



## **INFLUÊNCIA DO DESGASTE DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NA APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS**

Valeria S Izabralde<sup>1</sup>, Cassila Luiza V Graauw<sup>2</sup>, Sálvio Napoleão Soares Arcoverde<sup>3</sup>, Jackeline Matos

Do Nascimento<sup>4</sup>, Mateus Luiz Secretti<sup>5</sup>

E-mail: [izabralde01@gmail.com](mailto:izabralde01@gmail.com); E-mail: [cassilagraauw@hotmail.com](mailto:cassilagraauw@hotmail.com); E-mail:

[salvionapoleao@gmail.com](mailto:salvionapoleao@gmail.com); E-mail: [jackeline\\_ms@yahoo.com.br](mailto:jackeline_ms@yahoo.com.br); E-mail:

[mateus.secretti@unigran.br](mailto:mateus.secretti@unigran.br)

Centro Universitário da Grande Dourados

**RESUMO** - As pontas de pulverização são componentes essenciais nos equipamentos de pulverização utilizados na agricultura, sendo responsáveis pela distribuição e cobertura uniforme dos defensivos na cultura, e a seleção das pontas de pulverização está diretamente ligada ao alvo/produto. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de pontas de pulverização, novas e desgastadas, a uniformidade de distribuição e taxa de cobertura. Para isso, foram realizados testes de campo utilizando diferentes pontas novas e desgastadas. Os resultados obtidos indicam que o tipo de ponta de pulverização aliado ao desgaste influenciou os parâmetros de uniformidade e cobertura na aplicação, tendo maiores valores de Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV), D0.9 (diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor), D0.1 (diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor) e porcentagem de cobertura quando se utilizou a ponta BD 11004 usado, em relação às demais pontas testadas e a BD 11004 nova, o que acarretou em menor risco de deriva para aquela ponta. O Diâmetro Mediano Numérico (DMN) também foi um parâmetro influenciado pelo tipo de ponta e uso, tendo apresentado maiores valores quando se utilizou a ponta ADIA 04 usada, em relação à demais pontas e a ADIA 04 nova. Na média das pontas de pulverização, houve aumento nos parâmetros, DMV, D0.9, D0.1 quando se utilizou pontas usadas, mas sem influenciar a porcentagem de cobertura. A ponta BD 11004 desgastada apresentou melhor qualidade na aplicação com o aumento no tamanho de gotas, implicando em menor potencial de risco de deriva e maior porcentagem de cobertura do alvo. As pontas de pulverização desgastadas apresentam, em média, maior tamanho de gotas, porém sem influenciar o potencial de risco de deriva e a porcentagem de cobertura.

**Palavras-chave:** Cobertura. Uniformidade. Tecnologia de aplicação.

**ABSTRACT** - Spray nozzles are essential components in spraying equipment used in agriculture, responsible for the uniform distribution and coverage of pesticides on crops. The selection of spray nozzles is directly related to the target/product. This study aimed to evaluate



the influence of new and worn spray nozzles on distribution uniformity and coverage rate. For this purpose, field tests were conducted using different new and worn nozzles. The results indicated that the type of spray nozzle, combined with wear, influenced the parameters of uniformity and application coverage, with higher values of Volume Median Diameter (VMD), D0.9 (droplet diameter such that 90% of the sprayed liquid volume consists of droplets smaller than this value), D0.1 (droplet diameter such that 10% of the sprayed liquid volume consists of droplets smaller than this value), and percentage of coverage when using the worn BD 11004 nozzle compared to the other tested nozzles and the new BD 11004 nozzle, resulting in a lower risk of drift for that nozzle. The Numerical Median Diameter (NMD) was also a parameter influenced by the type of nozzle and its use, presenting higher values when using the worn ADIA 04 nozzle compared to the other nozzles and the new ADIA 04 nozzle. On average, there was an increase in the VMD, D0.9, and D0.1 parameters when using worn nozzles, but without influencing the percentage of coverage. The worn BD 11004 nozzle showed better application quality with increased droplet size, implying a lower potential risk of drift and higher target coverage percentage. Worn spray nozzles generally produce larger droplets, without influencing the potential risk of drift and coverage percentage.

**Keywords:** Coverage. Uniformity. Application Technology.

## INTRODUÇÃO

O crescimento da produtividade agrícola é um dos fatores que asseguram a competitividade do setor. Diversas tecnologias são utilizadas com o objetivo de garantir a produção da planta, como o uso de defensivos agrícolas para controlar problemas fitossanitários, logo, estudos relacionados à qualidade da aplicação são fundamentais, uma vez que há diversos tipos de produtos e formulações disponíveis no mercado (CAIXETA et al., 2019).

As pontas são as principais responsáveis pela qualidade da aplicação, contudo, as pontas danificadas tendem a aumentar a vazão da calda, prejudicando a uniformidade da aplicação, e aumentando a vazão original da ponta (PEIXOTO; CUNHA; CAIXETA, 2020).

A qualidade de uma aplicação de defensivos pode ser analisada por meio da deposição de gotas no alvo e eficácia do controle desejado. Porém, diversos fatores podem interferir nesse processo e o tamanho das gotas utilizadas é de fundamental importância para garantir a eficiência, ou para causar o fracasso da aplicação. De modo que as gotas pequenas, gera uma maior cobertura superficial e melhor uniformidade de distribuição da calda, entretanto elas podem evaporar em altas temperaturas e baixa umidade relativa, ou serem levadas pela corrente de ar, todavia se tratando de gotas grandes estas podem escorrer da superfície da folha, antes mesmo do produto ser absorvido pelo alvo (BAESSO et al., 2014).

Outros fatores que determinam a qualidade da aplicação, são a manutenção preventiva do equipamento, a regulagem e a operação. As pontas de pulverizações são responsáveis pela



definição de fatores importantes na pulverização, como vazão, o diâmetro das gotas por centímetro quadrado, a uniformidade da distribuição da calda composta por defensivos e pela redução do potencial de deriva (CUNHA; PERES, 2010).

A aplicação de produtos fitossanitários na agricultura deve ser feita da melhor maneira possível para que fatores como a contaminação ambiental sejam controlados de maneira mais eficiente, e também para que o lucro do produtor não seja perdido. Para que isso seja feito deve-se fazer a correta calibração, adequação e inspeção do equipamento (SIQUEIRA; ANTUNIASSI, 2011).

Dentre as máquinas desenvolvidas para uso agrícola, os pulverizadores são de ampla utilização para a aplicação de produtos fitossanitários, uma vez que possibilitam a distribuição rápida de produtos, tais como herbicidas, fungicidas, inseticidas, reguladores de crescimento e acaricidas, além de outras aplicações (ANTUNIASSI; GANDOLFO, 2001).

Os bicos de pulverização sofrem desgaste naturais ao longo da sua vida útil. Porém, caso esse desgaste não seja solucionado com a troca dos bicos gastos, é sabido que a pulverização gerará prejuízos financeiros e ambientais causados pelo desperdício de produtos que passam por elas (CUNHA; PERES, 2010).

O desgaste das pontas de pulverização, ocasionado pela utilização demasiada das mesmas, acarreta numa aplicação completamente desuniforme, fazendo com que a aplicação se torne ineficiente. E por mais que os outros fatores estejam adequados, pontas danificadas tendem a aumentar a vazão da calda, e isso prejudica a uniformidade da aplicação. A utilização de defensivos implica em seus posicionamentos ambientais e em quantidades e formas corretas. O conhecimento da tecnologia de aplicação de defensivos é fundamental não somente para redução dos custos com perdas e aumento da sua eficiência, mas também da contaminação dos manipuladores e do ambiente (BUENO et al., 2013).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de pontas de pulverização hidráulica, novas e desgastadas, na qualidade da aplicação de defensivos agrícola.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Local da pesquisa**

O trabalho foi conduzido no Cantão do bosque do Centro Universitário da Grande Dourados, situado na cidade de Dourados, estado do Mato Grosso do Sul, região com latitude: 22°13'16'' S, longitude: 54°48'20'' W, apresentando o subtipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos) conforme a classificação de Köppen-Geiger. A temperatura média é de 22,9°, a umidade média de 71% (FIETZ et al, 2017).

### **Procedimentos metodológicos**



O ensaio foi conduzido no delineamento de faixas, em esquema fatorial 4 x 2 com a combinação de quatro pontas de pulverização e dois estados de conservação (nova e usado), com quatro repetições. Durante as aplicações o trator percorreu 50 metros na velocidade de 10 km/h, utilizou-se apenas água sem adição de outras substâncias.

Foram utilizados quatro modelos pontas Magnojet e Jacto, em dois estados de conservação: com e sem desgaste. Essas pontas possuem jato de pulverização plano e leque e podem trabalhar em pressões de um a sete bar, produzindo gotas maiores que 662 um quando utilizadas em pressões de um a quatro BAR, e de 428 a 622 m quando utilizadas em pressões de cinco a sete BAR. Utilizou-se a pressão 3,0 bar para todas as pontas utilizadas.

As pontas avaliadas foram o modelo PDA 8002, com leque duplo, fabricada em cerâmica. Modelo AD-04-D, com jato plano, fabricada em cerâmica. Modelo 11004-BD, com jato leque, fabricada em cerâmica. E uma da Jacto, modelo JSF-110 02, com jato leque plano, fabricada em plástico de alta resistência, todos os modelos estão em dois estados de conservação: novos e com desgaste em função das horas de uso (50 horas). Alguns fatores influenciam nesse tempo, tais como manutenção/limpeza, formulação do produto químico, a qualidade da água e pressão de trabalho. Todos esses fatores podem estar associados ao processo de abrasão e danificar as pontas.

Foram testadas no pulverizador modelo Jacto com tanque com 400 litros, barra de pulverização com 10 metros de comprimento, espaçamento entre pontas 50 cm e 20 pontas de pulverização. O trator utilizado para conduzir o experimento foi o modelo *Massey Ferguson* MF 275, de tamanho médio, com eixo alto e tração traseira 4x2 e motor com potência de 75 cv.

Foram utilizados papéis hidrossensíveis para avaliar a distribuição de pulverização, os papéis foram colocados sobre uma folha de papel a fim de evitar que a umidade do solo interferisse nos resultados, em seguida os papéis foram coletados e armazenados para posterior avaliação com auxílio do Dropscope. Com a leitura dos papéis, foram obtidos os seguintes parâmetros: Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV), Diâmetro Mediano Numérico (DMN), Porcentagem de cobertura ou área coberta – AC (%), D0.9, D0.1, Amplitude relativa (AR), Potencial de risco de deriva (PRD) e coeficiente de variação (CV).

### **Análise dos dados**

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk; em seguida, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% da probabilidade, com o auxílio do software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).



## RESULTADOS

Observou-se pelo resultado da análise da variância que os efeitos avaliados para a interação ponta (P) versus (E) foram significativos para todas as variáveis avaliadas nesse estudo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância dos dados de Potencial de risco de deriva (PRD), Diâmetro Mediano Numérico (DMN), Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV), Área coberta (AC), D0,9 (Diâmetro de Gota que acumular 90% do volume aplicado), D,01 (Diâmetro de Gota que acumular 10% do volume aplicado), Amplitude relativa (AR), e coeficiente de variação (CV)

| FV          | GL | Quadrados médios |          |            |             |           |         |       |          |
|-------------|----|------------------|----------|------------|-------------|-----------|---------|-------|----------|
|             |    | PRD              | DMN      | DMV        | D0,9        | D0,1      | AC      | AR    | CV       |
| Ponta (P)   | 3  | 6,3**            | 4889,8** | 236178,0** | 2036984,7** | 24583,8** | 516,4** | 0,7** | 1133,2** |
| Estado (E)  | 1  | 0,3              | 325,9    | 200894,0** | 2154145,8** | 14775,2** | 55,7    | 0,7   | 329,9**  |
| P x E       | 3  | 2,6**            | 1318,4*  | 188843,5** | 2125931,8** | 13216,5** | 215,0** | 1,2** | 416,7**  |
| Tratamentos | 7  | 3,8**            | 2707,2** | 210851,3** | 2091842,2** | 18310,9** | 321,4** | 0,9** | 711,4**  |
| Resíduo     | 21 | 0,4              | 291,4    | 9179,0     | 81103,0     | 214,6     | 16,4    | 0,2   | 25,5     |

\* e \*\*  $p \leq (5 \text{ e } 1\%)$ . GL: graus de liberdade. FV: fonte de variação.

Observou-se maiores valores de DMV, D0.9, D0.1 e porcentagem de cobertura quando se utilizou a ponta BD 11004 usado, em relação às demais pontas testadas e a BD 11004 nova (Tabela 2).

**Tabela 2.** Avaliação de Potencial risco de deriva de quatro pontas de pulverização com e sem desgaste

|       | Tipo de ponta  |                 |                |                | Média         |
|-------|----------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|
|       | BD 110 04      | PDA 8002        | JUF 100 02     | ADIA 04        |               |
| Novo  | 1,98 ± 0,63 Aa | 1,28 ± 0,63 ABb | 2,35 ± 0,63 Aa | 0,44 ± 0,63 Ba | 1,51 ± 0,63 a |
| Usado | 0,31 ± 0,63 Bb | 2,33 ± 0,63 Aa  | 2,46 ± 0,63 Aa | 0,24 ± 0,63 Ba | 1,34 ± 0,63 a |
| Média | 1,15 ± 0,63 BC | 1,80 ± 0,63 AB  | 2,40 ± 0,63 A  | 0,34 ± 0,63 C  |               |

Letras maiúsculas comparadas as médias dentro de tipos de pontas; Letras minúsculas comparam as médias entre estados das pontas (novo e usado). Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O DMN também foi um parâmetro influenciado pelo tipo de ponta e uso, tendo apresentado maiores valores quando se utilizou a ponta ADIA 04 usada, em relação às demais pontas e à ADIA 04 nova (Tabela 3). Resultado semelhante verificado para a mesma ponta ao analisar o DMV (Tabela 4).

**Tabela 3.** Avaliação do DMN (Diâmetro Mediano Numérico) em quatro pontas de pulverização com e sem desgaste

|  | Tipo de ponta |          |            |         | Média |
|--|---------------|----------|------------|---------|-------|
|  | BD 110 04     | PDA 8002 | JSF 110 02 | ADIA 04 |       |
|  |               |          |            |         |       |



|       |                 |                 |                 |                 |                |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Novo  | 117,9 ± 17,1 Ba | 147,2 ± 17,1 Ba | 121,9 ± 17,1 Ba | 156,7 ± 17,1 Ab | 135,9 ± 17,1 a |
| Usado | 127,8 ± 17,1 Ba | 121,9 ± 17,1 Bb | 125,6 ± 17,1 Ba | 194,0 ± 17,1 Aa | 142,3 ± 17,1 a |
| Média | 122,8 ± 17,1 B  | 134,6 ± 17,1 B  | 123,8 ± 17,1 B  | 175,4 ± 17,1 A  |                |

Letras maiúsculas comparadas as médias dentro de tipos de pontas; Letras minúsculas comparam as médias entre estados das pontas (novo e usado). Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Avaliação do DMV (Diâmetro Volumétrico Mediano) em quatro pontas de pulverização com sem desgaste

|       | Tipo de ponta   |                 |                 |                 | Média          |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|       | BD 110 04       | PDA 8002        | JSF 110 02      | ADIA 04         |                |
| Novo  | 313,1 ± 95,8Ab  | 286,2 ± 95,8 Aa | 267,1 ± 95,8 Aa | 453,2 ± 95,8 Aa | 329,9 ± 95,8 b |
| Usado | 930,6 ± 95,8 Aa | 263,5 ± 95,8 Ca | 261,9 ± 95,8 Ca | 497,5 ± 95,8 Ba | 488,4 ± 95,8 a |
| Média | 621,8 ± 95,8 A  | 274,9 ± 95,8 C  | 264,5 ± 95,8 C  | 475,2 ± 95,8 B  |                |

Letras maiúsculas comparadas as médias dentro de tipos de pontas; Letras minúsculas comparam as médias entre estados das pontas (novo e usado). Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Houve um aumento significativo nas médias de D0,9 quando se utilizou pontas usadas, conforme apresentados na Tabela 5. O DV09 representa o diâmetro de gota que acumular 90% do volume aplicado (DRESCHER, 2015).

**Tabela 5.** D0,9 (Diâmetro de Gota que acumular 90% do volume aplicado) em quatro pontas de pulverização com e sem desgaste

|       | Tipo de ponta   |                |                |                | Média         |
|-------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
|       | BD 110 04       | PDA 8002       | JSF 110 02     | ADIA 04        |               |
| Novo  | 519,8±284,8 Ab  | 438,7±284,8 Aa | 560,6±284,8 Aa | 760,9±284,8 Aa | 570,0±284,8b  |
| Usado | 2573,7±284,8 Aa | 515,0±284,8 Ba | 391,6±284,8 Ba | 875,2±284,8 Ba | 1088,0±284,8a |
| Média | 1546,8±284,8 A  | 476,9±284,8 B  | 476,1±284,8 B  | 818,0±284,8 B  |               |

Letras maiúsculas comparadas as médias dentro de tipos de pontas; Letras minúsculas comparam as médias entre estados das pontas (novo e usado). Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na avaliação do D0,1 também houve diferença na média final das pontas usadas quando comparadas às novas (Tabela 6). Os valores de DV01 caracterizam o diâmetro do qual 10% do volume aplicado foi pulverizado com gotas menores ou igual ao valor obtido (SCHABATOSKI, 2019).

**Tabela 6.** D,01 (Diâmetro de Gota que acumular 10% do volume aplicado) em quatro pontas de pulverização com e sem desgaste.

|       | Tipo de ponta |               |               |               | Média        |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
|       | BD 110 04     | PDA 8002      | JSF 110 02    | ADIA 04       |              |
| Novo  | 164,2±14,6 Bb | 164,4±14,6 Ba | 145,4±14,6 Ba | 232,1±14,6 Ab | 176,5±14,6 b |
| Usado | 325,3±14,6 Aa | 145,3±14,6 Ca | 145,3±14,6 Ca | 261,9±14,6 Ba | 219,5±14,6 a |
| Média | 244,7±14,6 A  | 154,8±14,6 B  | 145,3±14,6 B  | 247,0±14,6 A  |              |



Letras maiúsculas comparadas as médias dentro de tipos de pontas; Letras minúsculas comparam as médias entre estados das pontas (novo e usado). Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na avaliação de porcentagem da área coberta, ou seja, a cobertura do alvo desejado compreende-se que as pontas de pulverização, tanto novas quanto usadas, não tiveram diferença significativa quando comparadas as médias finais de todos os modelos utilizados (Tabela 7). Ou seja, os demais resultados não influenciaram a porcentagem da área de cobertura.

**Tabela 7.** Área coberta (%) em quatro pontas de pulverização com e sem desgaste

|       | Tipo de ponta |               |               |               | Média        |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
|       | BD 110 04     | PDA 8002      | JSF 110 02    | ADIA 04       |              |
| Novo  | 28,03±14,6 Ab | 22,30±14,6 Aa | 21,60±14,6 Aa | 22,43±14,6 Aa | 23,59±14,6 a |
| Usado | 44,64±14,6 Aa | 17,80±14,6 Ca | 15,68±14,6 Ca | 26,80±14,6 Ba | 26,23±14,6 a |
| Média | 36,34±14,6 A  | 20,10±14,6 BC | 18,64±14,6 C  | 24,61±14,6 B  |              |

Letras maiúsculas comparadas as médias dentro de tipos de pontas; Letras minúsculas comparam as médias entre estados das pontas (novo e usado). Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na avaliação de amplitude relativa (Tabela 8), verificou-se que as médias não diferiram quando comparadas as pontas novas com as usadas.

**Tabela 8.** Avaliação da Amplitude Relativa em quatro pontas de pulverização com e sem desgaste

|       | Tipo de ponta |              |              |              | Média       |
|-------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
|       | BD 110 04     | PDA 8002     | JUF 100 02   | ADIA 04      |             |
| Novo  | 1,13±0,44 Ab  | 0,96±0,44 Aa | 1,50±0,44 Aa | 1,17±0,44 Aa | 1,19±0,44 a |
| Usado | 2,40 ±0,44 Aa | 1,34±0,44 Ba | 0,94±0,44 Ba | 1,22±0,44 Aa | 1,48±0,44 a |
| Média | 1,77±0,44 A   | 1,15±0,44 A  | 1,22±0,44 A  | 1,20±0,44 A  |             |

Letras maiúsculas comparadas as médias dentro de tipos de pontas; Letras minúsculas comparam as médias entre estados das pontas (novo e usado). Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o coeficiente de variação – CV (Tabela 9) as pontas novas se sobressaíram a usadas em 10,6%, garantindo uma maior uniformidade de aplicação.

**Tabela 9.** Avaliação do Coeficiente de Variação em porcentagem (%) em quatro pontas de pulverização com e sem desgaste

|       | Tipo de ponta |             |              |             | Média      |
|-------|---------------|-------------|--------------|-------------|------------|
|       | BD 110 04     | PDA 8002    | JUF 100 02   | ADIA 04     |            |
| Novo  | 65,6±7,9 ABb  | 54,0±7,9 Ca | 55,9±7,9 BCa | 68,2±7,9 Aa | 60,9±7,9 b |
| Usado | 93,6±7,9 Aa   | 55,1±7,9 Ca | 54,2±7,9 Ca  | 66,5±7,9 Ba | 67,4±7,9 a |
| Média | 79,6±7,9 A    | 54,5±7,9 C  | 55,±7,9 C    | 67,3±7,9 B  |            |

Letras maiúsculas comparam as médias dentro de tipos de pontas; Letras minúsculas comparam as médias entre estados das pontas (novo e usado). Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



## **DISCUSSÃO**

Como foram maiores valores de DMV, D0.9, D0.1 e porcentagem de cobertura quando para a ponta BD 11004 usado, possivelmente, isso acarretou em menor risco de deriva para esta ponta.

Gotas finas tendem a ter um potencial maior para que ocorra a deriva, então as pontas usadas se sobressaíram às novas por conta dos desgastes das mesmas e fez com que o orifício de saída se tornasse maior produzindo gotas grossas, são menos suscetíveis à deriva e têm uma trajetória mais definida por sua energia, apresentando assim, maior probabilidade de deposição em alvos mais expostos e localizados na horizontal (MATTHEWS, 2002). Desse modo, quando comparadas, foi possível verificar que as pontas desgastadas proporcionaram um menor risco de deriva por produzirem gotas mais grossas.

O diâmetro das gotas, bem como o seu peso, são os fatores que mais afetam a deriva, em uma determinada condição climática. Todo controle de deriva deve passar necessariamente pelo controle do diâmetro das gotas produzidas que possuem relação inversa com o potencial de deriva (DRESCHER, 2015).

O DMN é o diâmetro de gota que divide a massa de gotas em duas partes, sendo que 50% das gotas (em número) tem diâmetro maior que o DMN e 50% (em número) têm diâmetro menor que o DMN. Neste caso, de maneira análoga ao DMV, a tendência é que o DMN seja influenciado pelas gotas menores (grande número), induzindo a um baixo valor para o DMN (CHECHETTO; ANTUNIASSI, 2012).

Matthews (2002) afirma que a quantidade de gotas assume um papel de importante para questões de aplicação, uma vez que a maior ou menor quantidade de gotas está ligada a recomendação dos fabricantes dos defensivos.

Pontas de pulverização do modelo ADIA 04 possuem indução a ar, as pontas com indução de ar destacam-se das demais por produzirem gotas de tamanho elevado, com bolhas de ar em seu interior. O mecanismo existente nas pontas com indução de ar segue o princípio de funcionamento de um tubo de Venturi (BUTLER ELIIS et al., 2002).

As bolhas de ar no interior da gota interferem no transporte e padrão de deposição das gotas. Quando se trabalha com esta classe de pontas, a presença de bolhas de ar ajuda na diminuição da perda das gotas quando impactam com uma superfície (MATTEWS, 2002), ou seja, as bolhas de ar amortecem o impacto com a superfície diminuindo o efeito de rebote da mesma.

Segundo Schleier (2002), quanto menor o diâmetro de gotas pulverizadas em um mesmo volume de calda, conseqüentemente será a densidade de gotas, sendo assim, por conseqüência, aumenta a superfície de contato da calda no alvo e sua cobertura.

Na média das pontas de pulverização, houve aumento nos parâmetros, DMV, D0.9, D0.1 quando se utilizou pontas usadas, mas sem influenciar a porcentagem de cobertura. A avaliação do espectro de gotas na aplicação de defensivos agrícolas é importante, pois,





dependendo do alvo a ser controlado, exigirá gotas de maior ou menor diâmetro, no qual, o modelo da ponta irá interferir, à distância em relação ao alvo, a pressão de pulverização, o ângulo de pulverização da ponta e o tipo de produto na pulverização (CAMARA et al., 2008).

O DMV é o diâmetro de gota semelhante ao DMN, porém, com a diferença em relação ao tipo de divisão de gotas. O DMV é uma das maneiras de verificar o espectro de gotas, sendo o diâmetro que divide o volume das gotas pulverizadas em duas partes iguais, onde a soma dos volumes das gotas de diâmetro menor seja igual à soma do volume das gotas de diâmetro maior (ANTUNIASSI et al., 2008).

O tamanho da gota é uma característica crucial para o controle efetivo de pragas, doenças e plantas daninhas.

Visando reduzir o desperdício causado na aplicação, ajustar o tamanho de gota é um fator de grande importância no momento da pulverização, pois, quando utilizado gotas finas ( $<100\mu\text{m}$ ) é possível obter maior cobertura superficial do alvo e melhorar a uniformidade de distribuição da calda, porém essas gotas podem evaporar rapidamente e são facilmente levadas pelo vento, causando perda por deriva e evaporação dos produtos (BAESSO et al., 2014).

A cobertura da pulverização é considerada a área coberta por gotas da calda depositadas em um alvo, como folhas, insetos e o solo. A densidade, distribuição das gotas e porcentagem de cobertura em um alvo estão correlacionadas com a qualidade da pulverização (RAETANO, 2019).

Em relação a Amplitude Relativa, que não apresentou diferenças entre pontas novas e usadas, esta é um índice que parametriza a homogeneidade dos diâmetros de gotas pulverizadas. Quanto maior for esse valor, menor será a homogeneidade desse espectro de gotas, e vice-versa. (MUGELE; EVANS, 1951).

À medida que se deseja melhorar a qualidade da aplicação, exige-se um maior desempenho das pontas e uma maior homogeneidade do espectro de gotas. Uma aplicação de alta qualidade tem seu tamanho de gotas uniforme, conseqüentemente com o valor da amplitude relativa tendendo a zero (CUNHA; PERES, 2010).

A uniformidade de aplicação é expressa pelo "coeficiente de variação" obtido nesta análise. Quanto menor for o CV, mais uniforme será a distribuição do produto na área amostral. A cobertura homogênea pressupõe distribuição uniforme, caracterizada por baixos coeficientes de variação da distribuição volumétrica superficial, tanto no sentido longitudinal como no transversal (PERECIN et al., 1998).

Apesar dos dados obtidos através do coeficiente de variação ficou claro que as pontas com horas de uso se sobressaíram nos demais resultados, desta forma a ponta BD 11004 usada, teve maior tamanho de gotas, menor potencial de deriva e maior porcentagem de cobertura, apesar do maior coeficiente de variação e amplitude relativa. Os resultados não refletiram na porcentagem de cobertura, na média das pontas.



## CONCLUSÕES

Dentre as pontas de pulverização testadas, a ponta BD 11004 com horas de uso apresentou melhor qualidade na aplicação com o aumento no tamanho de gotas, implicando em menor potencial de risco de deriva e maior porcentagem de cobertura do alvo. As pontas de pulverização com horas de uso apresentam, em média, maior tamanho de gotas, porém sem influenciar o potencial de risco de deriva e a porcentagem de cobertura.

## CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram que o trabalho não possui conflito de interesses.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U. R. et al. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 174-175.

ANTUNIASSI, U. R.; GANDOLFO, M. A. **Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas**. 2001. 92 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2001.

BAESSO, M. M. et al. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, v.61, p-780–785, 2014.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 396p.

BUENO, M.R. et al. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com Glyphosate. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 705-713, 2013.

BUTLER ELLIS, M. C. et al. Design factors affecting spray characteristics and drift performance of air induction nozzles. **Biosystems Engineering**, London, v. 82, n. 3, p. 289-296, 2002.

CAIXETA, D. F. et al. Perfil de deposição e vazão de pontas de pulverização tti1003 sob diferentes níveis de desgaste. **Anais da Semana Agrônômica da Faculdade Evangélica de Goianésia**, v. 9, n. 1, 2019.

CAMARA, F.T. da. et al. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de bicos hidráulicos de jato plano de faixa expandida xr1003. **Revista Engenharia Agrícola**, v.28, n.4, p.740-749, 2008.

CHECHETTO, R. G.; ANTUNIASSI, U. R. Espectro de gotas gerado por diferentes adjuvantes e pontas de pulverização. **Revista Energia na Agricultura**, v. 27, n. 3, p. 130-142, 2012.



CUNHA, J.P.A.R.; PERES, T.C.M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.4, p. 597-602, 2010.

DRESCHER, M. **Manual de piloto agrícola**. São Paulo, SP: Bianch, 2015. 292 p.

FIETZ, C. R. et al. **O clima da região de Dourados, MS**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017. 31 p. (Série Documentos, 138).

MATTHEWS, G. A. **Pesticide Application Methods**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 2002. 432 p.

MUGELE, R.A.; EVANS, H.D. Droplet size distribution in sprays. Industrial and engineering chemistry, **Chemtech**, v.43, n.6, p.1317-1324. 1951.

PEIXOTO, R.L.O.; CUNHA, I.B.C.; CAIXETA, D.F. Controle químico de percevejos da soja no vale do são patrício. **Ipê Agronomic Journal**, v.04, n.03, p.1-8, 2020.

PERECIN, D.V.A. et al. Padrões de distribuição de líquidos obtidos com bicos TF-VS4, TJ60-11006 e TQ 15006 em mesa de prova. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.2, p.175-182, 1998.

RAETANO, C.G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOOLER, W. (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte, FEPAF, 2019. p. 373.

SCHABATOSKI, E. **Pulverização eletrostática na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) utilizando água como veículo**. 2019. 33 f. Monografia (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Rurais, Curitibanos.

SCHLEIER, J.J. Effects of spray nozzle type and carrier volume on droplet spectrum and deposition in soybeans. **Transactions of the ASABE**, v. 45, n. 6, p. 1903-1910, 2002.

SIQUEIRA, J.; ANTUNIASSI, U. R. Inspeção periódica de pulverizadores nas principais regiões de produção de soja no Brasil. **Revista Energia da Agricultura**, v. 26, n.4, p.92-100, 2011.