

# Avaliação dos impactos ambientais na aplicação dos agrotóxicos

## Evaluation of environmental impacts in the application of pesticides

Marina Ferreira Leite<sup>1</sup>  
Juan Carlos Valdés Serra<sup>2(\*)</sup>

### Resumo

O uso intensivo de fertilizantes e defensivos agrícolas, dependendo do manejo e das precipitações pluviárias, pode acarretar em um grave problema no que diz respeito à poluição de águas superficiais, subterrâneas, do meio ambiente como um todo bem como também danos à saúde. As pontas de pulverização são consideradas um dos principais constituintes do sistema de aplicação de agrotóxicos visto que, a partir da sua escolha poderá realizar-se uma avaliação da eficiência e do risco de deriva de cada uma das pontas. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica a respeito dos agrotóxicos e dos tipos de pontas de pulverização. O desenvolvimento elenca o uso dos agroquímicos, os tipos de pontas de pulverização e os impactos ambientais. Conclui-se que não há um tipo de ponta de pulverização que seja a indicada para reduzir os impactos, pois para cada objeto de aplicação existe um tipo de bico específico com melhor aproveitamento e menor deriva do produto.

**Palavras chave:** pontas de pulverização; aplicação de agrotóxicos; impactos ambientais; danos à saúde.

### Abstract

The intensive use of fertilizers and pesticides, depending on management and rainfall, can lead to a serious problem with regard to pollution of surface water, groundwater, the environment as a whole and also health hazards. The spray nozzles are considered a major constituent of the pesticide delivery system since from their choice may perform an evaluation of the efficiency and the risk of drift of each

- 
- 1 Graduada em Engenharia Ambiental; Bolsista do PIBIC; Estagiária do Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Tocantins, UFT, *Campus* Universitário de Palmas; Endereço: Avenida Ns 15 - ALCNO 14 – 109 Norte, s/n, Centro, CEP: 77001-090, Palmas, Tocantins, Brasil; E-mail: marina\_ferreira7@hotmail.com
  - 2 Dr.; Engenheiro Mecânico; Professor do Programa de Pós-Graduação, Mestrado Profissionalizante em Engenharia Ambiental da Fundação Universidade Federal do Tocantins, UFT, *Campus* Universitário de Palmas; Endereço: Avenida Ns 15 - ALCNO 14 109 Norte, s/n, Centro, CEP: 77001-090, Palmas, Tocantins, Brasil; E-mail: juancs@uft.edu.br (\*) Autor para correspondência.

Recebido para publicação em 20/11/2012 e aceito em 17/09/2013

Ambiência Guarapuava (PR) v.9 n.3 p. 675 - 682 Set./Dez. 2013 ISSN 1808 - 0251  
DOI: 10.5935/ambiencia.2013.03.16

of the ends. This paper aims to present a review about the pesticides and types of spray nozzles. The development lists the use of agrochemicals, types of nozzles and environmental impacts. It is concluded that there is not one type of spray tip which is indicated to reduce impacts, as for each object of application there is a specific type of nozzle with low drift and better utilization of the product.

**Key words:** spray nozzles; pesticide application; environmental impacts; health damage.

## Introdução

Atualmente, uma das grandes preocupações da humanidade diz respeito ao meio ambiente, sobretudo no que se refere à qualidade da água potável no mundo. É sabido que uma das inúmeras fontes de contaminação ambiental é a agricultura. Na ótica da Engenharia Ambiental, o conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água pela fórmula molecular  $H_2O$ . Isto porque a água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a qualidade da água (von SPERLING, 2005).

Os sistemas de produção intensivos elevam a necessidade de uso de agroquímicos, os quais aumentam os níveis de nitrato, fosfato e as concentrações residuais dos agrotóxicos, ou de seus metabólitos, que, por sua vez, podem comprometer a qualidade das águas superficiais e subterrâneas (FERRACINI et al., 2005). Um fator importante também é a deriva de agrotóxicos, que ocorre durante o processo de aplicação dos produtos, diminuindo a eficiência da aplicação e comprometendo a fauna e a flora nativas, a qualidade da água local e de outras regiões e

também a saúde das comunidades vizinhas e do trabalhador rural.

A ação do homem e os fenômenos naturais são os grandes responsáveis pela qualidade da água. Sendo assim, é possível afirmar que essa qualidade depende das condições naturais e de uso e ocupação do solo na região da bacia hidrográfica. No entanto, mesmo a bacia hidrográfica estando preservada, o escoamento superficial e a infiltração no solo podem comprometer a qualidade daquela água (von SPERLING, 2005).

Existe, na sociedade, uma cultura de indicar que os agrotóxicos são prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, devido às notícias relacionadas à contaminação ambiental. Entretanto, o uso dessas substâncias tem ganhado cada vez mais importância por permitirem uma produção em larga escala devido ao combate de agentes patógenos. Deve ser feita uma utilização de maneira racional contextualizada na proteção dos compartimentos ambientais, evitando, assim, a contaminação do solo e da água, os danos à saúde humana e animal e o aparecimento de pragas, doenças e plantas daninhas mais resistentes.

Avaliar os níveis de resíduos dos agrotóxicos é de suma importância para

nortear os agricultores quanto às boas práticas agrícolas além de orientar, quando necessário, a adoção de medidas preventivas e de controle, a fim de evitar que tais agroquímicos afetem a saúde da população em geral e o meio ambiente.

Sendo assim, é de fundamental importância conhecer, além do produto a ser aplicado, a técnica de aplicação que será utilizada, a qual, na maioria das vezes, é dada menos importância. O objetivo da tecnologia de aplicação de agrotóxicos é aplicar a quantidade correta do produto no alvo de modo eficiente e com mínimas perdas.

Logo, o foco do trabalho é realizar uma comparação dos tipos de bicos de pulverização e os respectivos impactos ambientais gerados pelos mesmos.

## **Desenvolvimento**

### **Uso de agroquímicos**

O uso de substâncias químicas orgânicas ou inorgânicas na agricultura remonta a Antiguidade clássica. O uso de produtos como o arsênico e enxofre para o controle de insetos, eram mencionados nos escritos de romanos e gregos nos primórdios da agricultura. A partir do século XVI até fins do século XIX o emprego de substâncias orgânicas como a nicotina (extraída do fumo) e o piretro (extraído do crisântemo) eram constantemente utilizados na Europa e Estados Unidos para a mesma finalidade (BOZIKI et al., 2011).

A partir do início do século XX iniciaram-se os estudos sistemáticos, buscando o emprego de substâncias inorgânicas para a proteção de plantas. Desse modo, produtos à base de cobre, chumbo, mercúrio, cádmio,

etc., foram desenvolvidos comercialmente e empregados contra uma grande variedade de pragas (GASPARIN, 2005).

Antes de 1868, as plantas eram esfregadas ou lavadas com panos ou escovas, embebidos com a mistura “tóxica”. Também se utilizavam determinados tipos de regadores para aumentar a rapidez de aplicação e a uniformidade da distribuição do produto nas culturas. Nesse período, começaram a ser utilizados espanadores ou vassouras para arremessar líquidos sobre as plantas, num processo que atualmente é denominado de “benzedura”. Foram desenvolvidos alguns equipamentos contendo tanques sobre rodas, bombas manuais de recalque e alguns tipos de “espanadores” especiais para essas máquinas. Também começaram a ser utilizadas seringas para esguichar líquido sobre as plantas. Essas seringas foram aperfeiçoadas com a colocação de uma válvula que permitia o bombeamento intermitente do líquido (CHAIM, 2012).

Mais tarde, com o interesse dos agricultores em aumentar as produções e melhorar a qualidade dos produtos e devido também ao êxodo rural decorrente da revolução industrial, houve um rápido desenvolvimento de novas tecnologias de aplicação dos agroquímicos. Eram técnicas que favoreceram a monocultura, pois permitiam o cultivo de grandes áreas com menos mão de obra. As práticas de monocultura, em algumas regiões, facilitaram o aparecimento de pragas e doenças (CHAIM, 1999).

Logo, entre 1867 e 1939, houve um grande avanço técnico na mecânica das bombas e, dessa forma, a energia na forma de pressão pôde ser utilizada em bicos de pulverização (CHAIM, 2012).

Para garantir precisão e segurança na aplicação dos agroquímicos, passos importantes devem ser considerados tais como: a escolha e o uso correto das pontas de pulverização. A escolha correta das pontas é fundamental para que se faça uma aplicação correta dos produtos e é considerada como fator determinante da uniformidade da aplicação, da cobertura obtida, da quantidade utilizada por área e, principalmente, do potencial risco de deriva. Há também outros fatores a serem considerados como a densidade do líquido, temperatura do ar e altura de lançamento da gota e do alvo (WOMAC et al., 1997; JOHNSON; SWETNAM, 1996, apud CUNHA, 2008).

Grande parte dos bicos produz um espectro de gotas de diversos tamanhos e, em muitos casos, as gotas maiores chocam-se contra as folhas mais externas das plantas e não conseguem atingir as superfícies mais internas do vegetal. Tal deposição externa pode ocorrer em tal intensidade que termina escorrendo para o solo, gerando a endoderiva. As gotas pequenas são mais adequadas para a penetração entre as folhas da planta, mas podem ser levadas pelo vento para fora da área tratada, ocasionando a exoderiva, além de serem mais sensíveis à evaporação. Segundo Himel (1969) apud Chaim (2012), o tamanho de gota ótimo é aquele que promove o máximo de deposição de produto no alvo, com um mínimo de contaminação do meio ambiente.

A utilização de gotas de tamanhos não adequados tem gerado perdas e, em alguns casos, mais de um terço dos produtos aplicados podem estar sendo perdidos para o solo por meio da endoderiva. Outra parte significativa, constituída das gotas pequenas, pode estar sendo levada pelo vento para fora da área tratada, na exoderiva (HIMEL, 1974, apud CHAIM, 2012).

A deriva de agrotóxicos constitui um dos maiores problemas da agricultura moderna. O tamanho das gotas e as condições ambientais acabam por desviar a trajetória das gotas o que dificulta o acerto ao alvo. É necessário ter conhecimento a respeito do espectro das gotas pulverizadas, para que se tenha uma eficácia biológica, garantindo a segurança ambiental. Alguns autores consideram que gotas com diâmetro igual ou maior do que 500  $\mu\text{m}$  apresentam menos problemas relacionados à deriva enquanto gotas menores do que 50  $\mu\text{m}$  normalmente evaporam antes mesmo de atingir o solo.

## **Tipos de bicos de pulverização**

### **Bicos com Indução de Ar Venturi**

Bicos com indução de ar possuem dois orifícios. O primeiro orifício, conhecido como pré-orifício, mede a vazão do líquido. 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. 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 a deriva.

### **Bicos de Leque Plano de Faixa Estendida**

Bicos de jato plano de faixa estendida são largamente usados por fornecerem excelente distribuição em uma grande faixa de pressões de trabalho. Quando operados em baixa pressão, a deriva é reduzida. A melhor

cobertura é conseguida com altas pressões de trabalho.

### **Bicos de Leque Plano com Pré-Orifício**

Bicos de leque plano com pré-orifício reduzem a pressão de operação, dentro do bico, produzindo gotas mais grossas do que bicos convencionais de leque plano. O pré-orifício existente restringe a quantidade de líquido entrando no bico e cria uma redução de pressão. Poucas gotas suscetíveis à deriva são produzidas e a uniformidade

da pulverização é excelente. Bicos com pré-orifício são disponíveis em versões de leque plano e outra com defletor, resistente a entupimento.

### **Bicos Defletores**

Bicos do tipo defletor produzem um padrão jato plano de ângulo grande. Nesses bicos, alterações na pressão de trabalho afetam mais a largura do leque do que em bicos de leque plano de faixa ampliada.

Quadro 1 – Características dos diferentes bicos de pulverização

<b>Bicos de pulverização</b>	<b>Características</b>
Bico com indução de Ar Venturi	<ul style="list-style-type: none"><li>- São ideais para redução de deriva ao mesmo tempo em que mantém boa cobertura. As bolhas de ar dentro das gotas fazem com que o impacto das gotas sobre as folhas produza boa cobertura.</li><li>- A maior parte dos bicos AI produz padrão jato plano de grande ângulo.</li><li>- Bicos AI são normalmente usados para aplicação em área total.</li></ul>
Bicos de Leque Plano de Faixa Estendida	<ul style="list-style-type: none"><li>- Baixas pressões e altas vazões irão produzir gotas que são mais resistentes à deriva.</li><li>- Frequentemente usados para aplicações foliares ou no solo quando é requerida boa cobertura.</li></ul>
Bicos de Leque Plano com Pré-Orifício	<ul style="list-style-type: none"><li>- Versões de leque plano são largamente usadas para aplicação de produtos em pós-emergência.</li><li>- Em comparação com bicos de leque plano de faixa estendida, a deriva pode ser reduzida em até 50%.</li></ul>
Bicos Defletores	<ul style="list-style-type: none"><li>- Em baixas pressões, bicos defletores produzem gotas grandes; em altas pressões gotas menores são produzidas – até menores que as produzidas por bicos de leque plano com a mesma vazão.</li><li>- Em comparação com bicos de leque plano de faixa ampliada, a deriva pode ser reduzida em até 50%.</li><li>- Bicos defletores são recomendados para aplicações no solo, especialmente quando se aplica uma mistura de fertilizantes e herbicidas.</li></ul>

Fonte: Autores (2012).

Nota: Modificado, Guia do usuário para Bicos de Pulverização, 2006.

## Impactos Ambientais

As pontas de pulverização são fundamentais na qualidade da aplicação de agrotóxicos, podendo proporcionar tanto resultados positivos quanto tornar ineficiente a pulverização para o objetivo desejado.

Os impactos ambientais provocados pela aplicação de agroquímicos são diversos. A contaminação do solo tem provocado grandes variações nas populações de organismos não alvos, principalmente aqueles que degradam a matéria orgânica e melhoram a fertilidade. Muitas vezes, essas perdas são responsáveis por desequilíbrios favoráveis ao aparecimento de novas pragas e doenças. O solo contaminado pode ser levado pelas águas de chuva para rios, açudes e lagos, colocando em risco não só aquelas populações que vivem nesses sistemas, mas também as espécies que utilizam essa água para sua sobrevivência, como os animais e o próprio homem (CHAIM, 2012).

Paschoal (1979) apud Schmidt (2006) relata que partículas de defensivos em suspensão podem ser levadas pelo vento e contaminar alimentos e forragens em áreas não tratadas e, partículas menores, usualmente produzem contaminações mais sérias a maiores distâncias da área de aplicação.

Segundo Salyani (1999), apud Schmidt (2006), a redução do orifício de saída das pontas, para obter menor volume de aplicação, aumenta o risco de deriva em virtude da diminuição do tamanho das gotas geradas. O problema se agrava quando se leva em conta que pontas de jato cônico vazio, por trabalharem em pressões mais elevadas que as pontas de jato plano, tendem a produzir gotas com menor diâmetro, razão porque há maior

possibilidade de contaminação ambiental com a utilização das pontas de jato cônico vazio. Uma maneira de se reduzir a deriva consiste em aumentar o diâmetro das gotas e diminuir a proporção de gotas menores que 100 µm, o que é possível com o uso de pontas de jato plano (JANSEN et al., 2001, apud SCHMIDT, 2006). Em geral, gotas menores são mais eficazes no combate a pragas e doenças, mas pouco seguras, sob o ponto de vista ambiental. Assim, há necessidade de estudos que viabilizem e otimizem a redução do volume de aplicação nas pulverizações de fungicidas, para permitir a utilização de pontas e volumes de calda adequados (SILVA, 1999, apud SCHMIDT, 2006).

De maneira geral, a deposição da pulverização é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, essa desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle das doenças, principalmente no caso de fungicidas de contato, que requerem deposição uniforme em toda a planta. Esse problema se acentua nas aplicações em que se utilizam pontas de jato plano que, em geral, produzem menor número de gotas por área e menor turbulência (CUNHA et al., 2005).

Segundo Costa Júnior et al. (2009), a deriva foi observada em menor quantidade para as pontas de jato plano com indução de ar e pré-orifício, quando comparadas às pontas convencionais de jato plano e a ponta de jato cônico vazio, tanto nas aplicações em movimento quanto sem movimento da barra. Tanto para as aplicações estáticas quanto dinâmicas foi observada uma intensidade maior de deriva para as pontas de pulverização que produzem gotas de menor tamanho. Esse efeito confirma os maiores riscos de deriva para pontas de pulverização de gotas mais finas.

As pontas de jato plano com indução de ar e a ponta com pré-orifício, caracterizadas comumente como anti-deriva se mostraram mais eficientes quanto à redução de deriva. Porém deve-se considerar que embora esta seja uma característica importante no que diz respeito à redução de perdas de agroquímicos durante a pulverização e minimização dos efeitos nocivos dessa deriva sobre o ambiente, essas pontas não devem ser recomendadas para todas as aplicações a despeito da qualidade, pois as mesmas características que atribuem a essas pontas maior resistência à deriva, podem também limitá-las em algumas aplicações que requeiram elevada penetração das gotas na massa foliar ou maior cobertura do alvo (COSTA JÚNIOR, 2009).

## Considerações Finais

Nesta revisão foram apresentados os tipos de pontas de pulverização, buscou-se apresentar suas características, indicações de quando serem utilizados, quais apresentam menor risco de deriva dentre diversas outras informações. Apesar de algumas pesquisas indicarem qual o tipo de ponta de pulverização oferece menor risco de deriva e maior eficiência na aplicação dos agroquímicos não há como afirmar qual o tipo de bico de pulverização é o mais eficiente, pois a escolha deve ser feita levando-se em consideração o tipo do produto aplicado e o objeto de aplicação.

## Referências

BOZIKI, D.; SILVA, L. B.; PRINTES, R. C. Situação atual da utilização de agrotóxicos e destinação de embalagens na área de proteção ambiental estadual Rota do Sol, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista VITAS**, v.1, n.1, p. 1-15, set. 2011. Disponível em: <<http://www.uff.br/revistavitas>>. Acesso em: 1 maio de 2012.

CHAIM, A. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos: fatores que afetam a eficiência e o impacto ambiental. In: SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F. (Ed.). **Agrotóxicos e ambiente**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. cap. 8. p. 289-317. ISBN: 85-7383-274-6

CHAIM, A. **História da pulverização**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 17p.

COSTA JUNIOR, H. C.; GANDOLFO, M. A.; OSIPE, J.; CARVALHO, F. K.; GANDOLFO, U. D.; MOSQUINI, W. W.; FERREIRA, C.; SOUZA, T. A.; ORLANDO, G. Z. Avaliação da deriva com diferentes pontas de pulverização com barra estática e dinâmica em túnel de vento. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA RURAL, 2., 2009, Bandeirantes. **Resumos...** Bandeirantes: UENP, 2009. p. 1-5.

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

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1069-1074, 2005.

FERRACINI, V. L.; QUEIROZ, C. N.; GOMES, M. A. F.; SANTOS, G. L. Método para a determinação de hexazinone e tebutiuron em água. **Química Nova**, v. 28, n.3, p.380-382, 2005.

GASPARIN, D. C. C. **Defensivos agrícolas e seus impactos sobre o meio ambiente**. 2005. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUC/PR, Curitiba, 2005.

**Guia do Usuário para Bicos de Pulverização**. Illinois: 2006. 56 p. Disponível em: <<http://www.teejet.com/media/350060/li-ms112%20users%20guide%20portuguese.pdf>>. Acesso em: 1 mai. 2012.

SCHMIDT, M. A. H. **Deposição da calda de pulverização na cultura da soja em função do tipo de ponta e do volume aplicado**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2006.

von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p. ISBN: 8570411146