

---

**NOTA TÉCNICA:****INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES E QUALIDADE NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS**

Sérgio Macedo Silva<sup>1</sup>, Pedro Augusto Menezes Nogueira<sup>2</sup>, Rafael da Silva Dias<sup>3</sup>, Gabriel Lemes Jorge<sup>4</sup>, Willian Alves Machado<sup>5</sup>

**RESUMO**

Considerando o cenário atual da agricultura brasileira, um aspecto de grande importância para o êxito da atividade agrícola é a correta aplicação de produtos fitossanitários, a qual exerce papel fundamental para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas. A conscientização tanto do produtor como do aplicador de produtos fitossanitários é de extrema importância, o que não é feito de forma eficiente em muitos casos, contribuindo para a contaminação do meio ambiente, deriva e aplicação de superdose de produtos. Buscou-se com este trabalho realizar a inspeção de pulverizadores e o treinamento de produtores e aplicadores sobre as boas práticas na aplicação de produtos fitossanitários. Foram realizadas inspeções em máquinas utilizadas para pulverização na região do Triângulo Mineiro, MG. Foi feita a medição da vazão das pontas de pulverização. Os resultados encontrados mostraram que todas as máquinas inspecionadas não recebiam inspeções ou calibrações periódicas e a variação do volume de pulverização foi o principal fator para classificação da nota final dos pulverizadores. Por fim, foi possível concluir que a inspeção periódica de pulverizadores e o treinamento de operadores para a aplicação ainda necessitam de maior atenção e conscientização por parte dos produtores e assistência técnica rural.

**Palavras-chave:** tecnologia de aplicação, regulação de máquinas, redução de deriva

**ABSTRACT****INSPECTION OF SPRAY MACHINE AND QUALITY IN PESTICIDES APPLICATION**

Considering the contemporary scenario of the Brazilian agriculture, one aspect that is very important for the success of this activity is the correct use of phytosanitary products, which plays crucial role on controlling pests, diseases and weeds. In this context, raising awareness and training of both farmers and farm employees are indeed crucial; however, this is not what is commonly seen in most cases leading to environmental contamination, drift and dosage error. This project aimed at performing presential training to correct possible mistakes about spray application and ensure that all of them are solved. Visits and inspections were done on the machines used to spray on the crops. Additionally, it was measure the flow rate of the spray nozzles. In all sprayers were found components malfunctioning and that certainly contributed to possible poor sprays. It was observed that all the machines inspected did not receive inspections or periodic calibrations. The irregular volume of spraying was the major factor to make the classification of the machines. To do so, it would require greater awareness of producers and applicators. This study concluded that the periodic inspection of sprayers and operator training for the application still needs more attention and awareness on the part of producers and technical assistance.

**Keywords:** spray technology, maintenance of machines, and reduction of drift;

**Recebido para publicação em 27/01/2016. Aprovado em 12/09/2016.**

1 - Pós-doutorando em Fitotecnia - UFU - Uberlândia, MG, Brasil, Email: [sergiomacedosilva@yahoo.com.br](mailto:sergiomacedosilva@yahoo.com.br);

2 - Engenheiro Agrônomo, Email: [pedropirel@gmail.com](mailto:pedropirel@gmail.com);

3 - Engenheiro Agrônomo, Email: [rsdias.agro@yahoo.com.br](mailto:rsdias.agro@yahoo.com.br);

4 - Engenheiro Agrônomo, Email: [gabriellemes13@hotmail.com](mailto:gabriellemes13@hotmail.com);

5 - Engenheiro Agrônomo e Mestrando em Fitotecnia, UFU - Uberlândia, MG, Brasil, Email: [alvesmachado11@gmail.com](mailto:alvesmachado11@gmail.com);

## INTRODUÇÃO

Para a agricultura moderna e extremamente competitiva dos últimos tempos, a avaliação e a calibração correta dos pulverizadores é um instrumento indispensável para a melhoria da qualidade da aplicação de produtos fitossanitários e para redução de contaminações, com consequentes efeitos ambientais indesejáveis (SIQUEIRA, 2009).

Dentre as dificuldades que os produtores rurais enfrentam no campo, a regulagem de pulverizadores e a utilização de boas práticas durante a aplicação de defensivos agrícolas têm sido desafios constantes. Essas questões levantadas indicam que os trabalhadores rurais são carentes de informações sobre o uso correto e manutenção dos pulverizadores nas práticas agrícolas, devido principalmente a uma falta de assistência técnica e orientações no campo. E isso implica diretamente em possíveis contaminações crônicas, uso excessivo de produtos fitossanitários, impacto ambiental e maiores custos à produção agrícola.

Tendo em vista a minimização das contaminações humanas e ambientais durante o manuseio de produtos fitossanitários e a importância da eficiência das aplicações, alguns projetos são implantados em regiões como forma de orientação aos produtores e inspeção sobre o estado de conservação e uso dos pulverizadores (DORNELLES *et al.*, 2009). Nesse sentido, mais de 20 países em todo o mundo realizam inspeções periódicas em pulverizadores agrícolas. Nestas avaliações são atribuídos certificados de condição de uso e/ou orientação aos usuários para o melhor uso e manutenção das máquinas, objetivando redução da quantidade de defensivos agrícolas utilizados, e consequentemente, redução do custo e do impacto ambiental. Em alguns casos, a certificação através de inspeções periódicas pode incluir a autorização ou não da continuidade do trabalho com os equipamentos (ANTUNIASSI & GANDOLFO, 2005).

Na agricultura brasileira, o conhecimento do estado de conservação e operacionalidade destas máquinas pode nortear pesquisas e investimentos em orientação de uso e manutenção, além da redução do impacto ambiental. O histórico de

uso inadequado de pulverizadores no Brasil é um desafio para a implantação de um processo de inspeção para pulverizadores (ANTUNIASSI & GANDOLFO, 2005).

Diversos estudos têm mostrado a precariedade da maioria dos pulverizadores no Brasil, e a situação não é diferente dos demais países latino-americanos. Como exemplo, o levantamento realizado nos anos 90 na Argentina (MAGDALENA & DI PRINZIO, 1992) mostrou que 70% das máquinas utilizavam bicos defeituosos, ocasionando aplicação irregular e excessiva de produtos.

Nessa perspectiva, na maioria das vezes, dá-se muita importância ao produto fitossanitário e sua possível toxicidade, mas pouca importância à sua tecnologia de aplicação, novamente enfatizando a necessidade de uma assistência técnica aos produtores. Logo, não basta conhecer o produto a ser aplicado, é também fundamental conhecer sua forma correta de aplicação. É preciso garantir que o produto atinja o alvo de forma eficiente, minimizando o risco de deriva e contaminações ambientais. Para isso, torna-se necessária uniformidade de aplicação e espectro de gotas adequado (ALVARENGA & CUNHA, 2008). Da mesma forma, produtores e operadores de pulverizadores necessitam se conscientizar que o principal objetivo da tecnologia de aplicação é colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, sem afetar o ambiente (DURIGAN, 1989).

Para agravar ainda mais o quadro, um dos sérios problemas nas aplicações de produtos fitossanitários é o desconhecimento sobre a deriva e o potencial de contaminação durante as aplicações (TSAI *et al.*, 2005). Cunha (2008) relata que o desvio da trajetória que impede as gotas produzidas de atingirem seu alvo está relacionado, principalmente, ao tamanho das gotas que se usa e às condições ambientais. O mesmo autor relata em outro estudo que valores inferiores a 15% do volume pulverizado, composto por gotas com diâmetro inferior a 100  $\mu\text{m}$ , parecem ser mais adequados para uma aplicação segura (BUENO *et al.*, 2013). Isso demonstra a importância de se conhecer o espectro das gotas pulverizadas, de forma a adequar o seu tamanho, garantindo, ao

mesmo tempo, eficácia biológica e segurança ambiental.

Muitas vezes, entretanto, parte do produto aplicado se perde no ambiente, principalmente por deriva e devido à falta de conhecimento sobre as condições climáticas ideais para aplicação. Além do prejuízo resultante da perda de agrotóxico e dos danos que podem ser causados em culturas adjacentes, a deriva assume grande importância devido à conscientização da população em relação à qualidade de água e alimentos, além de outras questões ambientais (LUNKES, 1996). Esses prejuízos só podem reduzir se os equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários forem revisados e calibrados periodicamente, e se os aplicadores receberem instruções e treinamento correto para realizar tal atividade (SILVEIRA et al., 2006).

Além disso, o levantamento dos dados referentes à situação dos pulverizadores poderá contribuir para a realização de um mapeamento detalhado sobre a qualidade dos pulverizadores nas principais regiões agrícolas do Brasil (SICHOCKI et al., 2014). Portanto, os objetivos do trabalho foram inspecionar pulverizadores em propriedades rurais e realizar treinamentos de operadores sobre as boas práticas na aplicação de produtos fitossanitários.

## MATERIAL E MÉTODOS

Entre os meses de setembro e outubro de 2015, foram contatados e selecionados produtores rurais de alto e médio nível tecnológico, dos Municípios de Araguari e Uberlândia, Minas Gerais. Foram coletadas informações relacionadas aos pulverizadores e seu uso, sobre a segurança e procedimento dos operadores das aplicações, e por fim, o processo de calibração.

Foram feitas inspeções em pulverizadores auto propelidos de barra, sendo eles: dois pulverizadores John Deere, ano 2012, com 42 bicos; dois pulverizadores Stara, ano 2013, “Gladiador”, com 51 bicos; um pulverizador Jacto, ano 2000, “Uniport” com 47 bicos; um pulverizador “Columbia”, com 37 bicos, tracionado por um trator New Holland, ano 2003, não cabinado; e dois pulverizadores Montana, ano 2010, com 61 bicos; Foram também inspecionados pulverizadores de arraste, sendo dois turbo-atomizadores “Arbus”, com 18 bicos, tracionado por dois tratores Massey

Ferguson 235, ano 1999. Os pulverizadores turbo-atomizadores eram utilizados para aplicação na cultura do tomate e o restante das máquinas eram utilizados nas culturas de grãos.

Utilizou-se o modelo de questionário adaptado de Sichoeki (2013), para identificação dos erros e práticas inadequadas quanto à operação de pulverização. Nesse modelo, foram considerados os problemas ligados à mão de obra envolvida na aplicação, sendo os seguintes itens: 1. uso de EPIs pelos operadores; 2. conhecimentos sobre riscos de deriva; 3. conhecimentos das condições ambientais adequadas para aplicação; 4. descarte apropriado de calda; 5. velocidade de deslocamento durante a aplicação; 6. manutenção das máquinas; 7. conhecimento sobre tecnologia das pontas e 8. cálculo da taxa de aplicação.

A coleta de informações quanto às condições dos pulverizadores foi feita simultaneamente à calibração da máquina, frente ao produtor ou operador. Para isso, foi seguido um “check list” dos componentes, sendo considerados os seguintes itens: 9. aferição da rotação na tomada de força dos pulverizadores de arrasto; 10. vazamentos em depósitos e mangueiras; 11. presença e condição de filtros (do tanque, de seção, dos bicos); 12. composição completa de bicos (capa, corpo, filtro e ponta); 13. espaçamento dos bicos na barra; 14. aferição da exatidão dos manômetros; 15. exposição de partes móveis; 16. velocidade do vento da turbina nos turbo-atomizadores; 17. presença de bicos novos e filtros para substituição.

Durante o “check list” foram utilizados uma bomba de calibração com manômetro padrão digital para aferição da exatidão dos manômetros, um tacômetro Minipa modelo MDT-2238A para aferição da rotação na tomada de força e uma fita métrica para conferir a distância entre os bicos.

Para calibração do pulverizador, inicialmente foram considerados os seguintes itens: 18. regulagem da pressão de trabalho; item 19. vazão das pontas de pulverização; 20. desgaste e entupimento das pontas; 21. erros na uniformidade de distribuição na barra e 22. troca dos componentes danificados. Mediu-se a vazão das pontas de pulverização, conforme Antuniassi & Gandolfo (2005), sugerindo-se em certos casos a substituição por pontas novas, assim como realização de nova medição de vazão após a troca dos componentes danificados. Foram utilizados uma mesa de distribuição para verificar a uniformidade da distribuição volumétrica da barra de pulverização,

papéis hidrossensíveis para demonstração do espectro de gotas finas, médias e grossas e um termo-higro-anemômetro para observar as condições climáticas para pulverização.

Para a determinação da uniformidade das vazões das pontas e, conseqüentemente, ajustar a taxa de aplicação, seguiu-se a metodologia citada por Dornelles *et al.* (2009), utilizando baldes para coleta da calda de pulverização e determinação do peso volumétrico, e em seguida, obtendo-se o volume de calda por área.

Aceitou-se uma variação máxima de 5% entre as vazões medidas nos bicos hidráulicos quando novos, recomendando-se a troca deste componente quando o valor fosse maior. Também foram avaliadas velocidade de trabalho e vazão na barra, para ser calculada a taxa de aplicação certa.

Durante o momento da calibração dos pulverizadores, quando a distribuição apresentou-se bem desuniforme, recomendou-se a troca imediata de todas as pontas. Em outros casos, quando 4 a 6 pontas apresentaram falhas, apenas as mesmas foram removidas ou substituídas. Considerou-se a distribuição homogênea do volume de pulverização, quando o valor do coeficiente de variação entre as vazões foi menor que 10%, conforme Biocca e Vannucci (2000). Ao final da calibração, a mesa de distribuição foi utilizada para confirmar a uniformidade de distribuição.

Ainda conforme Sichoeki (2013) foi considerado o fator mais influente para determinação da nota final do pulverizador e os resultados permitiram classificar os pulverizadores em ruim, regular, bom e muito bom (itens 23, 24, 25 e 26). Os dados obtidos foram utilizados para cálculo de percentual de erros encontrados nas inspeções, assim como demonstração gráfica das vazões obtidas durante a calibração de um dos pulverizadores.

Quanto ao treinamento de operadores e produtores, os mesmos foram convidados a assistir uma palestra com o tema: Boas práticas na aplicação de produtos fitossanitários. Essa exposição foi agendada antecipadamente e promovida pela equipe do presente trabalho. Foi utilizada uma cartilha didática disponibilizada de forma on line pela Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF, 2006). Também foi utilizado um projetor multi mídia e um notebook para

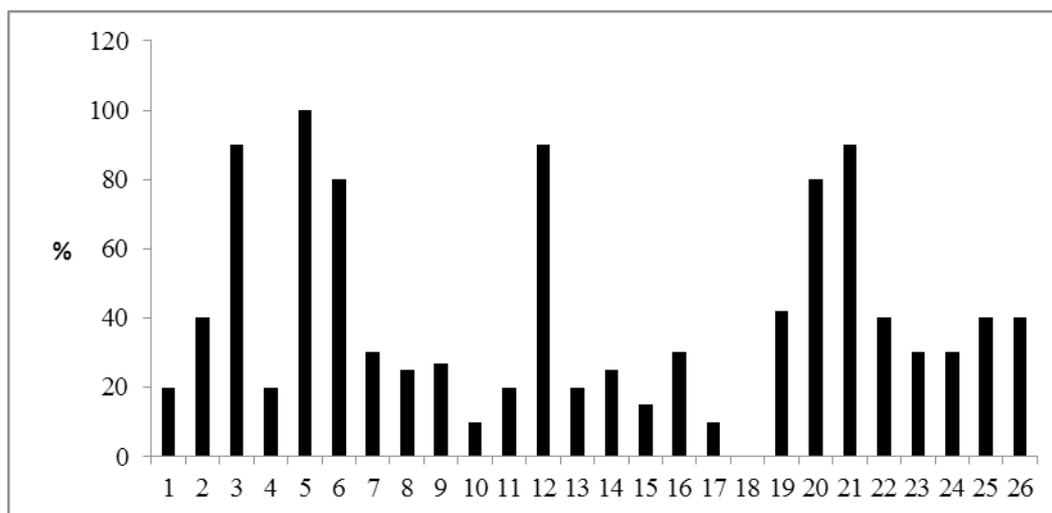
exibição da apresentação através do Programa Power Point (Microsoft). A apresentação teve duração de 90 minutos, abordando os seguintes aspectos: Segurança e saúde durante o manuseio de agrotóxicos; Vias de contaminação; Classificação toxicológica de produtos fitossanitários; Tipos e sintomas de intoxicação; O preparo da calda de pulverização; Inspeção periódica e calibração de pulverizadores; Condições climáticas durante as aplicações; Intervalo de segurança; Higiene após as aplicações; Primeiros socorros; Descarte de embalagens e Tríplex lavagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os pulverizadores foram encontrados componentes em mau funcionamento e que, certamente, contribuíam para possíveis irregularidades nas aplicações. Foi observado que todas as máquinas inspecionadas não recebiam calibrações periódicas (Quadro 1).

A maioria dos equipamentos utilizados pelos produtores apresentaram tempo médio de uso de 7 anos. Segundo Borges *et al.* (2007) o menor tempo de uso do pulverizador é um fator positivo para a garantia da qualidade da aplicação, assim como a frequência de calibração. Dornelles (2009), realizando um trabalho semelhante encontrou apenas 21,4% dos pulverizadores com idade até cinco anos, 25% entre cinco e 10 anos, 16,7% entre 10 e 15 anos e 36,9% com idade maior do que 15 anos. No presente estudo, os pulverizadores auto propélidos foram adquiridos mais recentemente, por isso, apresentaram menor tempo de uso e menores porcentagens de erros nas inspeções.

Em relação ao item 1 referente à segurança na aplicação, os operadores dos tratores não cabinados não utilizavam o equipamento de proteção individual (EPIs) e apenas 20 % dos operadores disseram possuir e usar o EPIs, mas nenhum relatou utilizar luvas para limpeza ou troca ou desentupimento de bicos durante as aplicações. Foi relatado por alguns operadores que dependendo do produto, era feito apenas o uso de máscaras. Nesse momento, aproveitou-se a ocasião para realizar explicações acerca da importância da proteção individual durante as aplicações, através da demonstração da vestimenta do EPI.

**Quadro 1.** Percentual de erros e outros problemas encontrados após as inspeções de pulverizadores na região do Triângulo Mineiro, MG.

1 - uso de EPIs pelos operadores; 2 – conhecimento sobre riscos de deriva; 3 - conhecimento sobre condições ambientais adequadas para aplicação; 4 - descarte apropriado de calda; 5 – respeito à velocidade de deslocamento durante a aplicação; 6 – importância da manutenção das máquinas; 7. conhecimento sobre tecnologia das pontas ; 8. erros no cálculo da taxa de aplicação; 9. erros na rotação nominal do motor; 10. vazamentos em depósitos e mangueiras; 11. presença e condição de filtros (do tanque, de seção, dos bicos); 12. composição completa de bicos (capa, corpo, filtro e ponta); 13. erros no espaçamento dos bicos na barra; 14. aferição da exatidão dos manômetros; 15. exposição de partes móveis; 16. erros na regulagem da turbina nos turbo-atomizadores; 17. presença de bicos novos e filtros para substituição; 18. regulagem da pressão de trabalho; 19. erros na vazão das pontas de pulverização; 20. desgaste e entupimento das pontas; 21. erros na calibração e uniformidade de distribuição na barra ; 22. necessidade de troca dos componentes danificados; 23 - máquinas com avaliação ruim; 24 - máquinas com avaliação regular; 25 - máquinas com avaliação bom; 26 - máquinas com avaliação muito bom.

Segundo Veiga et al. (2007), na agricultura brasileira, especialmente em pequenas comunidades rurais, é comum deparar-se com trabalhadores rurais sem os EPIs obrigatórios durante a manipulação e a aplicação de produtos fitossanitários. Uma das principais razões para isso reside no fato de que muitos dos EPIs utilizados na agricultura podem provocar desconforto térmico, tornando-os bastante incômodos para uso, podendo levar ao estresse térmico do trabalhador rural (COUTINHO *et al.*, 1994), fato também observado no presente trabalho.

Kalaki e Filho (2015) mencionam que as causas para intoxicação com produtos fitossanitários em sua grande maioria são por erros humanos, seja pelo desconhecimento dos riscos, falta de treinamento e/ou treinamento inadequado, o não uso de EPIs, uso inadequado de equipamentos de aplicação, entre outros. A maioria acredita que a principal via de contaminação é a respiratória, porém vários estudos comprovaram que a principal

via de absorção de produtos é a dérmica.

Quanto aos conhecimentos necessários para aplicação, a maioria disse ter algum tipo de treinamento, porém menos de 40% dos entrevistados conheciam sobre os riscos de deriva (item 2) e os procedimentos para calibração. 80% dos operadores sabiam da importância da manutenção das máquinas (item 6), porém, infelizmente, apenas 25% sabiam calcular a vazão adequada (item 8) e informar a taxa de aplicação que normalmente é sugerida.

Sobre as condições meteorológicas para aplicação, 90% dos operadores conheciam as condições adequadas para aplicação (item 3), porém disseram seguir as orientações do assistente técnico ou responsável, realizando frequentemente, as aplicações em horários inadequados, como nas horas mais quentes do dia e com baixa umidade relativa do ar. Vale destacar que as aplicações de fungicidas com o pulverizador hidropneumático para a cultura do tomate, eram feitas a cada 2 dias,

independentemente das condições meteorológicas, conforme relatou o operador. Nesse mesmo sentido, nenhuma das propriedades possuía equipamentos para medir temperatura, umidade e velocidade ou direção do vento. E apenas 20% dos operadores realizavam o descarte correto da calda restante no tanque (item 4).

O desrespeito às condições ambientais adequadas para aplicação de produtos fitossanitários é um problema grave na prática da pulverização, fato esse observado com alta frequência no presente estudo. A não observância das condições ideais para aplicação pode comprometer a segurança dessa prática, principalmente no uso de herbicidas sem uma ponta de pulverização adequada, aumentando muito o potencial de deriva de gotas finas. A Associação Nacional de Defesa Vegetal – ANDEV (2007) ressalva a segurança de operadores e menores riscos ao meio ambiente na aplicação segura de produtos fitossanitários, principalmente na observância das condições ambientais.

Acredita-se que a aquisição de simples equipamentos para se obter informações sobre as condições ambientais, como termo-higro-anemômetro, pode amenizar muito o potencial de risco de deriva e contaminação durante as aplicações. Para isso, seria necessária maior conscientização de produtores e de operadores.

Quanto à velocidade de aplicação (item 5), 100% dos operadores respeitavam o limite de até 15 km h<sup>-1</sup> para os auto propelidos e de 6 km h<sup>-1</sup> e 9 km h<sup>-1</sup> para os pulverizadores de arraste, Arbus e o Columbia, respectivamente.

Sobre o estado dos pulverizadores, todas as máquinas apresentaram algum componente relacionado à vazão com defeito. Primeiramente, o item 9 “rotação nominal do motor” apresentou problemas apenas nos pulverizadores de arrasto, já que os tratores utilizados não corresponderam a 540 rpm na TDP, provocando mal funcionamento da bomba hidráulica. Machado (2014) relata que os problemas causados pela rotação errada na bomba do pulverizador, podem ocasionar interferências na vida útil da bomba e, conseqüentemente, aumentar a desuniformidade da vazão durante as aplicações, fato observado durante as inspeções. Bettini (2010) afirma que a rotação adequada da TDP garante que a agitação seja eficiente, principalmente com os

pós-molháveis, que são de difícil homogeneização à calda.

Quanto aos outros componentes avaliados, 10 % dos pulverizadores apresentaram vazamentos no depósito ou nas mangueiras (item 10). Sobre os filtros da bomba, os mesmos estavam presentes, porém 20% deles apresentaram entupimentos ou fissuras (item 11). No caso dos pulverizadores de barra, os filtros de linha apresentaram alta frequência de entupimentos e fissuras, também sendo solicitada a substituição dos mesmos. Em estudo semelhante de inspeção de pulverizadores no Brasil, Siqueira (2009) obteve que o Estado do MS apresentou o maior percentual de pulverizadores com vazamentos (62,5%), seguido do PR em 2006 com 49,0%, MT com 35,3%, RS em 2007 com 25,0%, PR 2007 (22,2%) e por último RS 2006 com 18,5% dos pulverizadores com vazamentos. A maior ocorrência de vazamentos foi em antigotejadores, na carcaça dos filtros de linha e na conexão da capa com o corpo das pontas.

Os filtros dos bicos de pulverização também apresentaram entupimentos, reduzindo a vazão durante a medição, porém apresentaram menor frequência de erros em relação às pontas desgastadas. Quanto aos manômetros, nos pulverizadores hidropneumáticos não apresentaram-se funcionais, sendo os mesmos indicados para troca com urgência, mas nos auto propelidos apresentaram-se funcionais (item 14). Foi observado que o item 13 espaçamento entre os bicos apresentou-se uniforme em 80% das máquinas, sendo que 20% demonstraram alguma diferença de espaçamento na barra e também falta de alinhamento horizontal.

O item 15 referente à proteção de partes móveis apresentou-se problemático apenas nos tratores para tração e nos hidropneumáticos, com exposição do eixo cardã e também de polias. Semelhante à Sichocki *et al.* (2014), em 10% dos pulverizadores avaliados, polias ou ventiladores estavam expostos. Com relação à tomada de potência, 43,3% apresentaram este item desprotegido, o que agrava o risco de acidentes de trabalho durante as aplicações.

Quanto ao item 16 velocidade do vento dos pulverizadores hidropneumáticos, as duas máquinas apresentaram ventos da turbina de até 70 km h<sup>-1</sup> e foi relatada pelos operadores a falta

de calibração também da ventilação, já que os operadores disseram desconhecer a determinação da velocidade ou o ajuste das pás do ventilador. Todos esses erros demonstram a precariedade na manutenção dos pulverizadores agrícolas do nosso país e a falta de uma assistência técnica para auxiliar os produtores.

Quanto ao conhecimento do uso de pontas (item 7), 70% dos operadores souberam responder o motivo de usar pontas do tipo leque para herbicidas, porém 30% desconheciam o motivo de tal uso. Os mesmos 70% relataram esperar algum serviço da assistência técnica para aferição das pontas, quanto à presença de entupimentos ou calibração completa das máquinas. Porém, apenas 10% dos produtores tinham pontas e filtros novos para substituição (item 17). A escolha e o uso adequado de pontas de pulverização constituem passos importantes para a melhoria das condições de precisão e segurança na aplicação de agrotóxicos (WOMAC et al., 1997).

Durante a verificação do item 12, 90% dos pulverizadores apresentavam a composição completa dos bicos. Nos pulverizadores de barra foram encontradas pontas tipo leque para aplicação de herbicidas, a maioria com indução de ar, já que as máquinas estavam destinadas para a dessecação de plantas infestantes, que antecede o início da safra. Todas essas pontas apresentavam a mesma coloração e foram instaladas conjuntamente. Fato interessante observado nas máquinas inspecionadas é o aumento do uso de pontas com indução de ar, que podem reduzir o potencial de deriva durante as aplicações, devido às gotas produzidas apresentarem maior diâmetro volumétrico e não serem tão sujeitas à exoderiva.

Já em um dos pulverizadores hidropneumáticos foram encontradas pontas do tipo cone, sem indução de ar e com diferentes cores (isso indica diferença de vazão a uma mesma pressão), o que demonstrou a falta de inspeção rotineira em uma das máquinas e a falta de conhecimento do produtor para cálculo da taxa de aplicação necessária. Alvarenga & Cunha (2008) avaliaram 34 pulverizadores e constataram que 26,6% dos pulverizadores possuíam mais de um tipo de ponta na barra, demonstrando que esse erro ainda ocorre

e agrava os problemas relacionados aos cálculos de taxa de aplicação em turbo atomizadores.

Quanto ao item 18 regulagem da pressão de trabalho, 100% dos operadores não mudam a pressão de trabalho, apenas sob ordem dos responsáveis ou quando o serviço de assistência técnica está presente. Somado a isso, 80% das máquinas apresentaram valores fora do calculado (item 21), acima ou abaixo do recomendado. Kreuz et al. (2002) observaram que os pulverizadores hidropneumáticos aplicavam 12,6% acima da taxa de aplicação recomendada, onerando os custos e aumentando a contaminação do ambiente.

Vale destacar que a taxa de aplicação de um dos pulverizadores hidropneumáticos para o tomateiro apresentou 800 L ha<sup>-1</sup> e, inicialmente, o produtor relatou ser 500 L ha<sup>-1</sup>, e que inclusive calculava a dose dos defensivos baseando-se nessa taxa de aplicação. E para agravar ainda mais o quadro, o volume de calda verificado do arco direito do pulverizador hidropneumático apresentou-se inferior ao do arco esquerdo e, em um dos arcos, foi observado ausência da válvula antigotejo. Outro pulverizador auto propelido também apresentou volume de calda de 90 L ha<sup>-1</sup> no lado direito da barra e 150 L ha<sup>-1</sup> no lado esquerdo da barra.

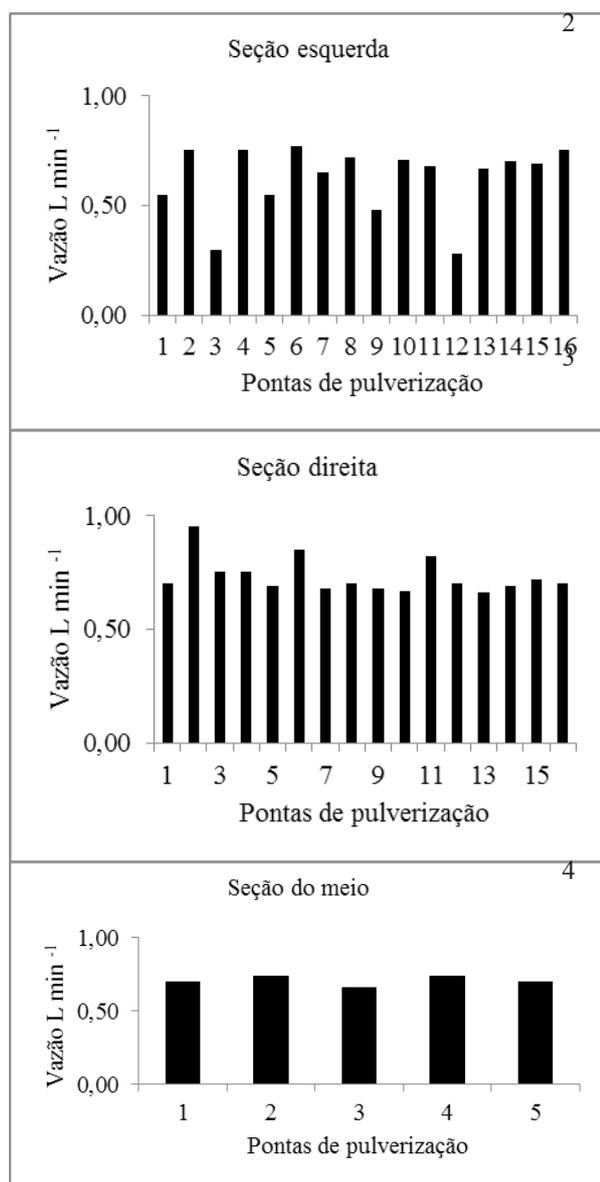
Sichocki et al. (2014) relataram que como a grande preocupação com gotejamento de produtos fitossanitários sobre outras culturas é maior com herbicidas, pouca atenção se dá a instalação e conservação de antigotejadores em pulverizadores hidropneumáticos, pois estes não são indicados para aplicação de herbicidas. Porém, o desperdício de calda após o desligamento do sistema hidráulico onera os custos de produção, além de lançar ao meio ambiente produto que não terá eficiência biológica.

A desuniformidade de distribuição da barra de pulverização foi o erro mais frequente e considerado com mais grave no presente trabalho (item 21). A primeira medição da vazão sem calibração dos pulverizadores demonstrou que a distribuição não era uniforme em 90% das máquinas, apresentando CV(%) maior que 25% na maioria dos casos. Isso se deve à presença de pontas com algum defeito, seja entupimento ou desgaste em pelo menos algumas das seções. Foi encontrados erros em mais

de 40% das pontas testadas (item 20).

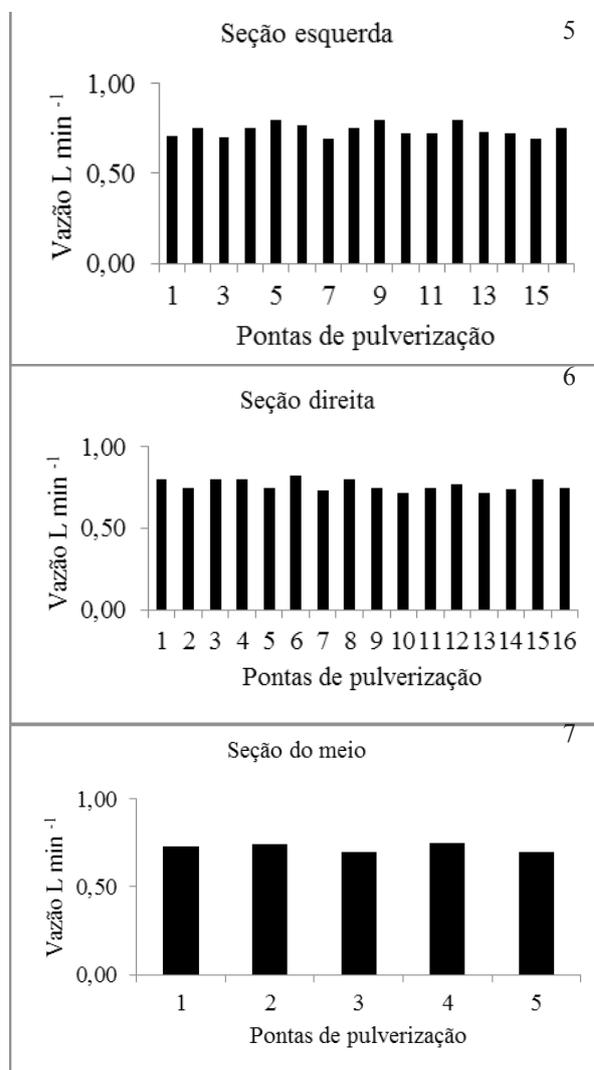
Destaca-se nos quadros de 2 a 7, os resultados dos erros encontrados no item 19, sobre a vazão das pontas na barra de pulverização antes e após a calibração, em um dos em pulverizadores de arrasto.

**Quadros 2, 3 e 4.** Resultados da distribuição das vazões no pulverizador de barra Jacto Columbia antes da calibração\*



\* Pulverizador composto de 37 pontas, vazão nominal = 0,75 L min<sup>-1</sup>, taxa de aplicação 100L ha<sup>-1</sup>, pressão de trabalho 5 bar, velocidade de trabalho 9 km h<sup>-1</sup>, tempo de uso do pulverizador 3 anos, especificação das pontas: 110 02, jato leque simples.

**Quadros 5, 6 e 7.** Resultados da distribuição das vazões no pulverizador de barra Jacto Columbia após a calibração\* e troca dos componentes danificados (item 22)



\* Pulverizador composto de 37 pontas, vazão nominal = 0,75 L min<sup>-1</sup>, taxa de aplicação 100L ha<sup>-1</sup>, pressão de trabalho 5 bar, velocidade de trabalho 9 km h<sup>-1</sup>, tempo de uso do pulverizador 3 anos, especificação das pontas: 110 02, jato leque simples.

Gandolfo et al. (2007) avaliaram erros na taxa de aplicação em 20 pulverizadores automotrizes, no Estado do MT. Ao compararem a taxa de aplicação aferida pelos responsáveis nos pulverizadores e a taxa de aplicação determinada pelos pesquisadores, os autores observaram que 50,0% dos pulverizadores apresentaram erros para

mais. Foi constatado que 95,0% das máquinas apresentavam algum problema, e somente um pulverizador tinha todas as pontas adequadas para uso e erros em taxa de aplicação inferior a 5,0% do pretendido.

Antuniassi e Gadanha Júnior (2000) citam ser desejável que os sistemas de aplicação com controle eletrônico apresentem variações menores do que 5% com relação à taxa de aplicação esperada. Neste sentido, vários fatores podem acarretar erros na taxa de aplicação: aferição da velocidade de trabalho, calibração do sensor de fluxo, constantes do computador, desgaste das pontas, pontas obstruídas e pontas inadequadas.

Alvarenga e Cunha (2008) também demonstraram que 93,3% dos pulverizadores apresentavam desuniformidade de distribuição na barra e também relataram que todo operador pode fazer um teste para analisar a vazão das pontas na propriedade, basta ter à disposição um vasilhame graduado. Os volumes coletados no mesmo período de tempo entre as pontas podem ser uma indicação do estado de conservação das pontas, auxiliando na tomada de decisão com relação ao momento de substituí-las.

Quanto à classificação dos pulverizadores avaliados, 20% das máquinas receberam avaliação “ruim”, 20% avaliação “regular”, 30% avaliação “bom” e 30% receberam avaliação “muito bom”. Assim como Sichoeki et al. (2014), o fator calibração interferiu de forma mais expressiva na nota final dos pulverizadores.

Como nossos resultados demonstraram, a inspeção e a calibração de pulverizadores foram positivas e é de extrema importância a continuidade das mesmas para que se tenha uma boa prática agrícola. É mais do que isso, a conscientização de outros produtores e operadores diante da manutenção e regulagem das máquinas se faz emergente para que se reduza a quantidade de erros encontrados por esse e outros estudos.

Em outro aspecto, a uniformidade do volume de aplicação é uma segurança a mais para que os produtos fitossanitários também sejam utilizados na quantidade certa, e reduza possivelmente os problemas que ainda persistem de contaminação e deriva no campo. Certamente, nas propriedades visitadas pelo presente trabalho, os produtores

despertaram interesse em continuar a manutenção e a regulagem de suas máquinas, já que isso contribui com a segurança nas aplicações e aperfeiçoa o gasto de energia e tempo na produção agrícola.

Siqueira (2009) concluiu em seus estudos que a análise da evolução do estado dos pulverizadores mostrou que os incentivos às práticas de inspeção resultaram em melhorias quantificáveis. Foi possível observar reduções nos índices de erros em vários dos fatores avaliados de um ano para outro. O mesmo autor também mencionou que apesar das inspeções periódicas terem iniciado no Brasil em 1998, observou-se que não houve melhoria na manutenção e também na calibração dos pulverizadores nos últimos 10 anos, pois os erros cometidos são praticamente os mesmos. Portanto, isto justifica maior necessidade de treinamentos e conscientização das pessoas envolvidas com a aplicação de agroquímicos.

A palestra exibida aos operadores e produtores foi de extrema importância para complementar o procedimento de inspeção dos pulverizadores. Os resultados deste treinamento também foram muito positivos para a equipe do projeto, devido à quantidade de esclarecimentos feitos durante a exposição. O público alvo apresentou diversas dúvidas sobre o assunto, e também deram um “feed back” positivo acerca das explicações.

De forma semelhante, as imagens utilizadas contidas na cartilha da Andef facilitaram o entendimento do assunto e a compreensão de definições e outros fatores acerca das aplicações. E como já mencionado, diversos operadores e produtores são carentes de informações no que diz respeito à segurança e cuidados fundamentais nas aplicações de produtos fitossanitários no campo. Os operadores de pulverizadores são uma mão de obra que necessitam urgentemente de mais explicações devido à relevância da área em que atuam, assim como o impacto negativo de procedimentos não desejados no manuseio de agrotóxicos. Por fim, a equipe do projeto enfatizou aos operadores que mais treinamentos e exposições sejam promovidos pela assistência técnica de produtos agrícolas e também exigidos por produtores e operadores.

## CONCLUSÕES

- A inspeção periódica de pulverizadores e o treinamento de operadores para a aplicação de produtos fitossanitários ainda necessita de maior atenção e conscientização por parte dos produtores e assistência técnica.
- Na atual conjuntura que o Brasil representa como “celeiro do mundo”, a redução de problemas ligados à aplicação dos produtos fitossanitários pode garantir a produção de alimentos de forma mais segura e mais saudável, principalmente por reduzir o uso de produtos fitossanitários na agricultura.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos produtores que participaram do projeto e à Empresa SuperAgro Soluções em Aplicações, pelo suporte para execução deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, C.B.; CUNHA, J.P.A.R. Avaliação de pulverizadores de barra na região do triângulo mineiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008, Ribeirão Preto. **Artigos...** Ribeirão Preto: IAC, 2008. 1 CDROM.

ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. Comitê de boas práticas agrícolas 1990-2007. Disponível em: <http://www.undef.com.br/2008/bibli01.asp>. Acesso em: 20 jan. de 2016.

ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de Segurança e Saúde do Aplicador de Produtos Fitossanitários**. Campinas, São Paulo: Linea Creativa, 2006. 28p.

ANTUNIASSI, U.R.; GANDOLFO, M.A. Periodic inspection on crop sprayers: results according to age of sprayers. **Journal of Environmental Science and Health**, New York, v.40, n.1, p.195-200, 2005.

ANTUNIASSI, U.R.; GADANHA JÚNIOR, C.D. Aplicação localizada de produtos fitossanitários. **Agricultura de Precisão**. Viçosa, 2000. p.181-202.

BETTINI, P.C. Mira Calibrada, **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v.9, n.103, p.8-10, 2010.

BIOCCA, M.; VANNUCCI, D. Organization and criteria of inspection of sprayers in Italy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING, 2000 Coventry: Proceedings... Coventry: EurAgEng, 2000. v.2, p.217-218.

BORGES, C.L.C.; FERREIRA, L.U.; SILVA, M.A.O.; SILVA, M.S.; SANTOS, A.F.; QUEIROZ, A.S.; BETTINI, P.C.; MIRANDA, J.E.; SENHORELO, W.L.P. Levantamento das condições dos pulverizadores utilizados em lavouras de algodão no estado de Goiás – 1º ano. **Anais...** In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, Uberlândia, 2007.

BUENO, M.R.; CUNHA, J.P.A.R.; ROMAN, R.A.A. Tamanho de gotas de pontas de pulverização em diferentes condições operacionais por meio da técnica de difração do raio laser. **Engenharia agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.5, p.976-985, 2013.

COUTINHO, J.A.G.; FREITAS, E.A.V.; CAVALCANTI, M.A.S.; FERRY, R.V.; LINS, L.G.C.; SANTOS, J.A. Uso de agrotóxicos no município de Pati do Alferes: um estudo de caso. **Caderno de Geociências**, Salavador, BA, v.10, s.n., p.23-31, 1994.

CUNHA, J.P.A.R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1616-1621, 2008.

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

DURIGAN, J.C. Comportamento de herbicidas

no ambiente. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1989, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBS/ABRACAV/SIF, 1989.

GANDOLFO, M.A. et al. Avaliação de erros na taxa de aplicação e na vazão das pontas em pulverizadores agrícolas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA RURAL, 1, 2007, Bandeirantes. **Anais...** Bandeirantes: UENP, FALM, 2007. p.1-5.

KALAKI, R.B.; FILHO, L.F.P.N. Segurança na Aplicação de Produtos Fitossanitários. Disponível em [http://markestrat.org/upload/f55f2f1b5d6e099eb7d99f7509065817-pub\\_20120319145406segurancanaaplicacaodeprodutosfitossanitarios.pdf](http://markestrat.org/upload/f55f2f1b5d6e099eb7d99f7509065817-pub_20120319145406segurancanaaplicacaodeprodutosfitossanitarios.pdf). Acesso novembro de 2015.

KREUZ, C.L.; PROTAS, J.F.S.; FREIRE, J.M. Análise comparativa do custo anual de produção de maçã nos sistemas “Integrado” e “Convencional”. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.15, n.2, p.44-46, 2002.

LUNKES, J.A. Efeito de subdoses de glyphosate e oxyfluorfen simulando deriva sobre a cultura do feijoeiro. 1996. 138f. **Tese (Doutorado em Agronomia)** – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

MACHADO, T.M. Inspeção periódica de pulverizadores de barras na região de Guarapuava, PR. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.19, 67p., 2014.

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

SICHOCKI, D. Metodologia de inspeção de pulverizadores hidráulicos e hidropneumáticos na região do Alto Paranaíba, MG. 2013. 67f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2013.

SICHOCKI, D.; RUAS, R.A.A.; DEZORDI, L.R.; FILHO, A.C.; GOOD, P.I.V. Inspeção de pulverizadores hidropneumáticos na região do Alto Paranaíba-MG. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v.22, n.5, p.466-476, 2014.

SILVEIRA, J.C.M.; FILHO, A.G.; PEREIRA, J.O.; SILVA, S.L.; MODOLO, A.J. Avaliação qualitativa de pulverizadores da região de Cascavel, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.4, p.569-573, 2006.

SIQUEIRA, J.L. Inspeção periódica de pulverizadores: análise dos erros de calibração e impacto econômico. 2009. 132p. **Tese (Doutorado em agronomia)** – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.

TSAI, M.; ELGETHUN, K.; RAMAPRASAD, J.; YOST, M.G.; FELSOT, A.S.; HEBERT, V.R.; FENSKE, R.A. The Washington aerial spray drift study: modeling pesticide spray drift deposition from an aerial application. **Atmospheric Environment**, Oxford, v.39, s/n., p.6194-6203, 2005.

VEIGA, M.M.; MOURA, F.J.C.; MEIRELLES, L.A.; GARRIGOU, A.; BALDI, I. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v.32, n.116, p.57-68, 2007.

WOMAC, A.R.; GOODWIN, J.C.; HART, W.E. **Comprehensive evaluation of droplet spectra from drift reduction nozzles**. Saint Joseph: ASAE, 1997, 47p.