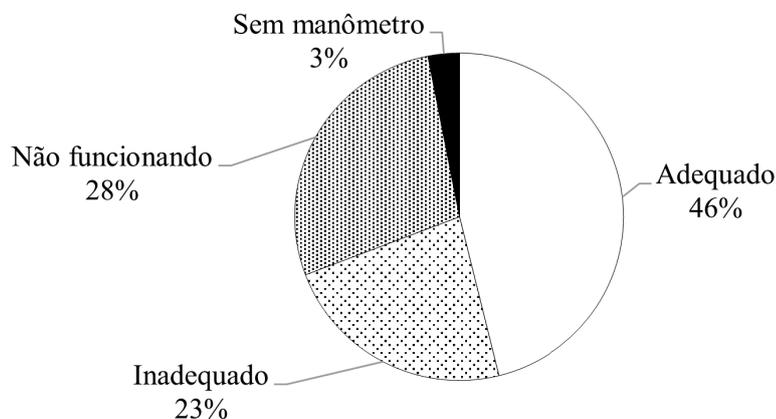
**Figura 14.** Pulverizadores de arrasto adaptados sobre chassi de tratores.



Onde: ○: outliers. ×: média. T: máximo (desconsiderando outliers). ⊥: mínimo (desconsiderando outliers). □: barra inferior (primeiro quartil), mediana (segundo quartil) e superior (terceiro quartil).

Observação: no caso de autopropelido, inclui dados de dois pulverizadores adaptados, ou seja, um pulverizador de arrasto montado sobre o chassi de um trator.

**Figura 15.** Boxplot da capacidade do reservatório de calda (A), comprimento da barra (B) e velocidade de trabalho (C), estratificado entre pulverizadores autopropelidos, de arrasto e montados inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



Onde: inadequado: pressão de trabalho não está entre 25% e 75% do valor máximo da escala de leitura; não funcionando: quebrado, sem ponteiro ou visor ilegível; sem manômetro: manômetro ausente.

**Figura 16.** Situação dos manômetros em pulverizadores de barra inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

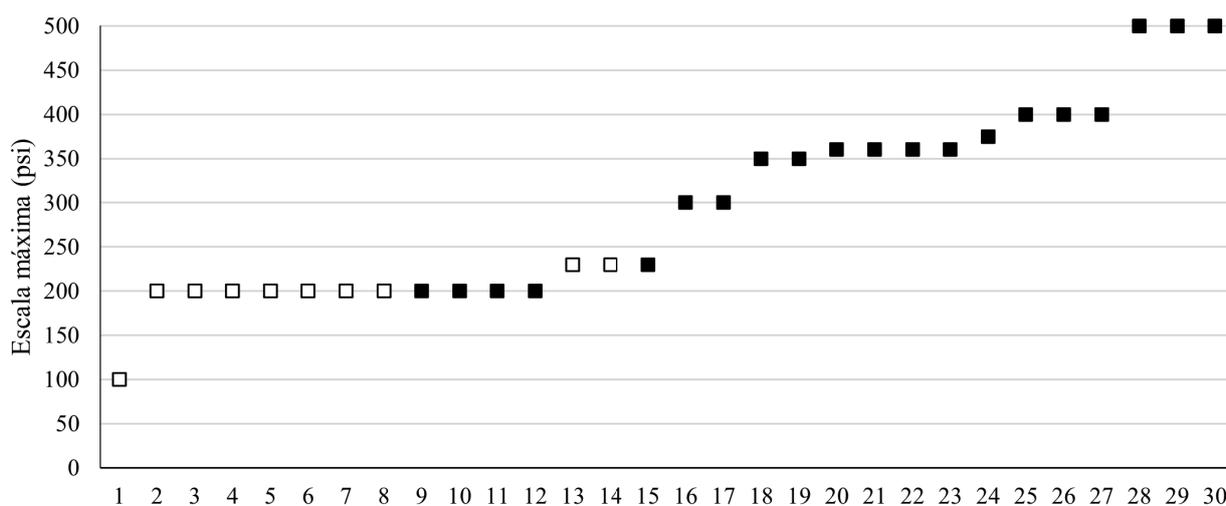
Entre os manômetros considerados adequados (46%), suas escalas máximas variaram entre 100 libras e 500 libras (Figura 17). Todos os manômetros com escala acima de 300 libras apresentavam escala estendida, que permite melhor visualização das pressões de trabalho, maior facilidade de ajuste da pressão desejada pelo operador e melhor precisão na regulagem da pressão.

Em geral, é notada uma resistência dos agricultores em trabalhar com a mesma ponta em duas pressões diferentes e, desse modo, alterar o tamanho do espectro de gotas de pulverização através da alteração da pressão de trabalho, mesmo nos casos em que o manômetro está adequado e permite a realização dessas alterações.

Com relação à válvula de comando de débito proporcional, 16% dos pulverizadores não possuíam esse comando, ocorrendo alteração na vazão das pontas ao fechar uma das seções da barra de pulverização. Dentre os 84% de pulverizadores que possuíam esse comando, 2% estavam estragados e 35% estavam desregulados (Figura 18).

Entre os pulverizadores, 69% apresentavam vazamento em uma ou mais partes do circuito de pulverização. Foram identificados vazamentos em diversas partes das máquinas (Tabela 2), 14% dos pulverizadores apresentavam vazamento no reservatório principal, 39% nas mangueiras, 42% nos porta-bicos, 34% nos antigotejadores e 20% apresentavam vazamentos em outras partes da máquina (filtros, bomba, fluxômetro, manômetro, etc.).

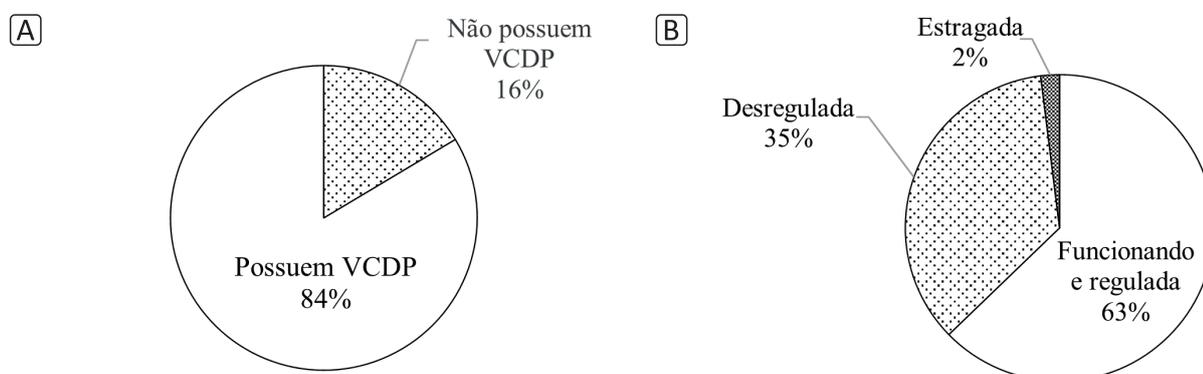
Um vazamento do tipo gotejo, considerando  $126 \text{ gotas min}^{-1}$ , representa perda média de  $26,3 \text{ mL min}^{-1}$  e do tipo filete, considerando 3 mm de diâmetro, uma perda de  $83,3 \text{ mL min}^{-1}$  (De Paula et al., 2007). Desse modo, os vazamentos que podem à primeira vista não parecer um problema grave, representam perdas significativas de calda durante a pulverização. Por exemplo, se uma ponta de vazão 02 ( $0,2 \text{ galões min}^{-1}$ ) a uma pressão de 50 libras apresenta vazão de  $0,84 \text{ L min}^{-1}$ , cada vazamento do tipo gotejo representa 3,1% da vazão da ponta. Se o vazamento for do tipo filete, 9,9% da vazão da ponta. Outro problema observado foi a presença de dobras nas mangueiras, que podem reduzir a vazão na seção subsequente à sua ocorrência, podendo causar falhas de controle por subdosagem.



Onde: ■: com escala estendida; □: sem escala estendida.

**Figura 17.** Escala máxima de manômetros adequados, com distinção entre a presença e a ausência de escala estendida, em pulverizadores inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

Ao avaliar o sistema de filtragem do pulverizador, constatou-se que 6% dos filtros do reservatório de calda estavam ausentes (Tabela 3). No caso do filtro principal (filtro da bomba), 11% estavam danificados (apresentavam ruptura da malha ou estavam torcidos) e 6% estavam entupidos ou sujos. Com relação aos filtros de linha/seções, 11% estavam danificados, 24% estavam sujos ou entupidos e 2% estavam ausentes. Quanto aos filtros das pontas de pulverização, 4% estavam danificados, 27% sujos/entupidos e 3% ausentes.



**Figura 18.** Presença de válvula de comando de débito proporcional (VCDP) (A) e situação da VCDP (B), em pulverizadores de barra inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

**Tabela 2.** Presença de vazamento (gotejo ou filete contínuo) no reservatório de calda, mangueiras, porta-bicos, antigotejadores e em outras partes de pulverizadores inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

Item do pulverizador	Sem vazamentos (%)	Com vazamentos	
		Gotejo (%)	Filete (%)
Reservatório	86	11	3
Mangueiras	61	25	14
Porta-bicos	58	31	11
Antigotejadores	66	31	3
Outro local	80	15	5

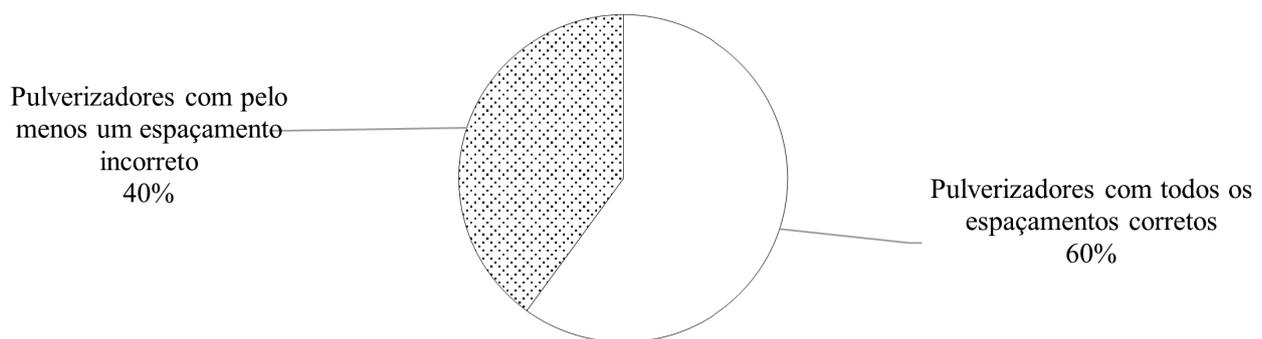
**Tabela 3.** Estado de conservação (presença de ruptura da malha, sujeira ou entupimento) dos filtros de pulverização de pulverizadores inspecionados, em área de produção de grãos, durante a safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

Filtro	Adequado (%)	Danificado (%)	Sujo/entupido (%)	Ausente (%)
Reservatório	94	-	-	6
Bomba	83	11	6	-
Linha/seção	65	11	24	2
Ponta de pulverização	68	4	27	3

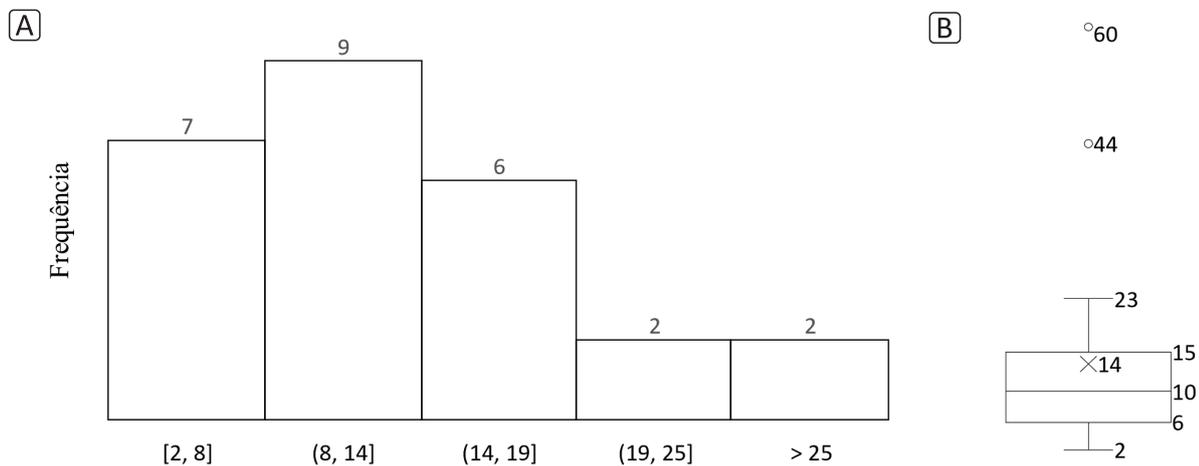
Observação: alguns filtros avaliados estavam simultaneamente sujos/entupidos e danificados, desse modo a somatória das percentagens é maior que 100% em alguns dos tipos de filtros.

Ao avaliar o espaçamento entre pontas, constatou-se que em 97% dos pulverizadores o espaçamento nominal é de 50 cm, em 2% é de 45 cm e em 2% é de 35 cm. Em 41% dos pulverizadores inspecionados, todos os espaçamentos apresentavam variação máxima de 10%, para mais ou para menos, em relação ao espaçamento nominal (Figura 19). No entanto, 59% dos pulverizadores inspecionados apresentavam pelo menos um espaçamento inadequado (variação maior que 10% em relação ao espaçamento nominal).

Dentre os 40% de pulverizadores que apresentavam pelo menos um espaçamento inadequado, a percentagem de espaçamentos inadequados variou entre 2% e 60% (Figura 20), sendo, em média, 14% dos espaçamentos inadequados.



**Figura 19.** Percentagem de pulverizadores com espaçamentos adequados ou que apresentavam pelo menos um espaçamento inadequado em pulverizadores inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.



Onde: []: intervalo fechado; (): intervalo aberto. ○: outliers. ×: média. T: máximo (desconsiderando outliers). ⊥: mínimo (desconsiderando outliers); ▭: barra inferior (primeiro quartil), mediana (segundo quartil) e superior (terceiro quartil).

**Figura 20.** Histograma de frequência (A) e boxplot (B) da percentagem de espaçamentos entre bicos inadequados em pulverizadores inspecionados, em área de produção de grãos, safra 2020/2021, no Estado do Paraná.

## CONCLUSÃO

Dentre os pulverizadores inspecionados, todos apresentaram pelo menos um item inadequado, sendo os mais frequentes:

- Uso da mesma ponta, pressão e velocidade para a realização de todas as aplicações: 88%;
- Pelo menos uma ponta de pulverização com variação superior a 10% em relação à vazão média: 73%;
- Erros de taxa de aplicação superiores a 5%, para mais ou para menos, comparativamente à taxa desejada: 78%;
- Presença de vazamento em alguma parte do pulverizador: 69%;
- Ausência de proteção da TDP: 66%;
- Manômetro inadequado (ausente, quebrado ou com escala inadequada): 54%;
- Filtros inadequados (ausentes, com ruptura da malha ou sem borracha de vedação): 51%;
- Válvula de comando de débito proporcional desregulada ou estragada: 37%;
- Espaçamento entre bicos com variação superior a 10% em relação ao espaçamento nominal: 40%; e,
- Indicador de nível da calda inadequados (sem marcações ou sem nível): 18%.

Todos estes itens influenciam direta ou indiretamente a eficiência e/ou segurança da aplicação de agrotóxicos. Desse modo, a inspeção de pulverizadores é fundamental para melhorar a qualidade da aplicação e a segurança no uso de agrotóxicos, tanto para indicar aos agricultores quais manutenções são necessárias como também para indicar técnicas de aplicação que proporcionem eficiência no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, com menor risco de deriva.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C. B. de; DA CUNHA, J. P. A. R. Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais. *Engenharia Agrícola*, v. 30, n. 3, p. 555-562, 2010.

ANTUNIASSI, U. R.; GANDOLFO, M. A. Periodic Inspection on Crop Sprayers. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, v. 40, n. 1, p. 195-200, 2005.

BALDI, F.; VIERI, M. Controllo e certificazione delle macchine per la distribuzione dei Fitofarmaci. *Macchine per la Distribuzione de Fitofarmaci*, Bologna, v. 38, p. 17-32, 1991.

BARCELLOS, M. et al. Analytical evaluation of the protection offered by sealed tractor cabins during crop pulverization with fenitrothion. *Environmental monitoring and assessment*, v. 188, n. 12, p. 1-10, 2016.

BAUER, F. C. et al. Eficácia de cabines adaptadas na proteção dos operadores de tratores em aplicações de agrotóxicos na cultura da macieira. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 19, n. 1, p. 109-117, 2020.

- DORNELLES, M. E. et al. Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas: histórico e importância. *Ciência Rural*, v. 39, n. 5, p. 1601-1606, 2009.
- FEY, E. *Estado de arte do processo de pulverização junto a associados da COOPERVALE, Maripá - PR*. 1998. 26 f. Relatório de Estágio Supervisionado (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 1988.
- GANDOLFO, M. A. *Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas*. 2001. 92 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrônomicas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2001.
- GANDOLFO, M. A.; ANTUNIASSI, U. R. IPP - Inspeção periódica de pulverizadores. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.). *Tecnologia de aplicação para culturas anuais*. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. cap. 4, p. 105-122.
- GANDOLFO, M. A.; OLIVEIRA, A. B. Aplicação de sucesso. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n. 53, p. 6-9, 2006.
- HAGENVALL, H. Environmental safety aspects on field crop sprayers. *Acta Hort.*, v. 372, p. 17-24, 1994.
- HUYGHEBAERT, B. et al. Compulsory inspection of crop sprayers already in use in Belgium. Selection of control method. In: *AGENG*, 1996, Madrid. AgEng. Madrid: s.n., 1996. Não paginado.
- KOCH, H.; WEIBER, P. Aspects of laboratory spray track use in pesticide testing procedures. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, v. 48, n. 8/9, p. 176-180, 1996.
- LANGENAKENS, J. Ministry of Small Enterprises, Traders and Agriculture, *Agriculture Research Centre*. Spraying nozzles: usability limits. Não paginado. s.d., 1997.
- MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicações de agrotóxicos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. *Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias*. Campinas: Livraria Rural, 1998. p. 95-103.
- PAULA, F. N. de et al. Quantização do Desperdício de Água em Vazamentos Representados por Gotejamentos e Filetes de Água. *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, v. 3, n. 1, 2007.
- RAETANO, C. G.; BOLLER, W. Regulagem e calibração de pulverizadores. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.). *Tecnologia de aplicação para culturas anuais*. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. cap. 4, p. 91-103.
- RAMOS, H. H. Análise da tecnologia empregada para a aplicação de agroquímicos na cultura do morango em Jundiá - SP. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROQUÍMICOS, 2001, Jundiá. *Anais...* Jaboticabal: Centro de Mecanização Agrícola - Instituto Agrônomo, 1997. p. 170.
- RECENA, M. C. P. et al. Pesticides exposure in Culturama, Brazil – knowledge, attitudes, and practices. *Environmental Research*, v. 102, p. 230-236, 2006.

REICHARD, D. L. et al. Nozzle wear rates and test procedure. *Trans ASAE, (Am. Soc. Agric. Eng.)*, St. Joseph, v. 34, p. 2309-2316, 1991.

REMOR, A. P. et al. Occupational exposure of farm workers to pesticides: biochemical parameters and evaluation of genotoxicity. *Environment International*, v. 35, p. 273-278, 2009.

SUMNER, P. E.; SUMNER, S. A. Comparison of new drift reduction nozzles. St. Joseph: *ASAE*, 1999. 17 p.

TSAKIRAKIS, A. N. et al. Dermal and inhalation exposure of operators during fungicide application in vineyards: evaluation of overall performance. *The Science of the Total Environment*, v. 470-471, p. 282-289, 2014.

## Anexo

**Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**  
**Ficha de campo - Inspeção de pulverizadores de barra (2020/21)**

**A. DADOS GERAIS**

1. Data da inspeção	___/___/___
2. Nome do inspetor	_____
3. Município	_____
4. Nome completo do proprietário do equipamento	_____
5. Telefone do proprietário	( ) _____ - _____
6. Área total da(s) propriedade(s) pulverizadas	_____ hectares

**B. MÁQUINA**

<b>Pulverizador</b>			
7. Marca	_____		
8. Modelo	_____		
9. Ano de fabricação	_____	10. Capacidade do tanque	_____ Litros
11. Tamanho da barra	_____ metros	12. Número de seções da barra	_____ Seções
13. Regulagem válvula de comando de débito proporcional	<input type="checkbox"/> Presente e adequada (funcionando e regulada) <input type="checkbox"/> Inadequada (desregulado) <input type="checkbox"/> Inadequada (estragado) <input type="checkbox"/> Ausente (não há esse comando no pulverizador) <input type="checkbox"/> Não foi possível verificar (ausência ou não funcionamento do manômetro)		
14. Indicador de nível (calda)	<input type="checkbox"/> Presente e adequado	<input type="checkbox"/> Presente e inadequado (sem escala, sem nível, etc)	<input type="checkbox"/> Ausente
15. Incorporador de defensivos ao tanque de pulverização	<input type="checkbox"/> Presente e funcionando adequadamente	<input type="checkbox"/> Presente, porém não funcionando	<input type="checkbox"/> Ausente
16. Acoplamento	<input type="checkbox"/> Arrasto	<input type="checkbox"/> Montado	<input type="checkbox"/> Auto propelido (vá p/ questão 25)
17. Proteção da TDP	<input type="checkbox"/> Presente e adequada	<input type="checkbox"/> Ausente ou inadequada (quebrada)	
18. Rotação do motor usada para pulverizar é adequada para atingir 540 RPM na tomada de potência (TDP)	<input type="checkbox"/> Sim		<input type="checkbox"/> Não

**Trator**

19. Marca	_____		
20. Modelo	_____		
21. Ano de fabricação	_____		
22. Horas de funcionamento	_____ horas		
23. Posto de operação do operador	<input type="checkbox"/> Sem proteção <input type="checkbox"/> Cabine <input type="checkbox"/> Toldo <input type="checkbox"/> EPCC - Estrutura de proteção contra capotamento		

**C. CONDIÇÕES DE USO**

<b>Manômetro</b>	
24. Manômetro	<input type="checkbox"/> Presente, funcionando e adequado <input type="checkbox"/> Não funcionando (quebrado, sem ponteiro, etc) <input type="checkbox"/> Inadequado (pressões de trabalho não está entre 25% e 75% do valor máximo da escala de leitura) <input type="checkbox"/> Ausente (sem manômetro)
25. Escala estendida	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
26. Escala máxima	_____ libras

	Filtros				Pontas
	27. Reservatório de calda	28. Principal (bomba)	29. Linhas/seções	30. Filtro das pontas	31. Pontas de pulverização
Adequado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ___%	<input type="checkbox"/> ___%	<input type="checkbox"/> ___%
Danificado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ___%	<input type="checkbox"/> ___%	<input type="checkbox"/> ___%
Sujo/entupido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ___%	<input type="checkbox"/> ___%	<input type="checkbox"/> ___%
Ausente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ___%	<input type="checkbox"/> ___%	<input type="checkbox"/> ___%

	Vazamentos				
	32. Reservatório	33. Mangueiras	34. Porta bicos	35. Antigotejadores	36. Outro
Gotejo	<input type="checkbox"/>				
Filete	<input type="checkbox"/>				
Ausente	<input type="checkbox"/>				

37. Espaçamento nominal	_____ cm	38. Erros espaçamento entre bicos	_____ % de bicos com espaçamento inadequado (variação de +/- 10% em relação ao espaçamento nominal)
-------------------------	----------	-----------------------------------	---



## Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários Ficha de campo - Inspeção de pulverizadores de barra (2020/21)

### D. TÉCNICA DE APLICAÇÃO\*

Jato de pulverização	Tipo de sistema de redução de deriva	Cor**	Fabricante	Modelo (TUDO que está escrito na ponta) Ex: ATR I10 02	Velocidade (km/h)***	Pressão de trabalho (libras)	Taxa de aplicação (L/ha)	Rotação do motor (para pulverizar)	Produto(s) aplicado(s)
39. <input type="checkbox"/> Leque simples <input type="checkbox"/> Leque duplo <input type="checkbox"/> Cone cheio <input type="checkbox"/> Cone vazio	40. <input type="checkbox"/> Pré-orifício <input type="checkbox"/> Indução de ar <input type="checkbox"/> Impacto (defletora) <input type="checkbox"/> Sem sistema anti-deriva	41. <input type="checkbox"/> Verde (015) <input type="checkbox"/> Amarela (02) <input type="checkbox"/> Lilás (025) <input type="checkbox"/> Azul (03)	42. <input type="checkbox"/> Magnojet <input type="checkbox"/> Jacto <input type="checkbox"/> Teejet <input type="checkbox"/> Hypro	43. <input type="checkbox"/> Magnojet	Agricultor 44. _____ Real 45. _____	Agricultor 46. _____ Real 47. _____	Agricultor 48. _____ Real 49. _____	50. _____ Real 51. _____	51. <input type="checkbox"/> Herbicida <input type="checkbox"/> Inseticida <input type="checkbox"/> Fungicida <input type="checkbox"/> Acaricida
52. <input type="checkbox"/> Leque simples <input type="checkbox"/> Leque duplo <input type="checkbox"/> Cone cheio <input type="checkbox"/> Cone vazio	53. <input type="checkbox"/> Pré orifício <input type="checkbox"/> Indução de ar <input type="checkbox"/> Impacto (defletora) <input type="checkbox"/> Sem sistema anti-deriva	54. <input type="checkbox"/> Verde (015) <input type="checkbox"/> Amarela (02) <input type="checkbox"/> Lilás (025) <input type="checkbox"/> Azul (03)	55. <input type="checkbox"/> Magnojet <input type="checkbox"/> Jacto <input type="checkbox"/> Teejet <input type="checkbox"/> Hypro	56. <input type="checkbox"/> Magnojet	Agricultor 57. _____ Real 58. _____	Agricultor 59. _____ Real 60. _____	Agricultor 61. _____ Real 62. _____	63. _____ Real 64. _____	64. <input type="checkbox"/> Herbicida <input type="checkbox"/> Inseticida <input type="checkbox"/> Fungicida <input type="checkbox"/> Acaricida
65. <input type="checkbox"/> Leque simples <input type="checkbox"/> Leque duplo <input type="checkbox"/> Cone cheio <input type="checkbox"/> Cone vazio	66. <input type="checkbox"/> Pré orifício <input type="checkbox"/> Indução de ar <input type="checkbox"/> Impacto (defletora) <input type="checkbox"/> Sem sistema anti-deriva	67. <input type="checkbox"/> Verde (015) <input type="checkbox"/> Amarela (02) <input type="checkbox"/> Lilás (025) <input type="checkbox"/> Azul (03)	68. <input type="checkbox"/> Magnojet <input type="checkbox"/> Jacto <input type="checkbox"/> Teejet <input type="checkbox"/> Hypro	69. <input type="checkbox"/> Magnojet	Agricultor 70. _____ Real 71. _____	Agricultor 72. _____ Real 73. _____	Agricultor 74. _____ Real 75. _____	76. _____ Real 77. _____	77. <input type="checkbox"/> Herbicida <input type="checkbox"/> Inseticida <input type="checkbox"/> Fungicida <input type="checkbox"/> Acaricida <input type="checkbox"/> Não Usa

\*Certificar-se de coletar os valores mais precisos possíveis, não faça arredondamentos!

\*\*Atentar que as cores das pontas do tipo cone podem não corresponder à vazão mencionada entre parênteses, mesmo assim indique a cor da ponta.

\*\*\*Demarcar 50 metros no local de pulverização (na roça) e medir o tempo gasto para percorrer esses 50 m (recomendado repetir pelo menos três vezes e fazer a média da velocidade). Em terrenos com topografia irregular, fazer a mensuração da velocidade em mais de um local e trabalhar com a média de velocidade. Aproveite o momento para avaliar a estabilidade de barras.

Iniciar o movimento do trator pelo menos 5 m antes da estaca para dar tempo de o trator acelerar e atingir a velocidade de trabalho.

Dividindo 180 pelo tempo necessário para percorrer 50 m, tem-se a velocidade em km h<sup>-1</sup>.

Nos casos de máquinas com GPS, pode usar a velocidade informada no GPS.

**AGRICULTOR:** anotar os valores/informações fornecidos pelos agricultores, sem pitacos do técnico. Quando o agricultor não sabe, anotar “ZERO”

**REAL:** conferir as informações mencionadas pelo agricultor e anotar o valor real encontrado (velocidade, pressão e taxa de aplicação) isso tudo antes de fazer qualquer alteração na pressão, velocidade, marcha, rotação do motor). A intenção é verificar os erros cometidos pelo agricultor na calibração do equipamento.

• Para determinação da taxa de aplicação real (itens 49, 62 e 75) use a equação abaixo:  $Taxa\ de\ aplicação\ \left(\frac{L}{ha}\right) = \frac{Vazão\ das\ pontas\ \left(\frac{L}{min}\right) \cdot 60000}{Velocidade\ \left(\frac{km}{h}\right) \cdot Espaçamento\ entre\ pontas\ (cm)}$

- Para determinar a vazão das pontas (equação acima), e. **Calibração de vazão das pontas**, medir a vazão em pelo menos oito pontas (duas pontas em cada seção da barra) ou em todas as pontas. Para calcular a taxa de aplicação real: usar a média da vazão das pontas amostradas e valor de velocidade real para o cálculo.
- Pontas com variação de vazão maior que 10% em relação a vazão nominal (informada pelo fabricante) ou danificadas devem ser substituídas, se a vazão for menor que 10% em relação a vazão nominal, desentupir, se não resolver, trocar a ponta. Se mais de 10% das pontas estão inadequadas trocar todas as pontas.
- Aplicativo de celular útil → “ABC pontas” (fundação ABC), gratuito e disponível para os sistemas Android e IOS.



**Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**  
**Ficha de campo - Inspeção de pulverizadores de barra (2020/21)**

**E. Calibração - AFERIÇÃO DE VAZÃO DAS PONTAS**

- A aferição da vazão é OBRIGATÓRIA em pelo menos oito pontas da barra (duas pontas em cada seção da barra) e facultativa em todas as pontas. Deve ser realizada nas mesmas condições de trabalho mencionadas pelo produtor para esta ponta (antes de fazer qualquer alteração na pressão, velocidade, marcha, rotação do motor), “conforme item D “TÉCNICA DE APLICAÇÃO”)
- Medir a vazão durante no mínimo 1 (um) minuto para minimizar erros de leitura.

78. Ponta “43”		Vazão média das pontas _____ L/min								Velocidade real _____ km/h (item 45)						
Nº da ponta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Vazão (mL min <sup>-1</sup> )	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Vazão (mL min <sup>-1</sup> )	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Vazão (mL min <sup>-1</sup> )	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
79. Ponta “56”		Vazão média das pontas _____ L/min								Velocidade real _____ km/h (item 58)						
Nº da ponta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Vazão (mL min <sup>-1</sup> )	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Vazão (mL min <sup>-1</sup> )	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Vazão (mL min <sup>-1</sup> )	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
80. Ponta “69”		Vazão média das pontas _____ L/min								Velocidade real _____ km/h (item 71)						
Nº da ponta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Vazão (mL min <sup>-1</sup> )	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Vazão (mL min <sup>-1</sup> )	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Vazão (mL min <sup>-1</sup> )	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64





## INFORMAÇÕES TÉCNICAS



[www.idrparana.pr.gov.br](http://www.idrparana.pr.gov.br) > Fale conosco



[www.idrparana.pr.gov.br/Cultivares-IPR](http://www.idrparana.pr.gov.br/Cultivares-IPR)



[comercial@idr.pr.gov.br](mailto:comercial@idr.pr.gov.br)



(43) 99184-5992



(43) 3376-2133 | 3376-2482



Rod. Celso Garcia Cid, km 375  
Londrina - PR



**IDR-Paraná**

Instituto de Desenvolvimento  
Rural do Paraná - IAPAR-EMATER



**PARANÁ**

GOVERNO DO ESTADO  
SECRETARIA DA AGRICULTURA  
E DO ABASTECIMENTO