



# PULVERIZAÇÃO COSTAL PARA APLICAÇÕES FITOSSANITÁRIAS

**EMATER**  
Minas Gerais



# **PULVERIZAÇÃO COSTAL PARA APLICAÇÕES FITOSSANITÁRIAS**

**BELO HORIZONTE  
EMATER-MG  
JANEIRO DE 2022**

# FICHA TÉCNICA

## AUTOR:

### **Leonardo Carnevale Coelho**

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Olericultura, Colaborador da EMATER/MG

### **Túlio de Almeida Machado**

Engenheiro Agrícola, Doutor em Engenharia Agrícola, Professor/Pesquisador do IF Goiano – Campus Morrinhos

## PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO:

Cezar Hemetrio

## EMATER MINAS GERAIS

Av. Raja Gabágua, 1626. Gutierrez  
Belo Horizonte, MG.  
[www.emater.mg.gov.br](http://www.emater.mg.gov.br)

<b>Série</b>	Ciências Agrárias
<b>Tema</b>	Engenharia Agrícola
<b>Área</b>	Máquinas Agrícolas

# SUMÁRIO

A APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS .....	6
TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS .....	6
PULVERIZADORES COSTAIS .....	7
PONTAS DE PULVERIZAÇÃO .....	9
MANUTENÇÃO DA PRESSÃO DE APLICAÇÃO.....	11
A INSPEÇÃO E A MANUTENÇÃO DO PULVERIZADOR COSTAL MANUAL.....	13
CALIBRAÇÃO DO PULVERIZADOR .....	13
AVALIAÇÃO DA PULVERIZAÇÃO .....	17
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

# A APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

O uso de produtos fitossanitários agrícolas e suas consequências para a saúde das pessoas e para o ambiente são amplamente discutidos. Entretanto, pouco se apresenta sobre o emprego correto da tecnologia de aplicação utilizada pelos produtores rurais.

Demandas de produtores rurais são constantes e diversas, podendo ser, principalmente, sobre um produto recomendado que pode não ter resultados do controle esperado de determinada praga ou doença. Muitas vezes, acabam culpando o produto quando, na verdade, o problema pode ter ocorrido na forma de aplicação, sendo muitas vezes ineficiente.

Assim, vários estudos realizados no Brasil e no exterior apontam as condições operacionais dos pulverizadores como fator imprescindível na qualidade das aplicações. E ainda verificam que há um número elevado de pulverizadores com funcionamento inadequado e com operadores que, em sua maioria, desconhecem a condição funcional dos equipamentos.

Há apontamentos de que quase metade dos produtos fitossanitários aplicados nas culturas é perdida por

erros cometidos pelo próprio operador, seja por má regulagem do equipamento utilizado, por pontas não recomendadas ou desgastadas, por doses inadequadas de produtos e até mesmo por misturas de tanque que afetam a eficácia da aplicação.

## TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

A tecnologia de aplicação é um fator primordial para o sucesso dos tratamentos nas mais diversas culturas, uma vez que se baseia em conhecimentos para a correta deposição do produto fitossanitário na planta, em quantidade necessária, de forma econômica, com segurança ao operador e com a mínima contaminação das áreas que não fazem parte do alvo desejado.

Entre as diferentes técnicas de aplicação de produtos, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em diferentes situações. Existem vários tipos de pulverizadores hidráulicos, que vão desde os mais simples – do tipo pul-

verizador costal de acionamento manual ou motorizado (figura 1), para

saúde do homem?

Após essas respostas, precisamos



Figura 1. Pulverizadores costais de acionamento manual (A) e de acionamento motorizado (B)

áreas menores – até os equipamentos mais sofisticados – como os pulverizadores de barra autopropelidos e equipamentos de aplicação aérea, para áreas maiores.

Assim, utilizando os pulverizadores costais para uma aplicação efetiva e assertiva, devemos responder algumas perguntas:

- Qual é o alvo biológico que precisa ser controlado?
- Quais são as condições do ambiente a ser realizada a aplicação?
- Qual é o momento certo de se aplicar o produto?
- Qual é o equipamento que se dispõe para a aplicação do produto?
- Quais são os produtos disponíveis para a aplicação?
- Como realizar a aplicação com o menor impacto ao ambiente e à

nos certificar, com a máxima atenção, do estado de funcionamento e manutenção dos equipamentos de pulverização a serem utilizados.

Antes da aplicação, os equipamentos devem estar com a manutenção atualizada, limpos e regulados. Já o operador deve estar treinado, inclusive, em relação à utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI) e também em condições físicas e psicológicas para a realização do serviço (figura 2).

## PULVERIZADORES COSTAIS

Os pulverizadores costais podem possuir dois tipos de acionamento: motorizado e manual. Os equipamentos de acionamento motorizado possuem um motor de dois tempos que, ligado a uma bomba centrífuga, injeta água sob pressão para o sistema. Não necessitam de



Figura 2. Utilização do EPI durante a aplicação de produtos fitossanitários.

bombeamento manual, mas vibram e produzem um alto nível de ruídos, necessitando de um abafador de ruídos como EPI.

Os de acionamento manual são os mais utilizados por pequenos agricultores pelo Brasil, pois são de simples funcionamento e manutenção, versáteis (se aplicando a vários tipos de situações), não exigem grande fonte de potência, além de serem de baixo custo. Entretanto, apresentam desvantagens relacionadas à utilização, tais como: o repetitivo esforço físico empregado nas aplicações, além da baixa capacidade operacional.

Esse equipamento possibilita a pulverização dirigida nas áreas infestadas, reduzindo a quantidade de produto aplicado, o risco da contaminação ambiental e o contato da calda de aplicação com o solo.

Assim, as características construtivas entre os diferentes pulverizadores costais de acionamento manual possuem basicamente a mesma estrutura e apresentam os elementos a seguir:

- **Correias:** utilizadas para sustentar o equipamento nas costas do operador.
- **Reservatório:** depósito da calda de pulverização e onde está a escala para visualização do volume, a tampa com válvula de pressão e um agitador preso à parte externa do pistão.
- **Alavanca:** para acionamento do pistão da bomba.
- **Lança:** tubulação onde estão conectados o gatilho e o bico de pulverização.
- **Bico:** composto por corpo, peneira (filtro), ponta e capa.

- **Gatilho/registro:** composto por válvula de acionamento, manopla e alavanca do registro.

As partes de um pulverizador costal manual são apresentadas de acordo com a figura 3.

Fonte: Embrapa Hortaliças.



Figura 3. Partes de um pulverizador costal de acionamento manual.

## PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

Nas pulverizações hidráulicas, os bicos de pulverização são compostos por: corpo, capa, filtro e ponta de pulverização (figura 4). Muitas vezes, as

pontas são confundidas com os bicos, mas tratam-se apenas de um componente dessa parte do pulverizador.

As pontas são importantes na qualidade de qualquer aplicação por pulverização hidráulica. A seleção das pontas auxilia no tipo de aplicação que será realizada. Assim, em relação ao chamado “espectro de gotas”, as pontas possuem algumas funções importantes, tais como determinar:

- Número de gotas
- Tamanho das gotas
- Cobertura do alvo
- Volume de calda pulverizado

Os filtros, ou telas, possuem a função de, em cada bico, reter as impurezas que podem estar na calda de pulverização. Essas impurezas podem ser provenientes da qualidade da água ou mesmo de produtos que não se dissolveram de maneira adequada.

Dependendo da quantidade de

Fonte: Acervo dos autores.



Figura 4. Partes constituintes de um bico de pulverização.

impurezas e do orifício da ponta de pulverização utilizada, pode haver entupimento do sistema, prejudicando assim a aplicação de produtos. Esses filtros são formados por telas, geralmente metálicas, com malhas para reter impurezas de diversos tamanhos. A figura 5 apresenta os filtros com os diferentes tipos de malhas.

Fonte: Acervo dos autores.

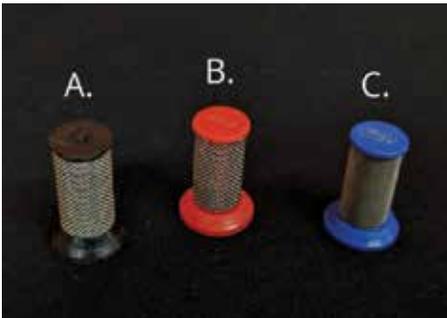


Figura 5. Filtros de bico de malha grossa (A), intermediária (B) e fina (C).

Há vários tipos de jatos de pulverização que podem ser utilizados durante a aplicação dos produtos fitossanitários que podem ser utilizados na pulverização costal, dentre eles destacam-se os jatos em formato de leque e os jatos cônicos.

O jato leque produz esguicho em um só plano e sua utilização é mais indicada para alvos planos, como o solo, folhas etc. Os jatos cônicos são recomendados para aplicações em massas vegetais com grande superfície foliar e para culturas em pleno desenvolvimento.

O jato leque pode se subdividir

em várias categorias, como os leques duplos ou triplos e jatos leque com pontas de impacto. Os jatos cônicos podem ser tipo cone cheio ou cone vazio. A figura 6 apresenta algumas pontas de jato dos tipos leque e cone.

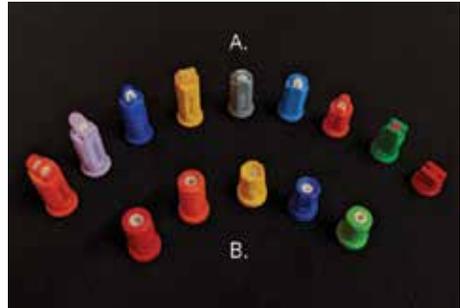


Figura 6. Pontas tipo leque (A) e pontas tipo cone (B).

Um incremento tecnológico já existente nas pontas de pulverização é a indução de ar. Por meio de um orifício lateral nas pontas de pulverização, o ar é inserido dentro das gotas a serem aplicadas e, conseqüentemente, aumentam de tamanho e mantêm o volume de aplicação. Essa tecnologia é utilizada tanto em jatos do tipo leque quanto do tipo cone (figura 7).

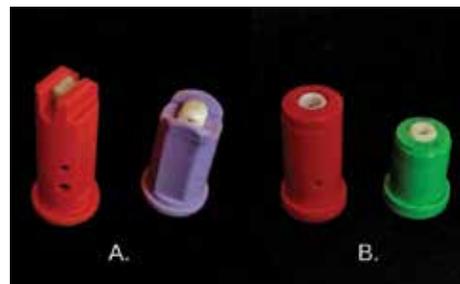


Figura 7. Diferença entre pontas com e sem indução de ar nos tipos leque (A) e cone (B).

Fonte: Acervo dos autores.

Fonte: Acervo dos autores.

Existem várias pontas disponíveis e cada uma proporciona diferentes vazões, ângulos de pulverização, tamanhos de gota e distribuições. Algumas dessas características são indicadas por número, tipo e cor da ponta.

A ASAE (American Society Agricultural Engineers), em 1999, apresentou a relação de algumas pontas em associação ao tamanho das gotas com os valores de Diâmetro Médio Volumétrico (DMV ou VDM – em inglês). A classificação vai desde o tamanho de gotas muito finas, menores que 150 µm, até gotas extremamente grossas, acima de 500 µm (figura 8). O tamanho das gotas pode variar com a pressão durante a pulverização.

utilizadas as válvulas reguladoras de pressão.

## MANUTENÇÃO DA PRESSÃO DE APLICAÇÃO

Em máquinas motorizadas é mais fácil realizar a manutenção da pressão do sistema. Normalmente, esse fator está atrelado à aceleração do motor. Porém, em um pulverizador costal de acionamento manual não há essa possibilidade, já que o sistema depende de um operador para se manter mais próximo à estabilidade.

A pressão também influencia na vazão e, conseqüentemente, no volume da calda aplicada durante a

Categoria de classificação	Símbolos	Código de cores	VMD*(µm)
Muito fina	VF	 Vermelha	<150
Fina	F	 Laranja	150 - 250
Grossa	C	 Azul	350 - 425
Muito Grossa	VC	 Verde	425 -500
Extremamente grossa	XC	 Branca	>500

*Fonte: ASAE,1999.*

Figura 8. Classificação das pontas por cores em relação ao VMD (ou DMV).

Portanto, para a manutenção de um espectro de gotas mais homogêneo, é necessário ter uma pressão constante e, para isso, podem ser

operação. Portanto, manter a pressão na calibração do pulverizador é peça chave para o sucesso de uma boa aplicação.

Uma das alternativas para a manutenção desse fator durante a aplicação costal de acionamento manual é a instalação de uma válvula controladora de pressão ao final da lança.

A válvula é um item opcional no pulverizador costal manual e tem a função de manter a pressão e a vazão constantes, reduzindo a variação desses fatores em razão de alguma falha no bombeamento. Seu princípio de funcionamento baseia-se na liberação da passagem da calda a ser pulverizada apenas quando determinada pressão é atingida na tubulação. Essas válvulas podem ser indicadas para vários valores de pressão, de 15 a 45 psi (1 a 3 bar) (figura 9). Também podem possuir ação antigotejante, em que o fluxo de calda é interrompido a partir do momento que a pressão interna do sistema não aciona mais a liberação da calda dentro da válvula.

Portanto, sua aquisição permite as seguintes vantagens:

- Uniformidade no espectro de gotas
- Uso econômico de produtos de custo alto
- Redução nos reabastecimentos de água
- Ganho de capacidade operacional
- Redução no potencial de deriva
- Redução de esforço e da fadiga do operador
- Permite a seleção de diferentes pressões de trabalho
- Evita perda por gotejamento

Válvulas de menor pressão tendem à formação de gotas maiores, enquanto as válvulas de maior pressão tendem à formação de gotas menores.



Figura 9. Válvulas reguladoras de pressão e antigotejamento.

## A INSPEÇÃO E A MANUTENÇÃO DO PULVERIZADOR COSTAL MANUAL

A inspeção periódica de pulverizadores é um procedimento que possui como objetivos o incentivo ao uso correto dos equipamentos e a adequação de sua manutenção para racionalizar o uso de produtos fitossanitários com a intenção de redução de custos e melhoria na eficiência das aplicações.

Alguns itens observados para a inspeção correta são:

- **Inspeção do reservatório**
  - » Limpeza
  - » Rachaduras
  - » Vazamentos em conexões
  - » Verificação da fixação do agitador
  - » Verificação do suporte da correia
  - » Verificação do estado das cintas
  - » Verificação da tampa de fechamento e do funcionamento da válvula de pressão
- **Inspeção do sistema de pressão**
  - » Limpeza
  - » Verificação dos retentores e buchas
  - » Verificação de vazamentos
  - » Verificação do estado do pistão
  - » Verificação da câmara de pressão

- **Inspeção de filtros**

- » Limpeza
- » Verificação do filtro (tela) do tanque
- » Verificação dos filtros do bico e substituição, caso necessário

- **Outras inspeções**

- » Verificação das articulações e da alavanca de acionamento
- » Verificação das mangueiras
- » Verificação das abraçadeiras de fixação
- » Verificação da lança de pulverização
- » Verificação do estado do gatilho/registro da lança

## CALIBRAÇÃO DO PULVERIZADOR

A descrição para a calibragem de um pulverizador costal de acionamento manual é realizada por meio de alguns processos, utilizados para a aplicação em qualquer tipo de cultura.

Antes da regulagem, é necessário delimitar uma área. Como exemplo, vamos tomar uma área de 100 m<sup>2</sup> (10 m x 10 m) (figura 10). Assim, será necessária uma trena para a demarcação do local.

Normalmente, os pulverizadores costais de acionamento manual possuem uma régua em sua lateral (figura 11), que pode estar graduada em ga-



Figura 10. Demarcação de área 10m x 10 m para calibração.



Figura 11. Régua para mensuração do volume de água no tanque.

lões ou em litros.

Primeiramente, em local plano, se preenche o equipamento com uma quantidade certa de água. Caso não haja graduação no reservatório do pulverizador, a água pode ser adicionada com o uso de um recipiente externo com volume definido (vasilhas ou vasilhames).

A pulverização deve ser realizada

em toda a área de 100 m<sup>2</sup> por meio do caminhamento. Após a aplicação, observa-se na régua graduada quanto o nível da calda baixou. Durante a operação, o caminhamento do operador deve ser constante, simulando uma velocidade operacional real de trabalho (figura 12).



Figura 12. Caminhamento para a calibração do pulverizador.

Quanto maior a velocidade operacional, menor a quantidade do líquido pulverizado em toda a área. Em contrapartida, a menor velocidade de operação permite que seja depositado um volume maior do líquido. Por isso, é importante que o aplicador caminhe em velocidade constante e mantenha a pressão de bombeamento.

Outro fator a se tomar cuidado são as faixas de sobreposição. Deve-se aplicar o líquido em locais que não foram pulverizados. Na pulverização costal, recomenda-se a sobreposição entre as faixas de aplicação de no máximo 15 cm. Uma grande sobreposição durante a regulação pode afetar em um volume aplicado desnecessário em determinada situação. Em aplicações no campo, a sobreposição pode causar danos à cultura, prejudicando seu crescimento e até mesmo, em alguns casos, inviabilizando a produção.

Esse procedimento deve ser repetido duas ou três vezes para que se calcule o gasto médio de água durante a aplicação. E, com esses valores em mãos, devemos proceder com os cálculos, conforme o exemplo a seguir:

**Exemplo 1.** Um produtor necessita calibrar seu pulverizador costal de acionamento manual. Ele delimitou uma área de 100 m<sup>2</sup>, colocou 10 litros de água no equipamento e iniciou a operação. Após a aplicação, em caminamento constante e respeitando a faixa de sobreposição, ele verificou pela régua do pulverizador que resta-

vam 8 litros de água no reservatório. Qual foi o volume aplicado em litros/hectare? Como aumentar ou reduzir o volume aplicado pelo produtor? Lembrando que 1 hectare é o equivalente a 10.000 m<sup>2</sup>.

Se antes da aplicação o produtor colocou 10 litros e após a aplicação sobraram apenas 8 litros, temos:

$$x = V_{\text{antes}} - V_{\text{após}}$$

$$x = -8$$

$$x = 2 \text{ litros em } 100 \text{ m}^2$$

Se o produtor gastou 2 litros de água em 100 m<sup>2</sup>, quantos litros ele gastaria em 1 hectare (10.000 m<sup>2</sup>)?

Tudo se resolve por uma simples regra de três:

$$100 \text{ m}^2 \text{-----} 2 \text{ litros}$$

$$10.000 \text{ m}^2 \text{-----} x \text{ litros}$$

$$100x = 20.000$$

$$x = \frac{20.000}{100}$$

$$x = 200 \text{ litros/hectare}$$

No exemplo 2, os passos da calibração são semelhantes aos já apresentados anteriormente. Mas, desta vez, será apresentada a aplicação em culturas perenes, como frutícolas, ca-

feicultura etc. Para as culturas perenes, é necessário conhecer a área da copa a receber a aplicação da calda.

A área de aplicação é encontrada em cada planta, mensurada pelos valores de superfície da copa. Existem vários tipos de copas, tais como: cônicas, esféricas, colunares e elípticas.

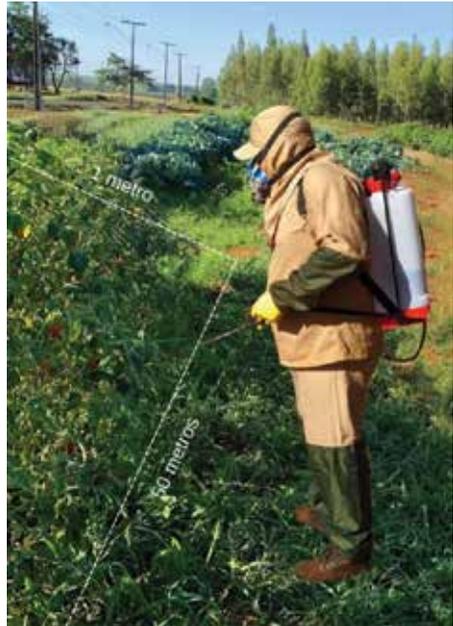
Como cada cafeeiro possui uma copa cônica, a superfície de aplicação pode ser considerada triangular. Portanto, utiliza-se a área do triângulo para mensurar a superfície a ser aplicada.

$$\text{Área}_{\text{triângulo}} = \frac{(\text{base} \cdot \text{altura})}{2}$$

As áreas colunares elípticas podem ser aproximadas pela equação da área do retângulo. Há também os casos em que as copas se sobrepõem, então pode-se considerar a área aplicada retangular (figura 13).

$$\text{Área}_{\text{retângulo}} = \text{altura}_{\text{copas}} \cdot \text{comprimento}_{\text{percorrido}}$$

**Exemplo 2.** Um produtor necessita calibrar seu equipamento costal manual. Ele possui, instalado em sua área, a cultura do jiloeiro. As copas das plantas se sobrepõem e compõem uma superfície de aplicação em forma retangular. A altura média das copas é de 1,0 m e o comprimento



Fonte: Acervo dos autores.

Figura 13. Área para a calibração em aplicação de culturas arbustivas ou arbóreas.

to de aplicação é de 50 m. O pulverizador foi abastecido com 10 litros de água. Qual volume aplicado em litros/hectare esse produtor teve? Como aumentar ou reduzir esse volume aplicado pelo produtor? Lembrando que 1 hectare é o equivalente a 10.000 m<sup>2</sup>.

A área das copas do jiloeiro, de acordo com a equação do retângulo, é de 50 m<sup>2</sup>.

Se antes da aplicação o produtor colocou 10 litros e após a aplicação sobraram apenas 8 litros, temos:

$$x = V_{\text{antes}} - V_{\text{após}}$$

$$x = 10 - 8$$

$$x=2 \text{ litros em } 50\text{m}^2$$

Se o produtor gastou 2 litros de água em 50 m<sup>2</sup>, quantos litros ele gastaria em 1 hectare (10.000 m<sup>2</sup>)?

Tudo se resolve por uma simples regra de três:

$$10.000\text{m}^2\text{----- } x\text{litros}$$

$$50x=20.000$$

$$x = \frac{20.000}{50}$$

$$x=400\text{litros/hectare}$$

Há três maneiras para modificarmos esses valores de volume aplicado nos dois exemplos. São eles:

- Modificando a velocidade de caminhamento:
  - » Um caminhamento mais rápido reduz o volume aplicado. Um caminhamento mais devagar aumenta o volume aplicado.
- Alterando a pressão do sistema:
  - » Maior pressão aumenta o volume aplicado. Menor pressão reduz o volume aplicado.
- Alterando as pontas de pulverização utilizadas:
  - » Há pontas com maiores e menores vazões. Geralmente, essas informações estão no catálogo da empresa fabricante.

## AVALIAÇÃO DA PULVERIZAÇÃO

Após a calibração das doses e volume de calda, é importante que a pulverização atinja seu alvo, para que o produto fitossanitário exerça sua ação. Isso porque, mesmo na quantidade adequada do produto químico, se ele não atingir seu alvo, haverá perdas de eficácia na pulverização.

Por isso, para avaliar a aplicação, podem ser utilizados papéis hidrosensíveis, que devem ser colocados nas plantas e, após isso, realizar uma pulverização teste com água nessas plantas, caminhando normalmente com o pulverizador. Esses papéis, quando em contato com água, desenvolvem manchas azuis muito nítidas. Dessa forma, eles podem ser utilizados para avaliar a cobertura daquela pulverização.

Para facilitar a análise, há vários softwares que realizam a leitura das imagens dos papéis sensíveis à água contendo as manchas das gotas. Essas imagens são digitalizadas por uma leitura por scanner e, posteriormente, armazenadas em computador. Há também a possibilidade da leitura por smartphone via aplicativos.

Normalmente, os resultados são de parâmetros como número de gotas, volume de calda aplicado, tamanho de gotas (VMD e NMD), densidade (número de gotas/cm<sup>2</sup>) e porcentagem de cobertura.

A maior limitação do uso de car-

tões hidrossensíveis é a umidade relativa do ar acima de 80%, que afeta a sensibilidade do papel. Também deve-se ter máximo cuidado para manuseá-lo, pois os dedos não podem tocar as áreas do papel.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizar água de boa qualidade na pulverização.

Antes da pulverização, realizar a inspeção no equipamento.

Realizar a limpeza do equipamento após a utilização.

Utilizar sempre os EPIs adequados.

Verificar as condições climáticas antes da aplicação.

Verificar a infestação de pragas/plantas daninhas para aplicar no momento certo.

Utilizar o produto fitossanitário de acordo com a recomendação do fabricante responsável.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. Campinas: Línea Criativa, 2004, 52p.

MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa: Aprenda fácil, 2010, 588p.

RESENDE, H. **Como usar corretamente o pulverizador costal manual**. EMBRAPA-CNPGL, 1998, 15p.

COELHO, L. C. **Caracterização do espectro de gotas em pulverização costal na cultura do jiloeiro (*Solanum aethiopicum*)**. Dissertação de Mestrado Profissional. Programa de Pós-graduação em Olericultura. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, 2021, 34p.



**EMATER**  
Minas Gerais

AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E  
ABASTECIMENTO



**MINAS  
GERAIS**

GOVERNO  
DIFERENTE.  
ESTADO  
EFICIENTE.

**CIÊNCIAS AGRÁRIAS**