

AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO VOLUMÉTRICA DE BICOS HIDRÁULICOS EM PULVERIZADOR COM ASSISTÊNCIA DE AR

Murilo Mesquita Baesso¹; Ronaldo Goulart Junior²; Mauri Martins Teixeira³; Francelino Augusto Rodrigues Junior⁴; Renato Adriane Alves Ruas⁵.

RESUMO

A eficiência nas aplicações de defensivos agrícolas tem sido alvo de vários estudos, que têm se levado com o surgimento de novas tecnologias de aplicação. A definição do depósito em alvos biológicos e o desenvolvimento de equipamentos precisos de aplicação são os maiores objetivos em pesquisas com aplicação de defensivos. Neste trabalho, foram avaliadas bicos de pulverização hidráulica de jato cônico vazio, com pressão de operação de 500, 600 e 700 kPa, trabalhando com quatro velocidades de rotação do ventilador e três alturas de barra em relação à bancada de distribuição. A assistência de ar na barra interferiu no coeficiente de variação volumétrica.

Palavras-chaves: defensivos agrícolas, qualidade de aplicação, pulverização.

EVALUATION OF VOLUMETRIC DISTRIBUTION OF HYDRAULIC NOZZLE OF AIR ASSISTED SPRAYER

ABSTRACT

The spray efficiency of agricultural chemicals has been the subject of many studies, which led to the emergence of new spray technologies. Defining the deposits on biological targets and developing the equipments for precise application are the main objectives of research in agrochemicals sprays. In this work, the hydraulic hollow cone spray nozzles with operation pressures of 500, 600 and 700 kpa, working at four fan rotations and three bar's heights in relation to the distribution set were evaluated. The air assistance on the bar interferes with the volumetric variation coefficient.

Keywords: agricultural chemicals, application quality, spraying.

Recebido para publicação em 07/03/2008. Aprovado em 24/02/2009

¹ Eng^o Agrônomo, M.Sc., Departamento de Engenharia Agrícola, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: murilo.baesso@ufv.br

² Eng^o Agrônomo, M.Sc., Departamento de Engenharia Agrícola, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: ronaldoufv@yahoo.com.br

³ Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: mauri@ufv.br

⁴ Eng^o Agrícola, M.Sc., Departamento de Engenharia Agrícola, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: farjunior@hotmail.com

⁵ Eng^o Agrônomo, D.Sc., Departamento de Engenharia Agrícola, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: ruas@vicosa.ufv.br

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas tecnologias de aplicação de defensivos agrícolas visa à redução da contaminação ambiental, da deriva, do volume de calda e do aumento na deposição, melhorando a qualidade da pulverização.

Matthews (2000) afirma que os produtos fitossanitários devem ser aplicados com o máximo de eficiência, tornando-se para isso necessário estudar deposição, cobertura e deriva da calda. A deriva é responsável por grandes índices de perdas, além de contribuir para a contaminação ambiental.

Para que o defensivo agrícola alcance boa eficiência na aplicação e atinja o resultado esperado, é necessário que haja cobertura adequada em todas as partes da planta. Geralmente, a cobertura na parte inferior das plantas é prejudicada, ocasionando grandes perdas nas lavouras, além de favorecer a disseminação da praga ou doença para outras áreas. Diante desses problemas, os produtores aumentam o número das pulverizações, aumentando também o custo de produção.

Os bicos de pulverização proporcionam um perfil característico que depende da vazão nominal, do ângulo de abertura, da altura da barra porta-bicos e da qualidade de fabricação. Esse perfil deve ser considerado nas recomendações de utilização dos bicos, de maneira a obter uma distribuição uniforme. Uma distribuição uniforme é caracterizada por um baixo coeficiente de variação da distribuição volumétrica superficial, tanto no sentido longitudinal como no transversal. A uniformidade transversal depende do bico utilizado, da sobreposição dos jatos e da posição da barra porta-bicos em relação ao plano de tratamento (BARTHELEMY et al., 1990).

O desenvolvimento de equipamentos eficientes de aplicação é um dos objetivos em pesquisas com aplicação de defensivos. Segundo Hislop et al. (1987), faz-se necessário o estudo de técnicas

mais acuradas com conseqüente melhoria na uniformidade de deposição do produto no alvo.

A deriva não é somente função do tamanho da gota e da velocidade do vento, depende também das propriedades aerodinâmicas do bico de pulverização selecionado. Equipamentos com assistência de ar descendente têm sido usados para aumentar a penetração das gotas no interior da cultura e reduzir a deriva das pulverizações (TAYLOR et al., 1989; TAYLOR & ANDERSEN, 1991; BAUER & RAETANO, 2000).

Os pulverizadores hidráulicos tratorizados com assistência de ar na barra porta-bicos possuem um ou dois ventiladores, geralmente axiais, posicionados em local próximo à seção central da barra de pulverização, que distribuem um volume muito grande de ar no interior de um duto inflado montado acima da barra porta-bicos (MATTHEWS, 2000).

Bauer & Raetano (2000), avaliando o efeito da assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja em relação ao equipamento convencional (sem ar), com alvos artificiais, constataram níveis significativamente menores de deriva aerotransportada para o equipamento dotado de assistência de ar, em diferentes alturas da barra pulverizadora. Os autores também constataram menor deriva por sedimentação na área externa da cultura com o uso da assistência de ar junto à barra pulverizadora.

Segundo a norma do Comitê Europeu de Normalização, a uniformidade de distribuição medida em termos de coeficiente de variação da distribuição volumétrica (CV) deve situar-se abaixo de 7% quando o equipamento trabalha nas condições para as quais foi projetado, e de 9% para trabalhos fora dessas condições.

Este trabalho objetivou avaliar o coeficiente de variação volumétrico de um bico cone vazio, trabalhando com e sem assistência de ar na barra, em três pressões de trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Aplicação de Defensivos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, localizada a uma altitude de aproximadamente 650 m, com coordenadas geográficas de 20°45'54" latitude sul e 45°52'54" de longitude oeste. Utilizou-se um pulverizador hidráulico com tanque de 600 litros e barras de pulverização com assistência de ar de 14 metros de comprimento. Para acionar o pulverizador, foi utilizado um trator Valtra 800, com 62,5 kW (85 cv) de potência nominal no motor.

Foram avaliadas bicos de pulverização hidráulica de jato cônico vazio, com pressão de operação de 500, 600 e 700 kPa. O experimento foi realizado de acordo com o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x3, sendo quatro rotações do ventilador (0, 1800, 2100 e 2800 rpm) e três pressões (500, 600 e 700 kPa).

O mesmo ensaio foi realizado nas alturas da barra de 0,30, 0,40 e 0,50 m em relação à bancada de distribuição. O espaçamento entre os bicos na barra foi de 0,50 m.

Previamente, a vazão de líquido dos bicos foi medida para as pressões 500, 600 e 700 kPa, sendo descartadas as bicos cujas vazões diferenciaram de 1% da indicada pelo fabricante.

Para a caracterização da distribuição de líquido da ponta de pulverização associada à assistência de ar, os parâmetros perfil de distribuição de cada bico e coeficiente de variação da distribuição volumétrica superficial conjunta dos bicos foram tomados em todas as pressões estudadas. Foram avaliados cinco bicos ao longo da barra de pulverização, montadas no próprio pulverizador sob uma bancada de ensaios padronizada, construída de acordo com a norma ISO 5682/1 (ISO, 1986) (Figura 1). Durante 60 segundos, foi coletado o volume do líquido recolhido nas provetas ao longo da faixa de deposição dos bicos, e registrados os dados para caracterizar a distribuição da pulverização.

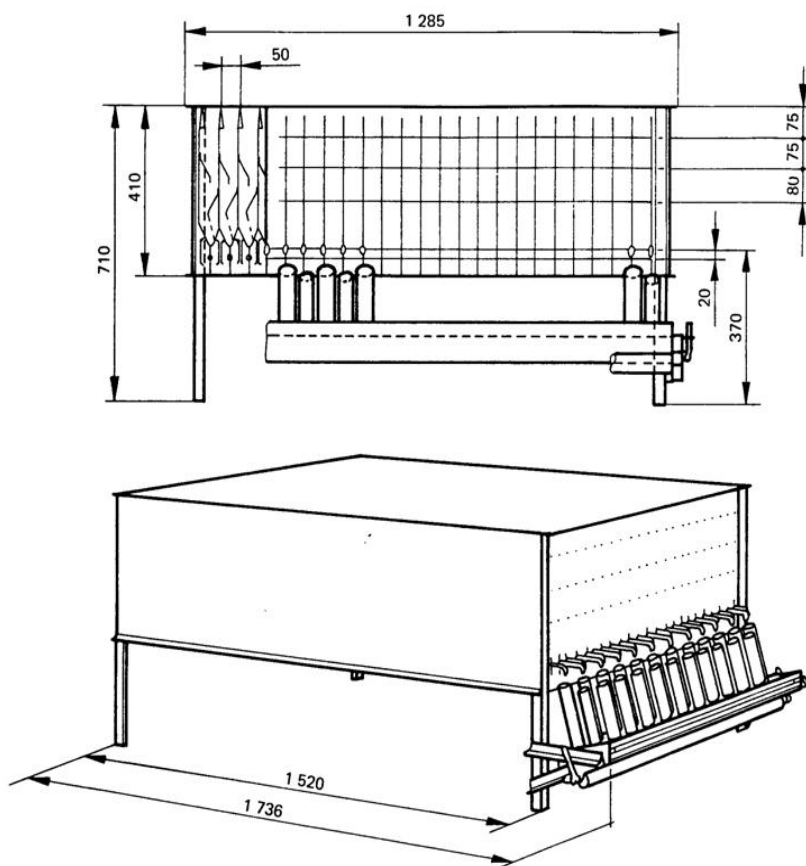


Figura 1. Bancada de distribuição, segundo a norma ISO 5682/1 com cotas em mm (ISO, 1986).

Os ensaios foram efetuados em galpão coberto e fechado, minimizando o efeito das condições ambientais. Os manômetros utilizados foram previamente calibrados por meio de um manômetro padrão, obtendo-se a relação entre pressão indicada e pressão real. A temperatura e a umidade relativa do ambiente foram monitoradas, usando-se um psicrômetro. A velocidade angular do eixo do ventilador foi medida, utilizando-se um tacômetro digital, marca Tako, modelo TD 303.

Na análise estatística da uniformidade de distribuição volumétrica do conjunto de bicos, os volumes de líquido recolhido nas provetas alinhadas com as canaletas ao longo da faixa de deposição dos bicos foram transformados em porcentagem do volume total recolhido, buscando-se eliminar o fator tempo dos dados analisados. Foi empregado para avaliação da uniformidade de distribuição o coeficiente de variação (CV), calculado segundo a Equação 1

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}}{\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}} \cdot 100 \quad (1)$$

em que

CV= coeficiente de variação;

n = número de observações;

\bar{X} = média; e

X_i = valor observado.

Posteriormente, utilizou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para o estudo comparativo das médias dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 1 apresenta o coeficiente de variação médio (%) da distribuição volumétrica para o ventilador desligado e três diferentes rotações a uma altura de 0,30 m do alvo.

Quadro 1. Coeficiente de variação médio (%) para o fator ventilador a uma altura de 0,30 m do alvo

Rotação do ventilador	Coeficiente de variação médio (%)
Desligado	8,67 ^a
1800 rpm	14,09 ^b
2100 rpm	15,54 ^c
2800 rpm	18,60 ^d

3

O Quadro 2 apresenta o coeficiente de variação médio (%) da distribuição volumétrica para três diferentes pressões de trabalho, a uma altura de 0,30 m do alvo.

Quadro 2. Coeficiente de variação médio (%) para o fator pressão a uma altura de 0,30 m do alvo

Pressão	Coeficiente de variação médio (%)
500 kPa	13,66 ^a
600 kPa	13,81 ^a
700 kPa	15,21 ^b

4

A Figura 2 mostra os perfis de distribuição volumétrica do bico trabalhando com a barra a 0,30 m de altura e em diferentes pressões.

3 Valores seguidos pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4 Valores seguidos pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

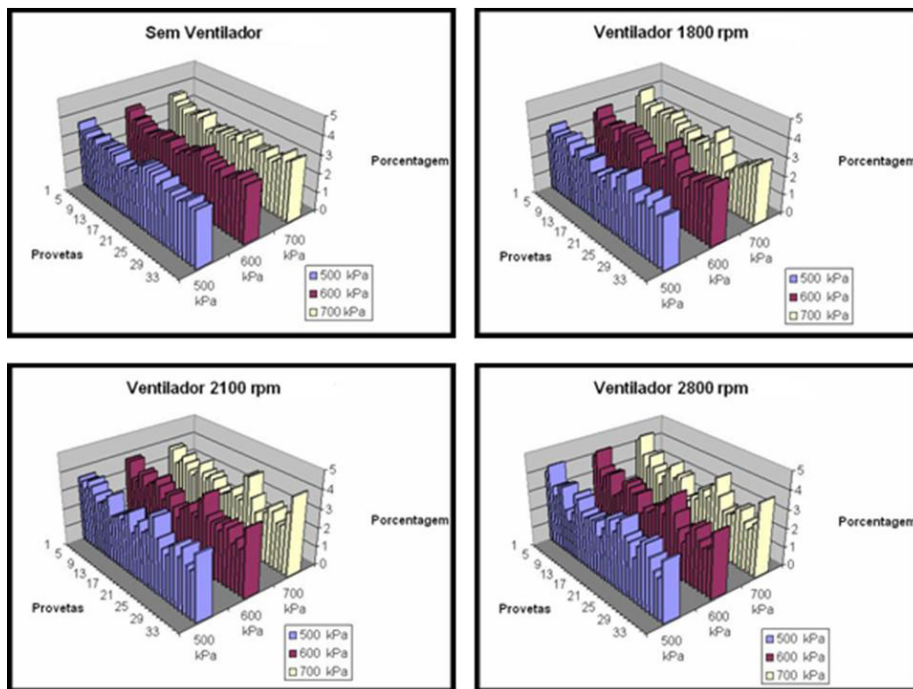


Figura 2. Perfis de distribuição volumétrica do bico trabalhando com a barra a 0,30 m de altura e em diferentes pressões.

Com a barra trabalhando a 0,30 m do alvo, os menores coeficientes de variação foram obtidos quando o ventilador estava desligado (0 rpm). Pode-se observar que, com o aumento da rotação do ventilador, ocorreram perfis irregulares em todas as rotações estudadas neste trabalho, com várias depressões na zona central, impedindo uma boa uniformidade de distribuição do tratamento em área total. Em relação às pressões

de trabalho estudadas, observou-se que, na pressão de 700 kPa, o coeficiente de variação foi estatisticamente maior.

No Quadro 3, são apresentados os coeficientes de variação da distribuição volumétrica do conjunto de bicos trabalhando a uma altura de 0,40 m do alvo com o ventilador desligado, nas três rotações e com pressões de 500, 600 e 700 kPa.

Quadro 3. Coeficiente de variação (%) da distribuição volumétrica obtido com o ventilador operando nas rotações de 0, 1800, 2100 e 2800 rpm. ⁵

Pressão (kPa)	Rotação (rpm)			
	0	1800	2100	2800
500	17,20 ^{Ac}	27,94 ^{Aab}	29,58 ^{Aa}	26,23 ^{Ab}
600	14,95 ^{Bd}	24,16 ^{Bb}	29,15 ^{Aa}	20,64 ^{Bc}
700	14,86 ^{Bc}	27,75 ^{Cab}	23,72 ^{Ba}	19,86 ^{Bb}

6

Os menores coeficientes de variação foram obtidos com o ventilador desligado (0 rpm) em todas as pressões, de maneira semelhante ao ocorrido com a barra a 0,30 m do alvo. Pode-se destacar também que, trabalhando com

pressão de 500 kPa, o coeficiente de variação foi estatisticamente maior, isto pode ser devido a uma melhor adequação da pressão de trabalho. Uma vez que na menor pressão o ângulo do jato é menor, ela pode afetar a

⁵ Trabalhando com pressões de 500, 600 e 700 kPa, na altura de 0,40 m do alvo.

⁶ Valores seguidos pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

sobreposição dos jatos, contribuindo para uma pior uniformidade de distribuição volumétrica. Com o ventilador trabalhando a 1800 rpm, os coeficientes médios de variações diferiram estatisticamente entre si nas três diferentes pressões, tendo sido o menor coeficiente de variação obtido quando se trabalhou com uma

pressão equivalente a 700 kPa. Resultados semelhantes foram observados quando o ventilador estava trabalhando com 2100 e 2800 rpm.

A Figura 3 apresenta os perfis de distribuição volumétrica do bico trabalhando com a barra a 0,40 m de altura, em diferentes pressões.

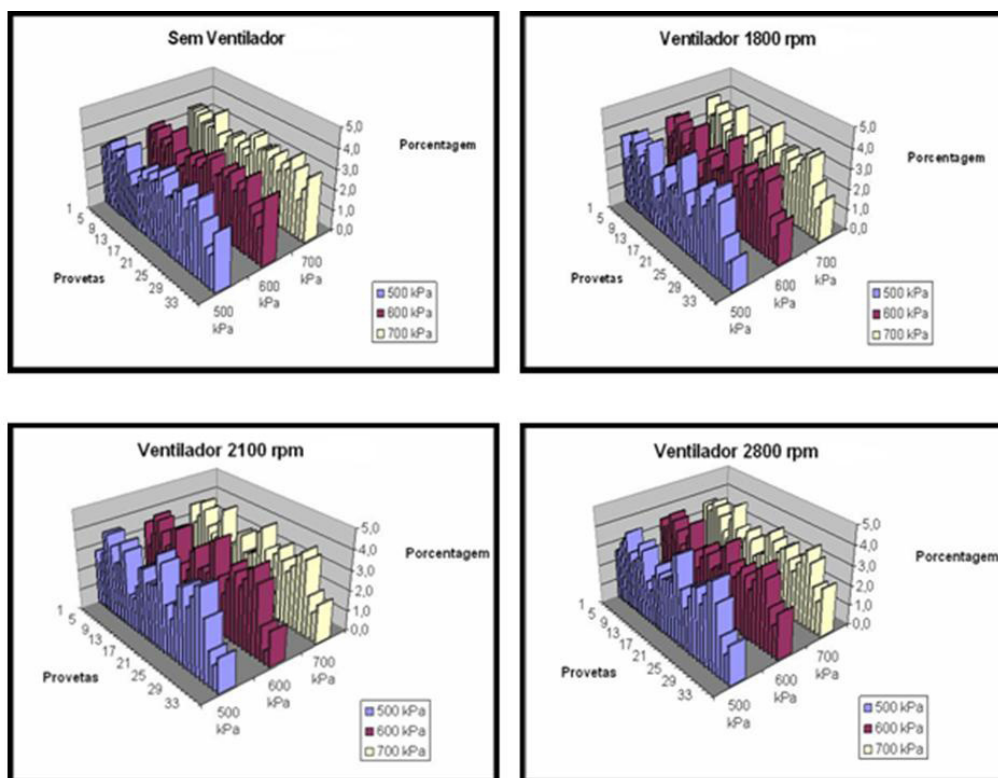


Figura 3. Perfis de distribuição volumétrica do bico trabalhando com a barra a 0,40 m de altura, em diferentes pressões.

O bico de jato cônico vazio, trabalhando com a barra a 0,40 m de altura, apresentou perfis irregulares em todas as rotações estudadas neste trabalho, com depressão na zona central. Quando a assistência de ar estava ligada, pôde-se observar uma grande diminuição do volume nas extremidades, o que impede uma boa

uniformidade de distribuição em tratamento em área total.

No Quadro 4, são apresentados os coeficientes da distribuição volumétrica do conjunto de bicos trabalhando a uma altura de 0,50 m do alvo, com o ventilador desligado, em três diferentes rotações e com pressões de 500, 600 e 700 kPa.

Quadro 4. Coeficiente de variação (%) da distribuição volumétrica obtido com o ventilador operando nas rotações de 0, 1800, 2100 e 2800 rpm. ⁷

Pressão (kPa)	Rotação (rpm)			
	0	1800	2100	2800
500	11,41 ^{Bb*}	19,38 ^{Aa}	19,24 ^{Aa}	18,17 ^{Ba}
600	13,16 ^{Bc}	19,59 ^{Aa}	16,99 ^{Bb}	18,63 ^{Bab}
700	15,62 ^{Ab}	20,62 ^{Aa}	16,18 ^{Bb}	21,33 ^{Aa}

8

⁷ Trabalhando com pressões de 500, 600 e 700 kPa, na altura de 0,50 m do alvo

⁸ Valores seguidos pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com a barra a 0,50 m do alvo, os menores coeficientes de variação foram obtidos quando o ventilador estava desligado (0 rpm), resultado semelhante ao encontrado quando a barra estava a 0,30 e 0,40 m. Porém, quando o ventilador estava ligado a uma rotação de 2100 rpm, trabalhando a uma pressão de 700 kPa, foi obtido um coeficiente

de variação de 16,18 %, valor este que não diferiu estatisticamente do valor encontrado com o ventilador desligado (0 rpm), a uma pressão de 700 kPa.

A Figura 4 apresenta os perfis de distribuição volumétrica do bico trabalhando com a barra a 0,50 m de altura e em diferentes pressões.

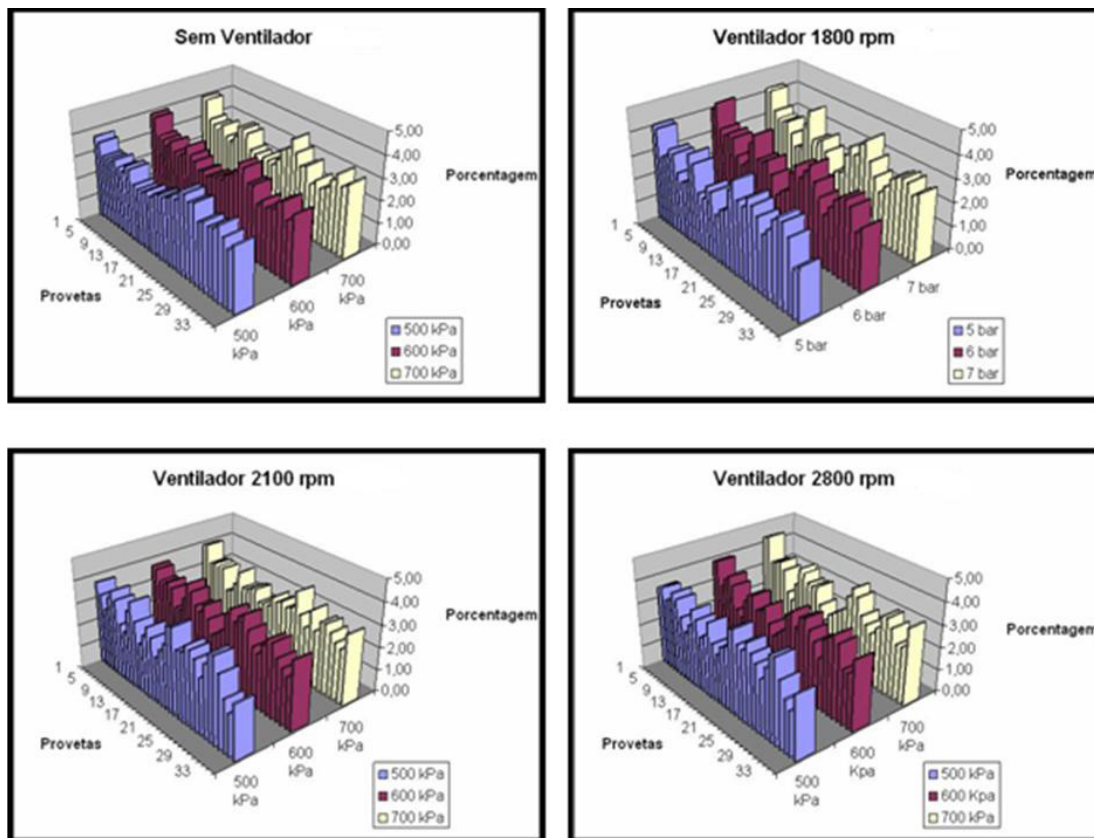


Figura 4. Perfis de distribuição volumétrica do bico trabalhando com a barra a 0,50m de altura e em diferentes pressões.

O bico de jato cônico vazio, trabalhando com a barra a 0,50 m de altura, apresentou perfil irregular em todas as rotações estudadas neste trabalho, resultado semelhante ao obtido com a barra a 0,40 m de altura. Porém, quando a assistência de ar estava ligada a uniformidade de distribuição era mais comprometida, uma vez que ocorreu um aumento no número de depressões centrais agravando o problema de distribuição.

De maneira geral, os melhores resultados foram encontrados quando a barra estava a 0,30 m do alvo, isso pode ser explicado devido à relação do ângulo de pulverização e altura da barra em relação ao alvo, já que nesta altura não ocorreu sobreposição

de um bico sobre o outro, o que em alguns casos pode prejudicar o perfil de distribuição.

CONCLUSÕES

- A assistência de ar na barra interfere na uniformidade de distribuição volumétrica dos bicos.
- A ausência da assistência de ar na barra proporciona melhor uniformidade de distribuição volumétrica.
- A melhor uniformidade de distribuição volumétrica obtida quando o ventilador estava

ligado ocorreu na rotação de 2100 rpm trabalhando com pressão de 700 kPa, quando a barra estava a 0,50 m do alvo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTHELEMY, P.; BOISGOINTER, D.; JOUY, L.; LAJOUX, P. **Choisir les outils de pulverisation**. Paris: Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 1990. 160p.

BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. **Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja**. Scientia Agricola, Piracicaba, v.57, n.2, p. 271-276, 2000.

HISLOP, E.C.; COOKE, B.K.; HERRINGTON, P.M.; WESTERN N.M.; WOODLEY S.E. **Efficient use of agrochemicals**. Long Ashton Research Station. Annual Report. p. 48-49. 1987.

ISO – International Organization for Standardization. **Equipment for crop protection - Spraying equipment – Part 2: test methods for agricultural sprayers**. Geneva, ISO, 1986. 5p. (ISO 5682/2).

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. Malden: Blackwell Science, 2000. 432p.

TAYLOR, W.A.; ANDERSEN, P.G.; COOPER, S. The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. In: BRIGHTONCROPPROTECTIONCONFERENCE-WEEDS, 3., 1989, Brighton. **Resumos...** Farnham: British Crop Protection Council, 1989. p. 631.

TAYLOR, W.A.; ANDERSEN, P.G. Enhancing conventional hydraulic nozzle use with the Twin Spray System. **British Crop Protection**. v.46, n.1 p.125-136, 1991.