

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**INSPEÇÃO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO SOB DERIVA  
SIMULADA**

**Larissa Morais da Silva**

**ANÁPOLIS-GO  
2020**

**LARISSA MORAIS DA SILVA**

**INSPEÇÃO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO SOB DERIVA  
SIMULADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis- UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Mecanização Agrícola  
**Orientador:** Prof. Dr. Elson de Jesus Antunes Junior

**ANÁPOLIS-GO  
2020**

Silva, Larissa Morais

Inspeção de pontas de pulverização sob deriva simulada / Larissa Morais da Silva –Anápolis:  
Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

Número de páginas.30.

Orientador: Prof. Dr. Elson de Jesus Antunes Junior

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis –  
UniEVANGÉLICA, 2020.

1. tecnologia de aplicação. 2.Pontas antideriva 3. Aplicação I. Larissa Morais da Silva. II.  
Inspeção de pontas de pulverização sob deriva simulada.

CDU 504

**LARISSA MORAIS DA SILVA**

**INSPEÇÃO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO SOB DERIVA SIMULADA**

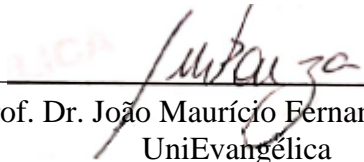
Monografia apresentada ao Centro  
Universitário de Anápolis –  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.  
**Área de concentração:** Mecanização Agrícola

Aprovada em: 18 de junho de 2020

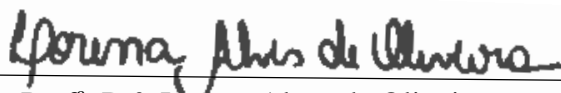
Banca examinadora



Prof. Dr. Elson de Jesus Antunes Junior  
UniEvangélica  
Presidente



Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza  
UniEvangélica



Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Lorena Alves de Oliveira  
UniEvangélica

Dedico esse trabalho a Deus, minha família, orientador, professores e amigos...

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus pelo dom da vida, e pelas oportunidades, por ter me dado saúde, energia e força para superar as dificuldades.

Minha família, principalmente a minha mãe Leila que sempre fez o possível e o impossível incentivando e apoiando para conseguir chegar onde cheguei, meu Pai Jairo, minha irmã Lais, meus avós, meus padrinhos que sempre deram força e apoio, tios, primos e a toda comunidade do Variado, por sempre ter acreditado no meu potencial.

Aos meus amigos da UniEvangélica, Ana Beatriz, Laura, Marlon, Juraci, Elias, João Victor Nobre, Gabriel pelas valiosas contribuições e bons momentos de convívio.

Meus amigos da minha cidade Andreia, Nayara, Tatiane, Jovana, Aline Beatriz, Andressa, Pablo, Lorrane, Luis Gustavo e sua família, pela convivência, apoio e amizade.

Ao motorista do ônibus Antônio Vanildo por sempre nos transportar com segurança todos os dias durante os 5 anos de faculdade e a todos colegas do ônibus.

Ao Helder da empresa Nortox por ter me emprestado o equipamento que simula deriva para a realização dos testes, Eduardo Veras e sua família juntamente com todos os funcionários, a empresa Alfa tecnologia rural e toda a equipe pelas oportunidades e por sempre me apoiarem e incentivarem.

Agradeço aos meus professores da UniEvangélica que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado em especial minhas professoras Cláudia, Klênia, Josana, Yanuzi e aos meus professores João Darós e João Mauricio por todos os ensinamentos.

Meu Orientador Elson, pela orientação, amizade, dedicação dispensada, ensinamentos e oportunidades.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte desta etapa decisiva em minha vida diretamente ou indiretamente, que contribuíram para minha formação.

Meus sinceros agradecimentos.

“Aquele que aprende e não coloca em pratica é como aquele que ara e não semeia”.

Saadi

v

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
2.1. AGRICULTURA E NECESSIDADE DA APLICAÇÃO .....	10
2.2. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL E DERIVA .....	11
2.3. PONTA ANTI DERIVA .....	12
<b>2.3.1 Ponta leque com indução de ar</b> .....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA</b> .....	25



## RESUMO

A deriva dos defensivos agrícolas é considerada um dos maiores problemas da agricultura tradicional, independentemente do método de aplicação. O presente trabalho teve como objetivo inspecionar pontas com tecnologia antideriva por meio de simulação de deriva. Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial triplo,  $2 \times 3 \times 8$ , sendo duas pontas de pulverização com indução de ar (leque simples e leque duplo), três velocidades de vento (4, 8 e  $12 \text{ km h}^{-1}$ ) e oito distâncias lineares do simulador (2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10 metros), com três repetições. Os resultados da análise de variância para as variáveis  $D_{v0,1}$  ( $\mu\text{m}$ ),  $D_{v0,5}$  ( $\mu\text{m}$ ),  $D_{v0,9}$  ( $\mu\text{m}$ ) e amplitude relativa (%) indicaram diferença significativa para algumas interações entre fatores, dentre as quais se destaca a velocidade do vento e distância linear do simulador. De acordo com as condições em que foi realizado este trabalho pode-se concluir que: Para maior eficiência de aplicação, que causa menor deriva os estudos nos mostraram que a ponta de leque duplo foi mais eficiente em relação a ponta de leque simples. Favorecendo que as gotículas mais facilmente cheguem ao alvo, sem ser dispersa ocorrendo deriva.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, Pontas antideriva, Aplicação.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial resulta na necessidade de um aumento na produtividade agrícola. Um dos fatores que ajudam a manter o potencial produtivo de uma cultura é o uso de defensivos que controlam pragas, doenças e ervas daninhas. Com isso, o agricultor tem exigido cada vez mais o uso correto e criterioso de defensivo, no entanto, o que é observado em campo é a falta de informações sobre a tecnologia da aplicação (COSTA, 2007).

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas forneceu suporte para aplicação aprimorada e desempenho aprimorado nos processos de pulverização. Para isso, geralmente utiliza máquinas agrícolas chamadas pulverizadores, equipamentos capazes de produzir gotas, devido a uma certa pressão exercida sobre o a calda, que consiste basicamente em um tanque, registro, filtros, bomba, controle, barras e pontas de pulverização. (CHRISTOFOLETTI, 1992).

Para Durigan (1989), o objetivo da tecnologia de aplicação é colocar a quantidade correta de ingrediente ativo no alvo desejado, da maneira eficiente e, econômica sem afetar o meio ambiente. A tecnologia de aplicação refere-se à qualidade com a qual o produto para proteção de culturas atinge o alvo desejado, relacionando o tipo de equipamento usado, a qualidade da água, o clima, as condições ambientais e o tipo de ponta (SILVA, 2004).

As pontas de pulverização são responsáveis pela formação de gotas e, portanto, determinantes no processo de pulverização e redução de deriva. As funções da ponta incluem a fragmentação do líquido em pequenas gotas, a distribuição das gotas em uma determinada área e o controle da produção de líquido por unidade de área (SIDAHMED, 1998). De acordo com Butler Ellis et al. (2002), as pontas de indução de ar tornaram-se a tecnologia mais comum de prevenção de deriva, pois formam gotas que contêm ar no interior e, portanto, aumentam de tamanho, pois gotas muito pequenas são mais suscetíveis à deriva.

A deriva é uma das principais razões para a perda de defensivo e, conseqüentemente, pode poluir o ambiente. Estima-se que aproximadamente 50% dos agrotóxicos sejam desperdiçados devido às más condições de aplicação (FRIEDRICH, 2004). De acordo com Velloso et al. (1984), Matuo (1990) e Christofoletti (1999), deriva é tudo aquilo que não atinge o alvo durante a aplicação. Miller (1993) define deriva como parte da pulverização agrícola que é carregada para fora da área-alvo, pela ação do vento. De maneira similar Ozkan (2001), conceitua deriva como o movimento de um produto no ar, durante ou depois da aplicação, para um local diferente do planejado. Miller (2004), acrescenta que o defensivo pode ser transportado da área alvo na forma de gotas ou vapor. A perda na forma de vapor pode ocorrer

durante ou após a aplicação e depende em grande parte da pressão do vapor e das características da formulação do produto.

Himel, (1969) considerou que a perda da pulverização devido à ação do vento nas gotas como "exo-deriva", enquanto o que é perdido no solo antes de ser retido pelas plantas ou insetos alvo foi chamado de "endo-deriva". A endo-deriva final surge principalmente do ricocheteio (pulo) e escorrimento das gotas grandes de volumes altos da calda.

Leite et al. (2013), avaliou os tipos de pontas de pulverização, buscamos apresentar suas características, indicações de quando são utilizadas, que apresentam menor risco de deriva, entre outras informações. Embora algumas pesquisas indiquem que tipo de ponta de pulverização oferece o menor risco de deriva e a aplicação mais eficiente de agroquímicos, não há como determinar qual tipo de ponta de pulverização é a mais eficiente, pois a escolha deve ser feita levando em consideração o tipo de produto aplicado e o objeto de aplicação.

Dada a importância das pulverizações, tanto na nutrição, como no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, torna-se muito importante utilizar melhor os recursos disponíveis para minimizar os problemas com a deriva e a contaminação do solo e água. Objetivou-se, com esse presente trabalho inspecionar pontas com tecnologia antideriva por meio de um simulador de deriva.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. AGRICULTURA E NECESSIDADE DA APLICAÇÃO**

A agricultura convencional no Brasil foi fortemente incentivada na década de 1970 e teve origem nos pacotes de tecnologia disponíveis, sinônimo de crescimento econômico e foi chamada de Revolução Verde. No campo econômico da época, parecia muito apropriado. Como consequência dos resultados da Revolução Verde, houve um aumento significativo na produção agrícola e pecuária nacional, com uma série de políticas e ações voltadas principalmente aos estabelecimentos de empregadores rurais, ou seja, o modelo agrícola praticado no período era direcionado aos grandes produtores, e contribuiu tanto para o aumento da produção nas áreas rurais quanto para a liberação de mão de obra e o crescimento das indústrias (FILLIPE; CONTERATO, 2009).

Portanto, os agricultores começaram a gastar em insumos agroquímicos para maximizar sua produção, mas, ao mesmo tempo, seus produtos valiam menos por sua grande oferta e competitividade de preços. Isso demonstra a alta demanda por tecnologia e insumos que esse modelo agrícola precisa para atender às suas necessidades, e o problema ambiental se torna irrelevante (GLIESSMAN, 2009).

Com o interesse dos agricultores em aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto e também devido ao êxodo rural resultante da revolução industrial, novas tecnologias para a aplicação de agroquímicos foram rapidamente desenvolvidas. Essas eram técnicas que favoreciam a monocultura, pois permitiam o cultivo de grandes áreas com menos trabalho. As práticas de monocultura em algumas regiões facilitaram o surgimento de pragas e doenças (CHAIM, 1999).

Portanto, é de fundamental importância conhecer, além do produto a ser aplicado, a técnica de aplicação a ser utilizada, que, na maioria dos casos, é menos importante. O objetivo da tecnologia de aplicação de agrotóxico é aplicar a quantidade correta de produto no alvo de forma eficiente e com perdas mínimas (LEITE et al., 2013).

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é um fator-chave para uma aplicação sem desperdícios para que o produto atinja o alvo. As aplicações geralmente produzem o efeito desejado, mas de maneira ineficiente, ao não usar a técnica ou o equipamento mais apropriado. O uso da técnica ou equipamento apropriado pode diminuir a quantidade de ingrediente ativo liberado no ambiente (CUNHA ET AL., 2004). Estima-se que cerca de 50% dos produtos fitossanitários sejam desperdiçados devido às más condições de aplicação

(FRIEDRICH, 2004). De acordo com o conceito moderno de tecnologia de aplicação de defensivos, uma boa aplicação é aquela que, quando realizada no momento certo, fornece cobertura suficiente do alvo e deposita a quantidade de defensivos necessária para eliminar ou mitigar um problema em particular, de modo seguro para evitar que ocorram danos (MATUO, 1998).

## 2.2. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL E DERIVA

A preocupação com a técnica de aplicação do defensivo geralmente é preterida em relação à escolha do insumo, ocasionando perdas ou ineficácia em sua aplicação (CUNHA; RUAS, 2006). Nesse sentido, o desenvolvimento de tecnologias de aplicação busca melhorar a qualidade da aplicação, reduzindo a poluição ambiental, deriva, volume de pulverização, com o objetivo de aplicar a dose planejada de acordo com o tipo de ponta de pulverização e pressão de trabalho (BAESSO et al., 2009; MAZIERO et al., 2009).

O custo do defensivo, trabalho e energia necessários para sua aplicação e a crescente preocupação com a poluição ambiental aumentaram a necessidade de uma tecnologia mais precisa para aplicar esses produtos químicos ao objetivo desejado, ou seja, reduzir a deriva. O uso das técnicas corretas de aplicação pode efetivamente reduzir o risco ou a quantidade de deriva produzida nas aplicações de agrotóxico. A seleção de pontas e adjuvantes adequados para pulverização pode ser uma medida eficiente, usando gotas maiores e alterações nas propriedades físicas e químicas da solução, reduzindo assim o desvio e, conseqüentemente, a ineficiência da aplicação e a contaminação ambiental (MOREIRA, 2009).

Os impactos ambientais causados pela aplicação de agroquímicos são diversos. A poluição do solo causa grandes variações nas populações de organismos não-alvo, especialmente aqueles que degradam a matéria orgânica e melhoram a fertilidade. Essas perdas são frequentemente responsáveis por desequilíbrios favoráveis ao surgimento de novas pragas e doenças. A água da chuva pode transportar o solo contaminado para rios, represas e lagos, colocando em risco não apenas as populações que vivem nesses sistemas, mas também as espécies que usam essa água para sobreviver, como animais e o próprio homem (CHAIM, 2012).

Existe uma preocupação crescente com o uso inadequado de agrotóxico nas áreas rurais. Eles desempenham um papel fundamental na produção agrícola, mas quando mal utilizados nas doses erradas, representam um grande risco ambiental (BARCELLOS ET al.,

1998). Outros estudos mostram que a poluição da água, que afeta organismos aquáticos, pode ocorrer devido à poluição causada por esses compostos. No entanto, o uso de defensivos contribuiu para a redução de custos, aumento da produção e qualidade dos produtos agrícolas. Mas, para que isso aconteça, elas devem ser aplicadas racionalmente dentro do contexto mais amplo da proteção integrada das plantas, evitando a contaminação do solo e da água, os danos à saúde humana e animal e o aparecimento de pragas, plantas e patógenos resistentes (CUNHA et al., 2003).

A poluição ambiental causada pelo uso de produtos fitossanitários causa preocupações sobre o uso indevido desses compostos. A crescente demanda da sociedade civil, legisladores e inspetores de processos produtivos com menor impacto ambiental leva à necessidade de avaliar o comportamento e o destino dessas substâncias utilizadas nos agroecossistemas (LUCHINI e ANDRÉA, 2000). A deriva é uma das principais formas de perda de produtos fitossanitários e, conseqüentemente, de contaminação ambiental.

A deriva de defensivos agrícolas continua sendo um dos maiores problemas da agricultura moderna (SUMNER e SUMNER, 1999). O desvio do caminho que impede que as gotas produzidas atinjam seu objetivo está principalmente relacionado ao tamanho das gotas e às condições ambientais. A escolha e o uso adequado das pontas de pulverização são etapas importantes para melhorar a precisão e a segurança da aplicação de defensivos agrícolas. (WOMAC et al., 1997).

Na literatura, a deriva é abordada pelos efeitos causados pelas moléculas de herbicida no rendimento e na morfologia da cultura não-alvo. Esses trabalhos envolvem o conceito de "deriva simulada", que relata diferentes formulações de herbicidas nas lavouras. (BAILEY e KAPUSTA, 1993).

Segundo Johnson e Swetnam, (1996), a seleção adequada da ponta é essencial para uma aplicação correta e o principal fator que determina a quantidade aplicada por área, a uniformidade da aplicação, a cobertura obtida e o risco potencial de deriva. No entanto, fatores como a altura de queda da queda alvo, densidade de pulverização e temperatura do ar também influenciam a deriva e devem ser levados em consideração nos programas de redução de deriva.

### 2.3. PONTA ANTI DERIVA

A escolha correta das pontas é essencial para a correta aplicação dos produtos e é considerada um fator determinante da uniformidade da aplicação, da cobertura obtida, da quantidade utilizada por área e, principalmente, do risco potencial de deriva. Também há outros

fatores a serem considerados, como densidade do líquido, temperatura do ar e queda e altura do alvo. (WOMAC et al., 1997; JOHNSON; SWETNAM, 1996, apud CUNHA, 2008).

### **2.3.1 Ponta leque com indução de ar**

Pontas com indução de ar possuem dois orifícios, o primeiro orifício, conhecido como pré-orifício, mede a vazão do líquido, e o segundo orifício, conhecido como orifício de saída, é maior que o primeiro e forma o padrão de pulverização. Existe um sistema chamado Venturi entre os dois orifícios, e esse sistema aspira ar para dentro do corpo do bico, onde se mistura com água. Essa mistura cria um padrão de pulverização de água com ar em baixa pressão. O padrão de pulverização é composto por gotas grandes, cheias de ar e com poucas gotas pequenas suscetíveis à deriva (LEITE, 2013).

O uso de pontas de indução de ar é um método comumente empregado como estratégia para redução de deriva na aplicação de defensivos agrícolas (BUTLER ELLIS et al., 2002). Costa (2007), em estudo que avaliou a deriva em várias pontas sob diferentes condições ambientais e pressão de trabalho, demonstraram que um dos resultados mais baixos de deriva foi obtido com a utilização de ponta com indução de 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 ELLIS 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, ou seja, as bolhas de ar amortecem o impacto com a superfície diminuindo o efeito de rebote da mesma (MATTHEWS, 2000).

As pontas com indução de ar representam um avanço maior na direção de reduzir a deriva das pulverizações. Essas pontas promovem a mistura de ar com o líquido de pulverização de modo que as gotas produzidas são maiores do que aquelas obtidas com pontas convencionais de mesma vazão. Teoricamente, as pontas de pulverização com certo grau de inclinação a favor do sentido de deslocamento, auxiliam na redução de deriva em razão do lançamento do jato de pulverização sofrer menor interferência da velocidade de deslocamento do pulverizador, diminuindo o lançamento de gotas para um lugar alvo não desejado (BOLLER; RAETANO, 2011).





### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade Experimental da UniEvangélica, em Anápolis, Goiás, com altitude média de 1.070 m, Latitude: 16° 19' 43" Sul, Longitude: 48° 57' 12" Oeste.

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial triplo, 2x3x8, sendo duas pontas de pulverização com indução de ar (leque simples e leque duplo), três velocidades de vento (4, 8 e 12 km h<sup>-1</sup>) e oito distâncias lineares do simulador (2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10 metros), com três repetições.

A simulação da deriva ocorreu em ambiente protegido das intempéries climáticas, a fim de amenizar a interferência do vento. Cada simulação foi conduzida com tempo de 60 segundos. Para tal, foi utilizado um kit pulverizador simulador de deriva marca 'DRS precisão na agricultura', na pressão de 3 bar (300 kPa), com ventiladores axiais de velocidade ajustável e depósito com capacidade de 28 litros, dividido em dois compartimentos de 14 litros cada para seção dos bicos de pulverização, como pode ser visto na Figura 1.

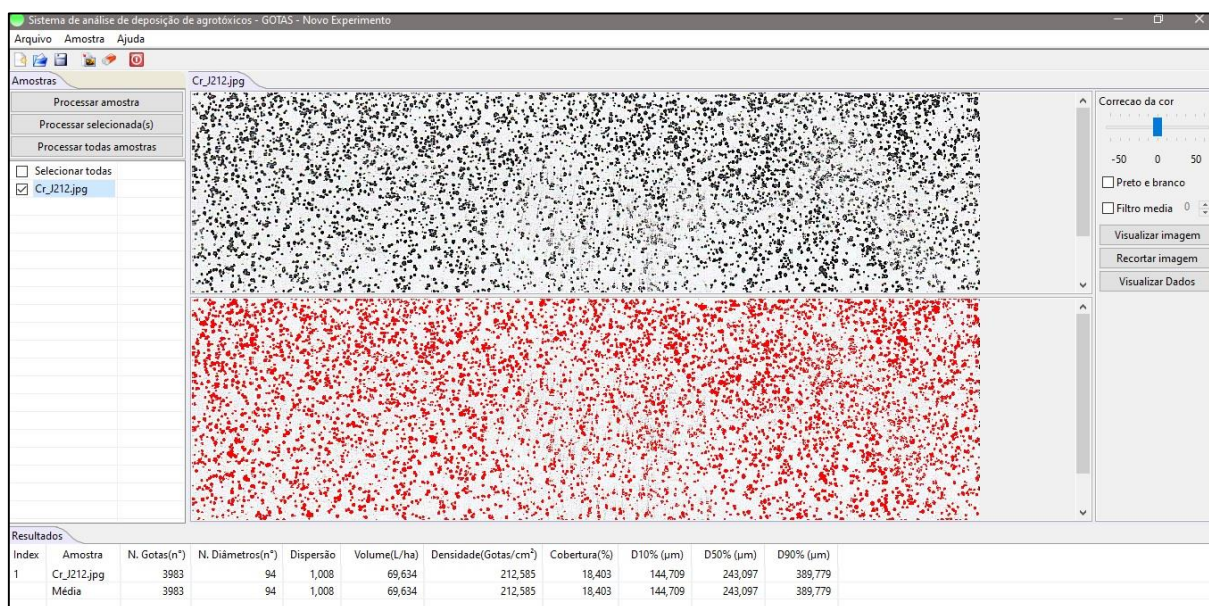


**Figura 1.** Pulverizador simulador de deriva.

Para controlar a velocidade de vento e verificar a temperatura ambiente foi utilizado um termo anemômetro digital da marca UNI-T modelo UT363S que apresenta uma resolução

para velocidade de vento de  $0,1 \text{ m s}^{-1}$  e precisão de 5% e, para a temperatura do ar uma resolução de  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$  com precisão de 2%.

Utilizou-se como alvo de amostragem de pulverização papel alternativo fotográfico, tal como metodologia proposta por Baio et al. (2015), marca Masterprint com 115 gramas à prova d'água, o qual foi seccionado com dimensões de 76 mm x 26 mm. O papel fotográfico foi colorido na pulverização pela utilização de uma solução contendo corante preto, adicionando-se tinta de marca Xadrez® na concentração de 2,1%. Após a pulverização de cada parcela experimental, os papéis amostrados foram digitalizados com uma resolução de 300 DPI pelo uso de um escâner de mesa da marca HP e as imagens foram analisadas pelo programa computacional Gotas (EMBRAPA, 2015) como pode ser visto na Figura 2.



**Figura 2.** Exemplo de uma amostra processada no programa computacional Gotas (EMBRAPA, 2015).

Fonte: A autora.

Com relação ao espectro de gotas, foram avaliados os seguintes parâmetros (Cunha, 2010):  $Dv_{0,1}$  (diâmetro de gota -  $\mu\text{m}$  - tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor),  $Dv_{0,5}$  (diâmetro de gota tal -  $\mu\text{m}$  - que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, também conhecido como diâmetro da mediana volumétrica – DMV),  $Dv_{0,9}$  (diâmetro de gota -  $\mu\text{m}$  - tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor), e a amplitude relativa (AR), dada pela equação:

$$AR = \frac{D_{v0,9} - D_{v0,1}}{D_{v0,5}} \quad [1]$$

Por meio do programa computacional Gotas foram obtidos, também, o volume de calda depositado ( $L ha^{-1}$ ) e a densidade de gotas sobre o alvo ( $gotas cm^{-2}$ ). As variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade de erro e, havendo diferença significativa entre os tratamentos, suas médias foram submetidas a análise de regressão. Em todos os procedimentos estatísticos descritos foi utilizado o programa SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

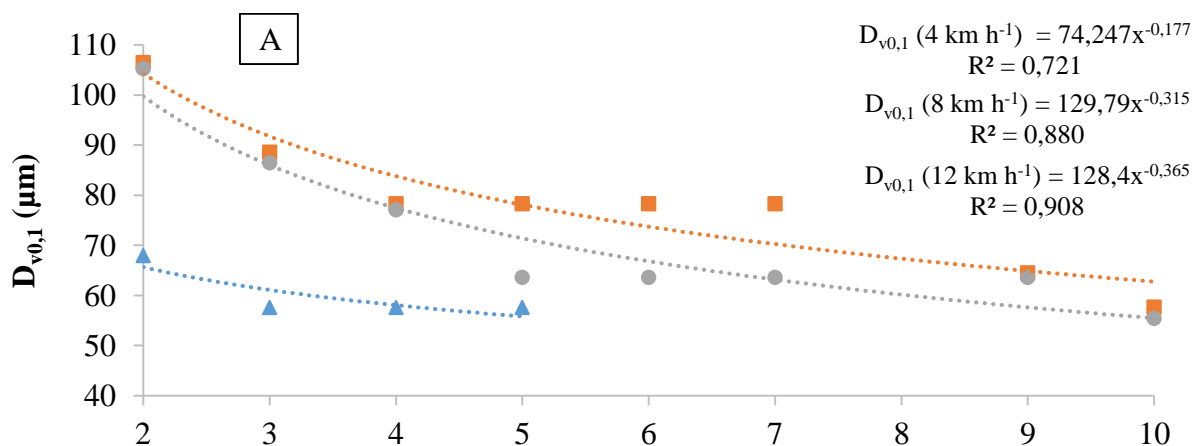
Os resultados da análise de variância para as variáveis  $D_{v0,1}$  ( $\mu\text{m}$ ),  $D_{v0,5}$  ( $\mu\text{m}$ ),  $D_{v0,9}$  ( $\mu\text{m}$ ) e amplitude relativa (%) indicaram diferença significativa para algumas interações entre fatores, dentre as quais se destaca a interação os fatores velocidade do vento e distância linear do simulador, conforme pode-se averiguar na Tabela 1.

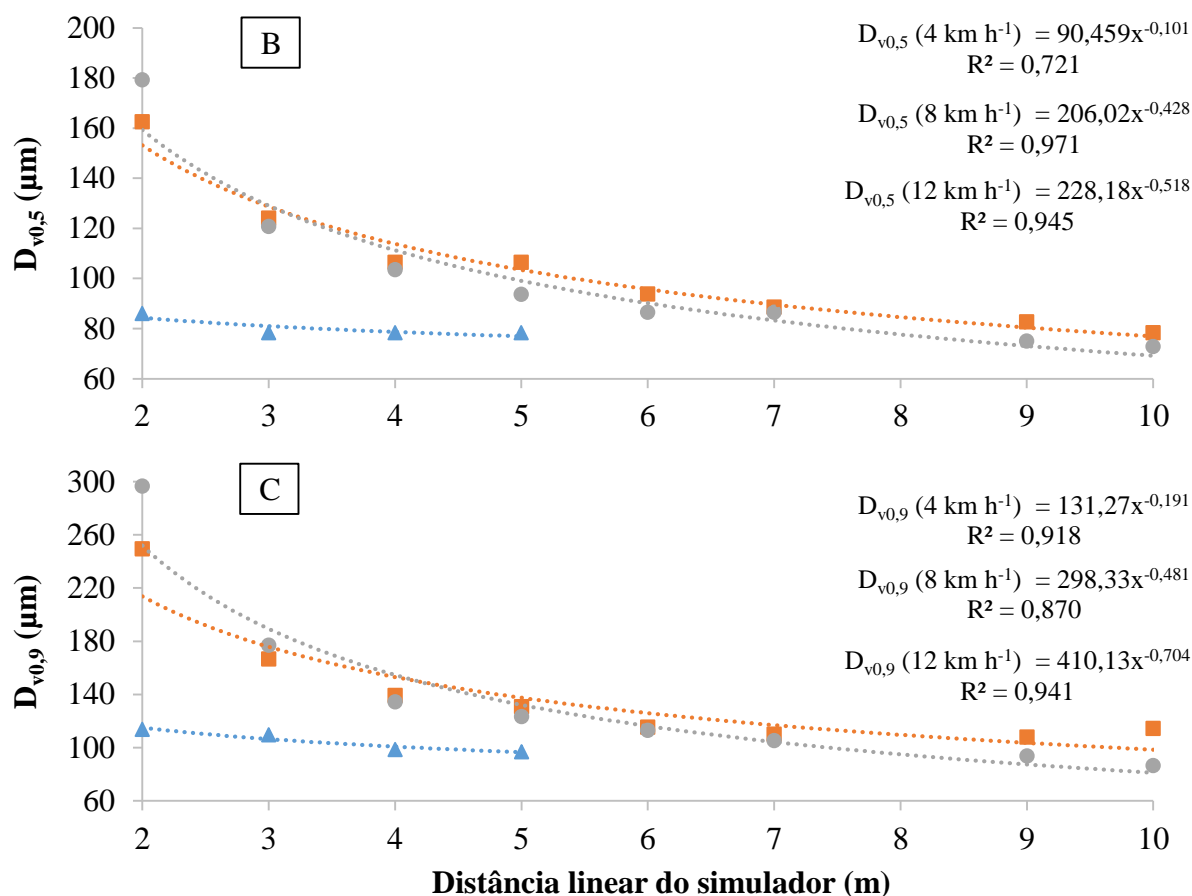
Tabela 1. Resumo da análise de variância expressa pelo quadrado médio das variáveis  $D_{v0,1}$  ( $\mu\text{m}$ ),  $D_{v0,5}$  ( $\mu\text{m}$ ),  $D_{v0,9}$  ( $\mu\text{m}$ ) e amplitude relativa (A.R., %)

Fatores	gl	$D_{v0,1}$	$D_{v0,5}$	$D_{v0,9}$	A.R.
Ponta (P)	1	1,96 <sup>ns</sup>	4,15 <sup>ns</sup>	163,04 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Vento (V)	2	2.443,69*	4.789,53*	10.947,10*	0,02 <sup>ns</sup>
Distância (D)	7	1.77,88*	7.115,39*	25.976,77*	0,26*
P*V	2	89,14 <sup>ns</sup>	36,39 <sup>ns</sup>	163,59 <sup>ns</sup>	0,04*
P*D	7	103,04 <sup>ns</sup>	46,37 <sup>ns</sup>	220,86 <sup>ns</sup>	0,04*
V*D	10	847,28*	3.280,36*	11.324,93*	0,13*
P*V*D	9	44,07 <sup>ns</sup>	105,58 <sup>ns</sup>	424,44 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
erro	78	345,33	726,65	1.613,00	0,01
	C.V.(%):	25,49	27,05	29,73	14,29
	Média Geral:	72,90	99,64	135,08	0,58

<sup>ns</sup> não significativo ( $P>0,05$ ), \* significativo a 5% de probabilidade ( $P<0,05$ ).

Na Figura 3 são apresentados os valores dos diâmetros medianos ( $\mu\text{m}$ ) das gotas tal que 10, 50 e 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, ou seja,  $D_{v0,1}$ ,  $D_{v0,5}$  e  $D_{v0,9}$ , respectivamente, para as distintas velocidades de vento e distâncias lineares do simulador avaliadas. Diâmetro da gota ( $\mu\text{m}$ ) representado pelo  $D_{v0,1}$  (A),  $D_{v0,5}$  (B) e  $D_{v0,9}$  (C) em função da velocidade do vento de 4 (triângulo), 8 (quadrado) e 12 (círculo)  $\text{km h}^{-1}$  e da distância linear do simulador (m).



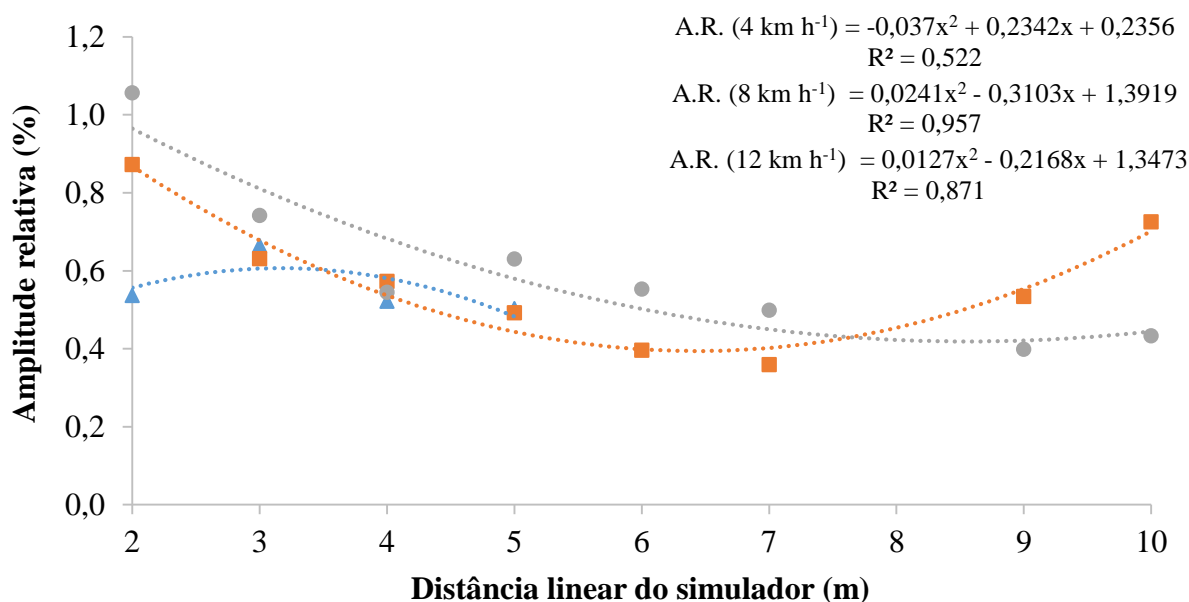


**Figura 3.** Diâmetro da gota ( $\mu\text{m}$ ) representado pelo  $D_{v0,1}$  (A),  $D_{v0,5}$  (B) e  $D_{v0,9}$  (C) em função da velocidade do vento de 4 (triângulo azul), 8 (quadrado laranja) e 12 (círculo cinza)  $\text{km h}^{-1}$  e da distância linear do simulador (m).

Pela Figura 3 acima, pode-se observar que quanto maior o diâmetro da gota, menor a distância de queda. Sendo que tal comportamento foi observado em todas as velocidades de vento avaliadas. Porém, para as velocidades de vento superiores a  $8 \text{ km h}^{-1}$ , foi verificada uma maior distância percorrida pela gota, quando comparada à velocidade de vento de  $4 \text{ km h}^{-1}$ . Foi possível notar, também, que gotas com um  $D_{v0,5}$  de, aproximadamente,  $73 \mu\text{m}$  apresentaram a maior distância de queda, e gotas com diâmetro superior a  $100 \mu\text{m}$  tendem a depositarem-se até  $3,0$  metros do alvo.

De acordo com Cunha (2008), durante as simulações, o tamanho das gotas e a velocidade do vento foram os fatores que mais influenciaram a distância de deriva. A redução no tamanho das gotas reduz a velocidade da queda, aumentando o tempo necessário para que elas se depositem no alvo e, conseqüentemente, tornando-as mais suscetíveis à evaporação e a mudança de trajetória. Gotas pequenas ( $D_{v0,5} < 100 \mu\text{m}$ ) têm uma relação superfície/peso mais alta e uma velocidade terminal mais baixa, o que aumenta sua distância de deriva.

A amplitude relativa das gotas está presente na Figura 4, a qual demonstra um comportamento polinomial quadrático desta variável em função das velocidades de vento e distâncias lineares do simulador.



**Figura 4.** Amplitude relativa das gotas (%) em função da velocidade do vento de 4 (triângulo azul), 8 (quadrado laranja) e 12 (círculo cinza)  $\text{km h}^{-1}$  e da distância linear do simulador (m).

Os parâmetros usados para medir o espectro de gotas ajudam a entender numericamente o comportamento das gotas produzidas. Os resultados obtidos para amplitude relativa (AR) mostram que não houve homogeneidade do espectro de gotas no experimento, pois segundo Cunha et al. (2004) quanto menor o valor de AR (tendendo a zero) mais homogêneo será o espectro de gotas formado.

Dessa forma, quando a velocidade do vento é superior a  $8 \text{ km h}^{-1}$ , observa-se que para as distâncias intermediárias, variando entre 4,0 e 8,0 metros do simulador, houve uma maior homogeneidade das gotas, e que para as demais distâncias, as gotas se tornaram mais heterogêneas, assim, quanto mais próximo do simulador há uma maior discrepância entre gotas pequenas e grandes, condicionando uma maior deposição de gotas grandes sobre o alvo, ao passo que as gotas menores se tornam mais susceptíveis à deriva.

Na Tabela 2 é apresentada a análise de variância para as variáveis densidade de gotas e volume de calda, às quais sofreram transformação dos dados do tipo raiz quadrada de  $X + 0,5$ . Observa-se que a primeira apresentou uma diferença significativa para a interação velocidade do vento e distância linear do simulador, enquanto que a segunda demonstrou uma diferença

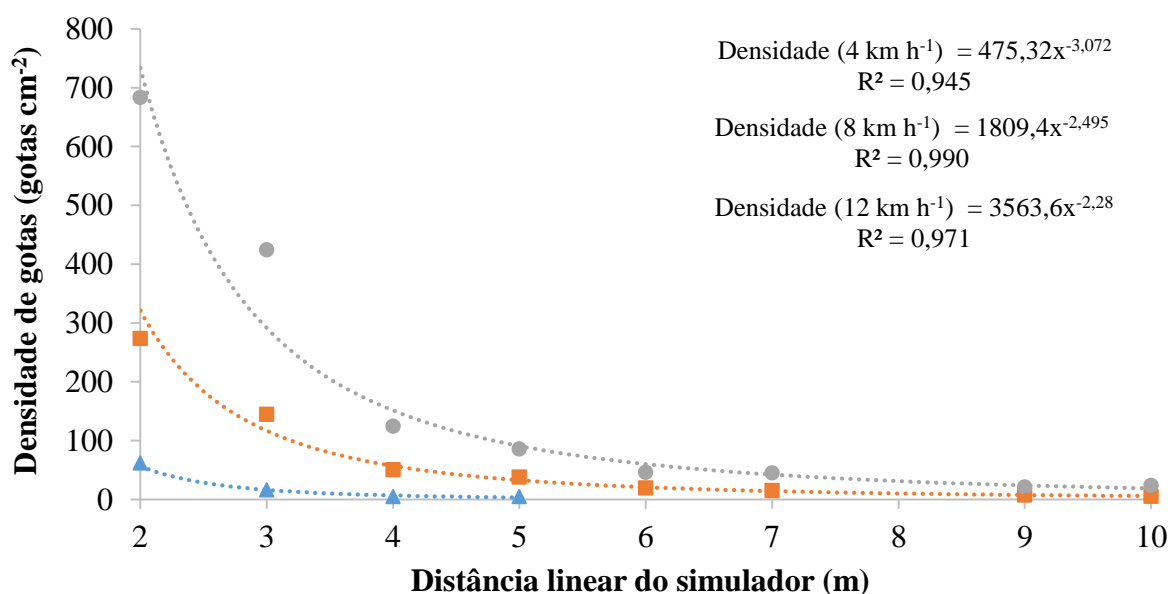
significante para a interação tripla (tipo de ponta, velocidade do vento e distância linear do simulador).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância expressa pelo quadrado médio das variáveis densidade de gotas sobre o alvo (gotas cm<sup>-2</sup>) e volume de calda (L ha<sup>-1</sup>)

Fonte	gl	Densidade	Volume
Ponta (P)	1	52,01 <sup>ns</sup>	1,67*
Vento (V)	2	297,14*	12,28*
Distância (D)	7	303,05*	32,57*
P*V	2	21,81 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>
P*D	7	1,83 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
V*D	10	115,38*	12,20*
P*V*D	9	4,48 <sup>ns</sup>	0,51*
erro	78	19,45	0,10
C.V.(%):		56,64	16,51
Média Geral:		107,42	6,67

<sup>ns</sup> não significativo (P>0,05), \* significativo a 5% de probabilidade (P<0,05).

Verifica-se pela Figura 5 que a densidade de gotas depositadas sobre o alvo foi influenciada pela velocidade do vento, sendo que quanto maior a velocidade maior o número de impactos sobre o alvo. E que, para as velocidades de vento de 8 e 12 km h<sup>-1</sup> mais de 90% das gotas depositaram-se nos primeiros cinco metros longitudinais avaliados, enquanto que para ventos de 4 km h<sup>-1</sup> todas as gotas se depositaram até os cinco metros.



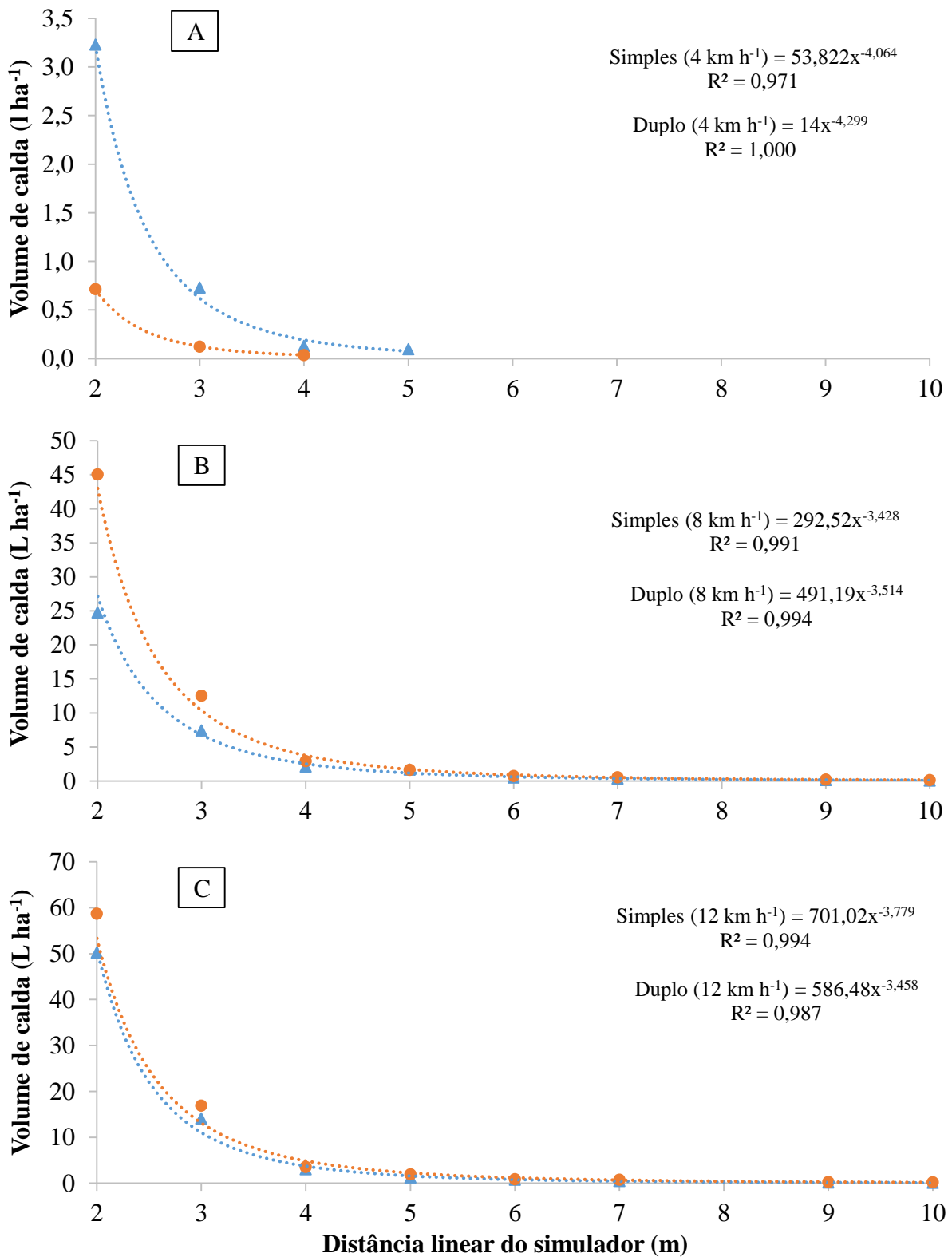
**Figura 5.** Densidade de gotas sobre o alvo (gotas cm<sup>-2</sup>) em função da velocidade do vento de 4 (triângulo azul), 8 (quadrado laranja) e 12 (círculo cinza) km h<sup>-1</sup> e da distância linear do simulador (m).

A velocidade de vento influenciou significativamente na densidade de gotas depositada sobre o alvo, de forma que à distância de 2,0 metros do simulador, para a velocidade de 12 km h<sup>-1</sup> observou-se em média 683 gotas cm<sup>-2</sup>, enquanto que para 4 km h<sup>-1</sup> essa foi em média de 64 gotas cm<sup>-2</sup>. Portanto, quanto maior a velocidade de vento, maior o número de gotas depositadas sobre o alvo, e essa tende a reduzir-se exponencialmente. Assim, ocorre o processo da endoderiva em maior proporção, o que reduz o risco de contaminação de área adjacentes.

Segundo Guazzelli (2018), o diâmetro das gotas é influenciado, significativamente, pela velocidade do ar e pela vazão de líquido, 83% da variação do DMV é estatisticamente explicado em função da variação da velocidade do ar e da vazão de líquido. Observa-se que conforme a velocidade do ar aumenta, para uma mesma vazão de líquido, o tamanho das gotas tende a diminuir. À medida que se aumenta a vazão de líquido, mas a velocidade do ar se mantém constante, o diâmetro das gotas tende a aumentar. Esses resultados são condizentes com (MIRANDA-FUENTES, 2018), que afirmaram que a taxa de fluxo de ar e a taxa de fluxo de líquido estão, fortemente, relacionadas ao tamanho das gotículas, corroborando com (MANHANI, 2013), que observaram que, ao se utilizarem menores fluxos de ar, houve um aumento no diâmetro da mediana volumétrica.

O volume de calda depositado sobre o alvo sofreu influência do tipo de ponta, da velocidade do vento e da distância longitudinal avaliada, conforme ilustrado na Figura 6. Observa-se uma redução exponencial do volume de calda depositado sobre o alvo em função da ponta de pulverização. Houve um aumento do volume de calda perdido ao aumentar-se a velocidade do vento que se choca contra as gotas pulverizadas. Aproximadamente, 95% do volume de calda perdeu-se até os três primeiros metros avaliados, em todas as velocidades de vento avaliadas.





**Figura 6.** Volume de calda depositado sobre o alvo (L ha<sup>-1</sup>) para a ponta de jato leque simples (triângulo azul) e jato leque duplo (círculo laranja) em função da velocidade do vento de 4 (A), 8 (B) e 12 (C) km h<sup>-1</sup> e da distância linear do simulador (m).

A velocidade do vento influenciou o comportamento das pontas frente ao processo de deriva, de forma que, quando a velocidade do vento foi de  $4 \text{ km h}^{-1}$ , a ponta do tipo leque simples apresentou um maior volume de calda perdido frente à ponta de jato leque duplo, sendo este 378% maior. No entanto, quando aumentou-se a velocidade de vento verificou-se que a ponta de jato leque duplo passou a perder um maior volume de calda. Pois, para vento de  $8 \text{ km h}^{-1}$ , notou-se que o volume de calda gerado pela ponta de jato leque duplo foi 71% superior ao volume da ponta de jato leque simples, enquanto que para vento de  $12 \text{ km h}^{-1}$ , o volume de calda perdido pela ponta de jato leque duplo foi 19% superior à ponta de jato leque simples.

As pontas de jato leque duplo por apresentarem o orifício de saída menor que a ponta de jato leque simples, ocasiona um espectro de gotas menor, assim, por formarem gotas menores, que apresentam uma relação superfície/peso mais alta, as pontas de jato leque duplo são mais susceptíveis ao processo de deriva em condições de velocidade de vento mais elevadas.

A ponta de jato leque duplo promoveu menores perdas de calda para o solo, enquanto que a ponta de jato leque simples resultou em maiores perdas para o solo. Provavelmente, isso ocorreu em função dos espectros de gotas dessas pontas: gotas muito grossas tendem a promover perdas para o solo ao colidir com o alvo (SOUZA, 2012). Apesar da deriva ainda ser considerada um dos maiores problemas da agricultura, nota-se que a mesma pode ser minimizada. Possivelmente, isso ocorreu em razão da aplicação ter sido realizada em condições adequadas de vento (CUNHA, 2003)

## 5. CONCLUSÃO

A velocidade de vento influenciou de forma significativa no processo da deriva, sendo que para redução da mesma recomenda-se a realização da pulverização com vento inferior à  $8 \text{ km h}^{-1}$ , quando adotadas pontas de jato leque duplo com indução de ar e vazão de  $0,6 \text{ L/min}$  à  $3 \text{ bar}$ .

Quando a velocidade do vento for amena, ou seja, próxima dos  $4 \text{ km h}^{-1}$ , recomenda-se a utilização de ponta de jato leque duplo com indução de ar. Para velocidade de vento superior a  $8 \text{ km h}^{-1}$  recomenda-se utilizar a ponta de jato leque simples com indução de ar.

Para velocidade do vento de até  $12 \text{ km h}^{-1}$  a ponta de jato leque duplo com indução de ar ocasiona uma maior deriva até  $5,0$  metros do alvo, a partir de então esse processo é substancialmente reduzido.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 174-175.
- BAESSO, M. M.; GOULART JUNIOR, R.; TEIXEIRA, M. M.; AUGUSTO, F.; RODRIGUES JUNIOR, F. A.; RUAS, R. A. A. **Avaliação da uniformidade de distribuição volumétrica de bicos hidráulicos em pulverizador com assistência de ar**. Engenharia na agricultura, Viçosa-MG, v. 17, n. 2, p. 120-127, 2009.
- BAILEY JA, KAPUSTA G. Soybean (*Glycine max*) **tolerância à deriva simulada de nicossulfurão e primisulfurão**. Weed Technol. 7: 740-745. 1993
- BAILO, F.H.R.; SCARPIN, I.M.; SILVA, E.E. **Papel hidrossensível e alternativo fotográfico em ensaios de deposição de gotas**. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, v.9, n.4, p.339-347, 2015.
- BARCELLOS, L.C.; CARVALHO, Y.C.; SILVA, A.L. **Estudo sobre a penetração de gotas de pulverização no dossel da cultura da soja** [*Glycine max* (L.) Merrill]. Engenharia na Agricultura, v.6, p. 81-94, 1998.
- BELO, M. S. S. P.; PERES, P. **Uso de defensivos agrícolas na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais**. Revista Brasileira Saúde Ocupacional, São Paulo, v. 37, n. 125, p. 78-88, 2012.
- BOLLER, W.; RAETANO, C. G. **Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagem e calibração de pulverizadores de barra**. In: Antuniassi, U. R.; Boller, W. (Org.) Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011, p.51-80.
- BORGHI, E.; SCHREINER, R. C.; RAMOS, H. H.; PECHE FILHO, A.; YANAI, K. **Qualidade de pulverizadores utilizados em pequenas propriedades**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.23, n.1, p.113-121, 2003.
- BUTLER ELLIS, M. C. B.; TUCK, C. R. **Fatores de projeto que afetam as características da pulverização e o desempenho da deriva dos bicos de indução de ar**. Biosyst. Eng., v. 82, n. 3, p. 289-296, 2002.
- CAVALIERI, J.D. **pontas e velocidade de deslocamento na deposição de gotas da pulverização na cultura do algodão**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
- CHAIM, A. **História da pulverização**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 17p.
- CHAIM, A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas: fatores que afetam a eficiência e o impacto ambiental**. In: SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F. (Ed.). Defensivos agrícolas e ambiente. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. cap. 8. p. 289-317. ISBN: 85-7383-274-6, 2012

CHRISTOFFOLETI, P.J.; BRANCO, E. F.; COELHO J. V. G. **Controle de plantas daninhas em Pinus taeda através do herbicida imazapyr. Circular técnica IPEF**, Piracaba, n.187. 11 p, 1998.

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

CONTERATO, M. A. e FILIPI, E. E. **Teorias do Desenvolvimento**. SEAD. Editora UFRGS. 2009.

COSTA, A. G. F. **Determinação da deriva da mistura 2,4-D e glyphosate com diferentes pontas de pulverização e adjuvantes**. Tese de Doutorado, Unesp – Campus Botucatu. 2006.

COSTA, A. G. F. **Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 203-210, jan./mar. 2007.

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

CUNHA, J. P. A. R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro**. 2003. 81 f. Tese Doutorado em Mecanização Agrícola – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

CUNHA, J.P.A.R. **Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas**. Planta Daninha, Viçosa, v.21, n.2, p. 325-332, 2008.

CUNHA, J.P.A.R. da; RUAS, R.A.A. **Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.36, n.1, p.61-66, 2006.

CUNHA, J.P.A.R.; BUENO, M.R.; FERREIRA, M.C. **Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola**. Planta daninha, Viçosa, v.28, p.1153-1158, 2010.

CUNHA, J.P.A.R.; FARNESE, A.C.; OLIVET, J.J.; VILLALBA, J. **Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.343-351, 2011.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; COURY, J.R.; FERREIRA, L.R. **Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v.39 n.10, p. 977-985, 2004.

DURIGAN, J. C. **comportamento de herbicidas no ambiente. in: seminário técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas em reflorestamento**, Rio de Janeiro, 1989.

GRELLA, M.; BALSARI, P. **Desenvolvimento de estratégias para reduzir o desvio de pulverização, pneumática em vinhedos: avaliação dos parâmetros que afetam o tamanho das**

gotículas em pulverização pneumática, *Science of The Total Environment*, v. 616, p. 805-815 2018.

FRIEDRICH, T. **Qualidade na tecnologia de aplicação de pesticidas**. In: RAETANO, C. G.; ANTUNIASSI, U. R. *Qualidade em tecnologia de aplicação*. Botucatu: Fepaf. p. 93- 109, 2004.

GLISSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4ª ed. - Porto Alegre : Editora da Universidade/UFRGS, 2009.

GUAZZELLI, T.M. **pulverizador pneumático autopropelido controlado e Monitorado à distância para o tratamento Fitossanitário de tomateiros**. Viçosa 2018.

HIMEL, C. H. **O tamanho ideal para gotas de spray de inseticida**. *Jornal de Entomologia Econômica*, Lanham, v. 62, p. 919-925, 1969.

HIMEL, C. M. Metodologia analítica in ULV In: SYMPOSIUM FOR SPECIALISTS IN JOHNSON, M. P.; SWETNAM, L. D. **Bicos pulverizadores: seleção e calibração**. Lexington: Universidade de Kentucky, 1996. 6 p.

KINCAID, D. C. **Pulverize a energia cinética dos aspersores de irrigação**. *Transações do ASAE*, v. 39, n. 03, p. 847-853, 1996.

LEITE, M.F.; SERRA, J.C.V. **Avaliação dos impactos ambientais na aplicação dos agrotóxicos**. Guarapuava: UFT, 2013.

LEON, J. C.; BABIN, B.; CHOI, C. Y. **Projeto, construção e avaliação de um túnel de vento compacto e recirculante para experimentos agrícolas**. *Transações do ASAE*, v. 41, n. 1, p. 213-218, 1998.

LUCHINI, L. C.; ANDRÉA, M. M. **Comportamento ambiental de agroquímicos**. *Hortic. Bras.*, v. 18, p. 33-35, 2000.

MANHANI, G. G.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; ZOLNIER, S.; SASAKI, R.S. **Desenvolvimento de um sistema para controlar o fluxo de ar de um pulverizador pneumático**. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 667–675, 2013.

MATTHEWS, G. A. **Métodos de aplicação de pesticidas**. Londres: Blackwell, 2000. 448 p.

MATUO, T. **Fundamentos da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES S. H. B. *Tecnologia e segurança na aplicação de defensivos agrícolas: novas tecnologias*. Santa Maria: UFSM. p. 95-107, 1998.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: Funep. 139 p, 1990.

MAZIERO, H.; GUEDES, J.V.C.; FARIAS, J.C. RODRIGUES, R.B.; DALAZEN; G.; DAL PRÁ, E. **Volume de calda e inseticidas no controle de *Piezodorus guildinii* (Westwood) na cultura da soja**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.5, 2009.

MILLER, P. C. H. **Deriva do spray e sua medição.** In: MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. Application technology for crop protection. Trowbridge: CAB International: 1993. p. 101- 122.

MILLER, P.C.H. **Reduzindo o risco de deriva dos pulverizadores de lança.** In: RAETANO, C.G.;ANTUNIASSI, U.R. Qualidade em tecnologia de aplicação. Fepaf, 2004. p. 110-124.

MIRANDA-FUENTES, A.; MARUCCO, P.; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, E. J.; GIL, OZKAN, H. E., D. L. REICHARD, H. ZHU, AND K. D. AKERMAN. **Efeito de produtos químicos retardadores de deriva na deriva, tamanho das gotículas e padrão de pulverização.** In: Philadelphia: American Society for Testing and Materials. p. 183-189, 1993.

MOREIRA, O.J.; **Construção e validação de um túnel de vento para ensaios de estimativa da deriva em pulverizações agrícolas.** Botucatu: UNESP,2009.

PALLADINI, L.A.; MONDIN, L.R. **Sistema de inspeção de pulverizadores: funcionamento e primeiros resultados.** Online. Disponível em: <[http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/fitopatologia/628.htm](http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/fitopatologia/628.htm)>pesticide pplication by ulv methods, 2., 1974, cranfield. Proceedings brighton: british crop protection council, 1974. P. 112-119.

PORCILE, J. F. **Importância das ervas daninhas na produção florestal.** In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE MALEZAS, 12., 1995, Montevideo. Resumos... Montevideo: INIA, 1995. p.137.

SANTOS, S.R. dos; MACIEL, A.J. da S. **Proposta metodológica utilizando ferramentas de qualidade na avaliação do processo de pulverização.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.2, p.627-636, 2006.

SIDAHMED, M. M. **Comparação analítica de métodos de balanço de força e energia para caracterizar sprays de bicos hidráulicos.** Trans. ASAE, v. 41, n. 3, p. 531-536, 1998.

SILVA, L. H. C. P. Ferrugem se instala em Rio Verde. Força Ruralista, Rio Verde, p. 5, jan. 2004.

SOUZA, L.A. CUNHA, J.P.A.R; PAVANIN, L.A. **Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes.** Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE; Revista Ciência Agrônômica, v. 43, n. 1, p. 78-85, jan-mar, 2012

SUMNER, P. E.; SUMNER, S. A. **Comparação de novos bicos de redução de deriva.** Saint Joseph: ASAE, 1999. Transactions of the ASAE, Atmospheric Environment, Oxford, v. 39, p. 6194-6203, 2005.

VELLOSO, J.A.R.O.; GASSEN, D.N.; JACOBSEN, L.A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra.** Passo Fundo: EMBRAPA - CNPT. 50p, 1984.

WOMAC, A. R.; GOODWIN, J. C.; HART, W. E. **Avaliação abrangente dos espectros de gotículas dos bicos de redução de deriva.** Saint Joseph: ASAE,. 47 p. (Paper, 971069), 1997.