

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PULVERIZADORES TRATORIZADOS DE BARRAS



SISTEMA FAEP



SENAR – ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

CONSELHO ADMINISTRATIVO

Presidente: Ágide Meneguette

Membros Titulares

Rosanne Curi Zarattini
Nelson Costa
Darci Piana
Marcos Junior Brambilla

Membros Suplentes

Livaldo Gemin
Robson Mafioletti
Ari Faria Bittencourt
José Amauri Denck

CONSELHO FISCAL

Membros Titulares

Sebastião Olímpio Santaroza
Paulo José Buso Junior
Carlos Alberto Gabiatto

Membros Suplentes

Ana Thereza da Costa Ribeiro
Ciro Tadeu Alcântara
Aparecido Callegari

Superintendente Adjunto

Carlos Augusto Albuquerque

**WALTER BOLLER
MARCO ANTONIO GANDOLFO
ULISSES DELVAZ GANDOLFO**

**OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
DE PULVERIZADORES TRATORIZADOS
DE BARRAS**

**CURITIBA
SENAR AR/PR
2019**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n.164, de 22 de julho de 1994, junto a Fundação Biblioteca Nacional e CEDITEC SENAR AR/PR.

Autores: Walter Boller, Marco Antonio Gandolfo e Ulisses Delvaz Gandolfo

Coordenação técnica e organizador: Ricardo Dambrós CREA/PR 158527/D

Coordenação metodológica: Tatiana de Albuquerque Montefusco

Normalização: Rita de Cássia Teixeira Gusso CRB 9./647

Coordenação gráfica: Carlos Manoel Machado Guimarães Filho

Diagramação e revisão ortográfica: Sincronia Design

Catálogo no Centro de Editoração, Documentação e Informação Técnica do
SENAR AR/PR

Boller, Walter; Gandolfo, Marco Antonio; Gandolfo,
Ulisses Delvaz.

B687

Operação e manutenção de pulverizadores
tratorizados de barras / Walter Boller ; Marco Antonio
Gandolfo [e] Ulisses Delvaz Gandolfo. – Curitiba :
SENAR AR/PR, 2019 – Ilust.; 128 p.

ISBN 978-85-7565-167-4

1. Pulverizadores tratorizados. 2. Manutenção de
máquinas agrícolas. 3. Agricultura paranaense. I.
Gandolfo, Marco Antonio. II. Gandolfo, Ulisses Delvaz.
III. Título.

CDD630
CDU63(816.2)

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio,
sem a autorização do editor.

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



APRESENTAÇÃO

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR, é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei nº 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivo a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e, com isso, aumente a sua renda e a sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP) e vem respondendo por amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados por intermédio do SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, prefeituras municipais, cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso disponibilizado pelo SENAR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O objetivo é garantir que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral.

SUMÁRIO

1. A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO PARA O USO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS E AS BOAS PRÁTICAS DE APLICAÇÃO	9
1.1 TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO	9
1.2 UTILIZAÇÃO CORRETA E SEGURA DE DEFENSIVOS	10
1.2.1 Manuseio de embalagens, rótulos e bulas	11
1.2.2 Equipamentos de proteção individual (EPIs)	12
1.3 BOAS PRÁTICAS EM APLICAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS	14
2. CONCEITOS E TERMOS RELACIONADOS COM APLICAÇÕES DE AGROTÓXICOS	17
2.1 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS OU AGROTÓXICOS	17
2.1.1 Classes de produtos e respectivos alvos	17
2.1.2 Modos de ação ou de aplicação dos defensivos agrícolas	18
2.1.3 Intervalo de reentrada de pessoas nas culturas e áreas aplicadas	19
2.1.4 Período de carência ou intervalo de segurança	19
2.1.5 Formulações de defensivos agrícolas	20
2.2 QUALIDADE DA ÁGUA E ADJUVANTES	24
2.2.1 Qualidade da água	24
2.2.2 Adjuvantes	26
2.3 ALVOS DAS APLICAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS	28
2.4 APLICAÇÕES X PULVERIZAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS	29
2.5 CONCEITOS RELACIONADOS À TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO	30
2.5.1 Vazão (q)	30
2.5.2 Volume de calda, taxa de aplicação ou volume de pulverização (Q)	30
2.5.3 Faixa de pulverização ou faixa de deposição (f)	31
2.5.4 Pressão de pulverização	31
2.5.5 Diâmetro das gotas	33
2.5.6 Deriva	34
2.5.7 Densidade de gotas	36
2.5.8 Evaporação de gotas	39
2.5.9 Cobertura	40
2.5.10 Penetração	40
2.5.11 Interferência de condições ambientais	42
3. MÁQUINAS APLICADORAS – PULVERIZADORES DE BARRAS	45
3.1 DEPÓSITO DE CALDA OU TANQUE	46
3.1.1 Depósito ou tanque	46
3.1.2 Agitadores	48
3.1.3 Incorporador de defensivos	49
3.2 FILTRO PRINCIPAL OU FILTRO DE SUCÇÃO	50

3.3	BOMBA HIDRÁULICA	53
3.4	COMANDO	55
3.4.1	Comando manual	55
3.4.2	Comando elétrico	56
3.4.3	Comandos eletrônicos	57
3.4.4	Manômetro	58
3.5	TUBULAÇÕES E FILTROS DE LINHAS	59
3.5.1	Tubulações	59
3.5.2	Filtros de linha	59
3.6	BARRAS DE PULVERIZAÇÃO	60
3.6.1	Cuidados com a montagem das pontas e com a barra de pulverização	62
3.6.2	Bicos e pontas de pulverização	65
3.6.3	Cuidados operacionais com as pontas de pulverização	72
3.6.4	Seleção de pontas de pulverização	74
3.7	REGULAGENS E CALIBRAÇÃO DE PULVERIZADORES	75
3.7.1	Calibração de máquinas aplicadoras	76
3.7.2	Cálculo da quantidade de defensivo por tanque de calda	80
3.8	CUIDADOS DURANTE E APÓS A OPERAÇÃO COM PULVERIZADORES DE BARRAS ..	81
3.8.1	Limpeza do tanque e das tubulações do pulverizador	82
4.	MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA DE PULVERIZADORES	87
4.1	CATEGORIA 1 – COMPONENTES ESTRUTURAIS	88
4.2	CATEGORIA 2 – COMPONENTES AJUSTÁVEIS	89
4.3	CATEGORIA 3 – COMPONENTES SUBSTITUÍVEIS	92
4.4	CATEGORIA 4 – ACESSÓRIOS	93
4.5	OUTRAS CONSIDERAÇÕES DE MANUTENÇÃO	94
5.	INSPEÇÃO PERIÓDICA DE PULVERIZADORES	95
5.1	INSPEÇÃO DE ITENS QUALITATIVOS	96
5.1.1	Presença de vazamentos	96
5.1.2	Mangueiras danificadas	96
5.1.3	Mangueiras localizadas entre a projeção do jato e o alvo	97
5.1.4	Presença e estado do filtro de sucção	98
5.1.5	Presença e estado do filtro de linha	98
5.1.6	Presença e estado de antigotejadores	98
5.1.7	Tipos de ponta de pulverização	99
5.1.8	Presença e adequação do manômetro	99
5.1.9	Proteção de partes móveis	100
5.2	INSPEÇÃO DE ITENS QUANTITATIVOS	101
5.2.1	Estado das pontas de pulverização	101
5.2.2	Erros na taxa de aplicação	102

5.2.3	Precisão do manômetro	103
5.2.4	Espaçamento entre pontas de pulverização	103
5.2.5	Uniformidade de distribuição da barra	104
6.	AGRICULTURA DE PRECISÃO	109
6.1	HISTÓRICO NO MUNDO	109
6.2	HISTÓRICO NO BRASIL	110
6.3	MONITORAMENTO DE OPERAÇÕES COM PULVERIZADORES	110
6.4	PASSO A PASSO	111
6.4.1	Instalação do GPS	111
6.4.2	Análise das informações	112
6.4.3	Planejamento da pulverização	113
6.4.4	Erros comuns	113
6.5	APLICAÇÕES LOCALIZADAS	116
6.5.1	Aplicação localizada com base em mapas	117
6.5.2	Aplicação localizada em tempo real	117
6.6	APLICAÇÃO A TAXA VARIÁVEL	118
6.6.1	Sistema com injeção direta central	118
6.6.2	Sistema com injeção direta nas barras	119
6.6.3	Sistema com injeção direta nas pontas	119
6.7	CONTROLADORES E COMANDOS ELETRÔNICOS	120
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
	ANEXO 1 – EXERCÍCIOS	126

1. A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO PARA O USO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS E AS BOAS PRÁTICAS DE APLICAÇÃO

Walter Boller

O progresso da ciência e da tecnologia aliado às crescentes necessidades de produzir alimentos levaram os povos a ampliar as fronteiras agrícolas e a utilizar técnicas que objetivam proporcionar sensíveis aumentos na produtividade das plantas cultivadas.

Entretanto, em qualquer lugar do mundo, a produção das principais culturas agrícolas sofre danos importantes devido aos riscos a que estas ficam sujeitas ao longo do ciclo produtivo. Além de aspectos como clima, solo, práticas de manejo e potencial genético das plantas cultivadas, fatores como pragas, doenças e plantas daninhas podem influenciar decisivamente na produção e na rentabilidade do negócio agrícola.

As técnicas de manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas, aliadas à utilização de boas práticas agronômicas e ao uso adequado de defensivos agrícolas são ferramentas que contribuem decisivamente para a produção de alimentos saudáveis e em quantidade, compatíveis com as exigências dos mercados consumidores.

Ao longo deste material, serão tratados aspectos básicos relacionados com a aplicação de defensivos agrícolas em plantas cultivadas, de forma correta e segura, buscando maximizar o controle dos agentes que prejudicam a produção de alimentos e, ao mesmo tempo, proteger a saúde do homem, dos animais domésticos e do ambiente. Na parte aplicada, será dada ênfase à constituição, regulagens, seleção de pontas de pulverização, calibração e manutenção de pulverizadores de barras.

1.1 TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO

As plantas daninhas, via de regra, competem com os cultivos agrícolas reduzindo sua produção, ao passo que as pragas e doenças reduzem a quantidade produzida e depreciam consideravelmente a qualidade dos produtos agrícolas.

O tratamento fitossanitário é um conjunto de recursos tecnológicos utilizados para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, no entanto, é muito importante salientar que nenhum produto fitossanitário proporciona bons resultados quando sua aplicação não é realizada de acordo com as indicações que constam em sua bula.

Quando os tratamentos fitossanitários não são aplicados corretamente, a produção agrícola pode sofrer danos que variam desde percentagens insignificantes até perda total, dependendo do potencial de agressividade dos agentes nocivos considerados, do momento de sua ocorrência, do ambiente e da capacidade de resistência contra os mesmos que a espécie cultivada apresenta.

Por outro lado, é necessário salientar que os tratamentos fitossanitários, por si só, não garantem elevadas produções das culturas, uma vez que estas dependem do manejo de uma série de fatores, como água, luz, nutrientes, temperatura, arranjo de plantas, espécie cultivada, cultivar ou híbrido, entre outros.

A aplicação responsável de produtos fitossanitários, também denominados defensivos agrícolas ou agrotóxicos, é uma atividade complexa e apresenta bons resultados quando obedece aos princípios técnicos que norteiam as boas práticas agrícolas. (ANTUNIASSI; BOLLER, 2011).

A tecnologia de aplicação consiste no estudo das interações entre fatores do clima, das plantas-alvo, dos agentes a serem controlados, dos produtos a serem aplicados e das máquinas aplicadoras, buscando a máxima eficiência dos tratamentos, economicidade, eficiência operacional, menor contaminação ambiental possível e maior segurança do operador e do consumidor final dos produtos agrícolas. (CHRISTOFOLETTI, 1996).

Enfim, a proteção fitossanitária objetiva proporcionar às plantas cultivadas as condições necessárias para que possam expressar seu potencial produtivo nas condições ambientais em que se encontram.



VOCÊ SABIA?

Você pode utilizar o tratamento fitossanitário (defensivos agrícolas ou agrotóxicos) para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas que prejudicam a produção de sua propriedade rural.

1.2 UTILIZAÇÃO CORRETA E SEGURA DE DEFENSIVOS

Os defensivos agrícolas são, em geral, substâncias sintetizadas pelo homem (produtos químicos ou biológicos) com a finalidade de eliminar seres vivos que prejudicam as produções de alimentos e, como tais, caracterizam-se por algum grau de toxicidade, podendo apresentar riscos à saúde dos aplicadores, aos animais domésticos e ao ambiente.

Figura 2 – Classificação toxicológica dos agrotóxicos.

CLASSE DO PERIGO	Faixa	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5	Não classificado
		Extremamente tóxico	Altamente tóxico	Moderadamente tóxico	Pouco tóxico	Improvável de causar dano agudo	
	Inalatória	Fatal se inalado	Fatal se inalado	Tóxico se inalado	Nocivo se inalado	Pode ser perigoso se inalado.	–
	Dérmica	Fatal em contato com a pele	Fatal em contato com a pele	Tóxico em contato com a pele	Nocivo em contato com a pele	Pode ser perigoso em contato com a pele	–
	Oral	Fatal se ingerido	Fatal se ingerido	Tóxico se ingerido	Nocivo se ingerido	Pode ser perigoso se ingerido	–

Fonte – SENAR AR/PR, 2019.

As recomendações técnicas referentes a doses e tipo de agente biológico que o produto controla, as culturas para as quais ele está registrado, além de informações sobre seu uso seguro e a tecnologia de aplicação adequada encontram-se na bula, que tem uma de suas extremidades aderida na embalagem do produto ou pode ser acondicionada em um envelope adesivado junto à embalagem.

Portanto, antes de qualquer aplicação de defensivo agrícola as pessoas envolvidas no processo deverão, obrigatoriamente, ler o rótulo do produto e a bula que acompanha a embalagem. Em casos de dúvidas, tanto o rótulo quanto a bula contêm números de telefones úteis.



VOCÊ SABIA?

No rótulo e na bula dos defensivos agrícolas você pode encontrar todas as informações necessárias para uma aplicação segura, além de explicações importantes em caso de contato acidental com o produto.

1.2.2 Equipamentos de proteção individual (EPIs)

O uso seguro dos defensivos agrícolas pressupõe a redução dos riscos inerentes às atividades de manuseio e aplicação desses produtos. Os riscos oferecidos pelo manuseio de determinada substância levam em consideração a exposição das pessoas e a toxicidade dos produtos em si. Diferentes combinações entre o grau de exposição e a toxicidade de uma substância podem resultar em maior ou menor risco de intoxicação.

Interpretando a Figura 3, cabe destacar que, para reduzir o risco de intoxicação, deve-se optar pela utilização de produtos com a menor toxicidade possível e, ao mesmo tempo, reduzir ao máximo a exposição das pessoas envolvidas nos processos de aplicação de defensivos agrícolas.

Figura 3 – Risco de intoxicação em função da toxicidade de uma substância química e da exposição de uma pessoa ao produto.

Risco	=	Toxicidade	X	Exposição
Alto		Alta		Alta
Baixo		Alta		Baixa
Alto		Baixa		Alta
Baixo		Baixa		Baixa

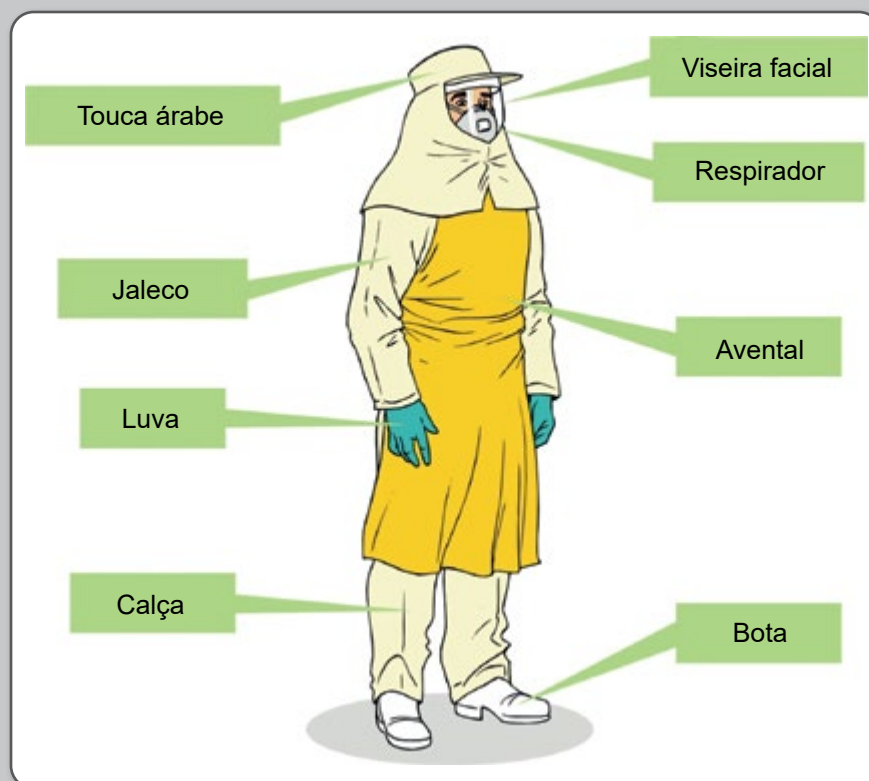
Fonte – ANDEF, 2015b.

Os conhecimentos da tecnologia de aplicação definem diferentes tamanhos de gotas para cada classe de produto a ser aplicado, como será detalhado mais adiante neste material. Em resumo, técnicas de aplicação baseadas em gotas grandes contribuem decisivamente para a redução das perdas de defensivos por deriva, reduzem os danos ao ambiente e minimizam os riscos de contaminação dos aplicadores.

Entretanto, para uma proteção mais efetiva dos aplicadores, há necessidade do uso de EPIs, que complementam a redução da exposição dos trabalhadores aos defensivos. Os EPIs têm de ser utilizados tanto na preparação das caldas quanto no momento da aplicação no campo. A preparação da calda é um momento em que as pessoas entram em contato com o produto concentrado e, por esse motivo, o risco de contaminação é alto e requer o uso de EPIs completos. Nas aplicações tratorizadas (pulverização) também deve ser utilizado o EPI completo, dispensando-se apenas o avental impermeável.

Após a aplicação de defensivos, o trabalhador deve tomar banho e vestir roupas limpas. Por sua vez, o EPI deve ser higienizado de acordo com as instruções contidas em seu próprio manual, sempre em separado de outras roupas. A pessoa que fará a higienização do EPI deverá se proteger com luvas impermeáveis e avental.

Figura 4 – Equipamento de proteção individual completo.



Fonte – ANDEF, 2015b.



PRECAUÇÃO

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) são essenciais para que você evite a intoxicação quando for aplicar os agrotóxicos. Além disso, é importante que você escolha os produtos menos tóxicos e diminua ao máximo o tempo em que estará em contato com o produto.

1.3 BOAS PRÁTICAS EM APLICAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

As boas práticas em tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, além de bom senso, devem incluir a proteção dos recursos hídricos, da flora e da fauna. Para tanto, segundo a ANDEF (2015a), entre as principais medidas que asseguram o uso sustentável de produtos fitossanitários, estão as seguintes:

- Evitar ou minimizar a deriva de produtos, seguindo sempre as instruções e recomendações contidas na bula de cada produto;

- b) Observar as instruções com relação ao estabelecimento de áreas não tratadas (faixas de exclusão) entre as áreas tratadas e corpos d'água, habitats ou coleções/agrupamentos de animais;
- c) Verificar a previsão do tempo antes de cada aplicação e estar atento à mudança das condições meteorológicas durante a aplicação. As circunstâncias preferenciais para aplicação de produtos incluem:
 - velocidade do vento calmo: entre 3,0 km/h a 10,0 km/h;
 - temperatura atmosférica: abaixo de 30 °C;
 - umidade relativa do ar: acima de 50%;
 - direção do vento: longe de culturas adjacentes ou zonas sensíveis.
- d) Realizar a disposição correta de embalagens vazias de produtos e a lavagem correta dos equipamentos de aplicação. No caso das embalagens rígidas, fazer a tríplice lavagem ou a lavagem sob pressão e inutilizar as embalagens, furando os recipientes; as embalagens flexíveis devem ser acondicionadas em sacos plásticos apropriados.

Adicionalmente, recomenda-se que haja uma estreita cooperação e comunicação entre agricultores, apicultores, consultores e outros interessados, para aumentar a probabilidade de sucesso na proteção de recursos hídricos, da flora e da fauna. Nesse sentido, devem-se informar vizinhos produtores, apicultores e aplicadores que operem na área onde estão localizadas colmeias para que as devidas precauções possam ser tomadas antecipadamente quando se tratar de culturas próximas. Em caso de aplicações de produtos que sejam tóxicos às abelhas, devem-se retirar as colmeias da área pulverizada. Caso elas estejam localizadas em áreas próximas das lavouras que serão pulverizadas com produtos tóxicos às abelhas, deve-se fechar as colmeias no período de aplicação dos produtos e manter os dados de identificação do apicultor.



ALERTA ECOLÓGICO

Ao aplicar os agrotóxicos, você deve proteger os rios e as nascentes d'água, as plantas e os animais. Para isso, é importante verificar as condições do tempo para que os produtos não se espalhem além do local da aplicação. Além disso, é importante conversar com os vizinhos e sempre avisá-los antes das aplicações para que a produção deles também seja protegida.

2. CONCEITOS E TERMOS RELACIONADOS COM APLICAÇÕES DE AGROTÓXICOS

Os produtos utilizados para a defesa das plantas cultivadas são classificados como agrotóxicos pela Lei brasileira. Seu uso adequado pressupõe um mínimo conhecimento de suas principais características e modos de ação.

2.1 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS OU AGROTÓXICOS

De acordo a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 (Lei dos Agrotóxicos), são considerados agrotóxicos e afins:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento. (BRASIL, 1989).

Agronomicamente, os agrotóxicos ou defensivos agrícolas são produtos desenvolvidos para atuar sobre determinados agentes que causam prejuízos econômicos às culturas agrícolas. Quando corretamente aplicados, esses produtos servem para reduzir parte dos riscos da atividade agrícola, possibilitando maiores rendimentos e retornos econômicos. Entretanto, se utilizados sem que se observem os critérios técnicos, além de causarem prejuízos econômicos, os agrotóxicos podem causar danos às plantas, ao ambiente e ao homem, podendo acumular-se na forma de resíduos tóxicos em produtos agrícolas, no solo ou na água.



PRECAUÇÃO

Os defensivos agrícolas ajudam a diminuir as perdas na agricultura causadas por pragas e doenças, aumentando os lucros. Para isso, é preciso que você saiba como aplicá-los corretamente, senão os agrotóxicos podem prejudicar a produção e danificar as plantas, animais e as pessoas.

2.1.1 Classes de produtos e respectivos alvos

- **Acaricidas:** controlam ácaros;
- **Formicidas:** controlam formigas;

- **Fungicidas:** controlam fungos;
- **Herbicidas:** controlam plantas daninhas;
- **Inseticidas:** controlam insetos;
- **Nematicidas:** controlam nematoides.

2.1.2 Modos de ação ou de aplicação dos defensivos agrícolas

Pode-se ainda classificar os defensivos agrícolas por seu modo de ação ou pelo momento de sua aplicação em:

- a) **contato:** o produto atua no local onde é depositado, ou seja, não penetra nem se movimenta na planta. É indispensável que o produto entre em contato direto com o agente que se pretende controlar (no caso de fungicidas também podem ser denominados protetores). Esse fato exige da tecnologia de aplicação uma maior atenção (qualidade da pulverização que proporcione cobertura adequada dos alvos), tendo em vista que as partes da planta não alcançadas pelo produto não estarão protegidas (fungicidas e inseticidas) ou não serão controladas (herbicidas);
- b) **sistêmico:** o produto é absorvido pela planta e circula juntamente a sua seiva, podendo controlar pragas e doenças, assim como partes de plantas daninhas situadas em pontos diferentes do local de sua deposição. Essa característica é mais pronunciada nos herbicidas (ex.: glifosato, 2,4-D) e permite que a tecnologia de aplicação privilegie aspectos relacionados com a segurança ambiental, como o controle da deriva;
- c) **mesostêmico:** denominação utilizada para caracterizar produtos que são penetrantes no tecido vegetal, porém apresentam baixa mobilidade, ou seja, conseguem promover uma movimentação translaminar (depositados em uma das faces das folhas, são absorvidos e podem exercer seu efeito nesta e na face oposta). Alguns dos fungicidas mais importantes, utilizados em grandes culturas, são classificados como mesostêmicos e, por esse motivo, sua eficácia biológica depende da qualidade da cobertura dos alvos da pulverização.

No caso específico dos herbicidas, estes podem ser classificados de acordo com o momento de sua aplicação em relação ao estágio de desenvolvimento das plantas daninhas e/ou das plantas cultivadas:

- a) **pré-emergente:** refere-se ao herbicida que deve ser aplicado antes da emergência das plantas daninhas;

- b) pré-plantio incorporado: herbicida aplicado ao solo e incorporado mecanicamente, antes da implantação da cultura a ser protegida;
- c) pós-emergente: herbicida aplicado sobre as plantas daninhas após sua emergência, porém ainda na fase juvenil (primeiro perfilho ou primeiro par de folhas verdadeiras).

VOCÊ SABIA?

Existem agrotóxicos para cada tipo de praga e/ou doença. Eles agem de forma diferente e, por isso, precisam ser aplicados de forma diversa. Todas as informações sobre a ação dos agrotóxicos e as formas de aplicação encontram-se nas bulas dos defensivos agrícolas.

2.1.3 Intervalo de reentrada de pessoas nas culturas e áreas aplicadas

É o período contado após a aplicação do produto em que, se houver necessidade de entrar na lavoura, a pessoa que o fizer deverá obrigatoriamente usar o mesmo EPI recomendado para a aplicação. Via de regra, as bulas dos defensivos agrícolas alertam para que nenhuma pessoa reentre na área pulverizada antes da secagem completa das gotas da calda pulverizada.

ATENÇÃO

O responsável pela atividade deverá sinalizar as áreas pulverizadas, informando o período de reentrada.

2.1.4 Período de carência ou intervalo de segurança

Refere-se à persistência do produto, biologicamente ativo, sobre o alvo. Em outras palavras, significa o período mínimo que deve decorrer entre a última aplicação do defensivo e a colheita do produto agrícola. É uma das informações importantes que constam na bula do produto e deve ser rigorosamente obedecida para minimizar o risco do consumo de alimentos contaminados com agrotóxicos.

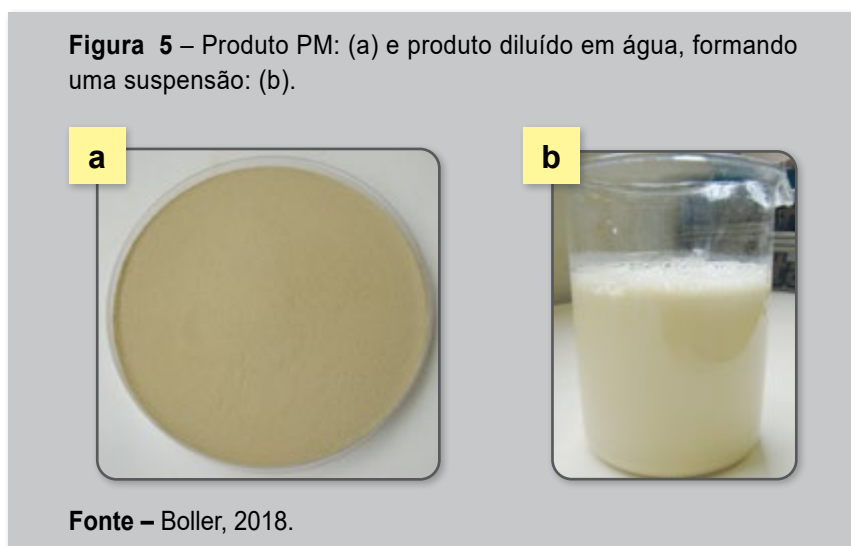
PRECAUÇÃO

Como os defensivos agrícolas continuam agindo durante certo tempo, depois que você aplicar agrotóxicos é preciso esperar para entrar na plantação sem usar os EPIs. Esse tempo é chamado de intervalo de reentrada e se, você não o obedecer, corre o risco de se intoxicar. Da mesma forma, também é perigoso comer alimentos colhidos dentro do período de carência ou intervalo de segurança, por causa do risco de intoxicação.

2.1.5 Formulações de defensivos agrícolas

Formular um defensivo agrícola consiste em preparar os componentes ativos na concentração adequada, adicionando substâncias coadjuvantes, tendo em vista que o produto final possa cumprir eficazmente sua finalidade biológica, mantendo essas propriedades durante o armazenamento e o transporte. (COSTA *apud* MATUO, 1990). O produto resultante é denominado formulação ou preparado comercial, ou seja, é a forma como este se apresenta comercialmente e, portanto, implica na tecnologia de aplicação. Dentre as formulações de defensivos agrícolas, podem-se destacar algumas das mais utilizadas em pulverizadores de barras:

- **Formulação pó molhável (PM):** o ingrediente ativo recebe adjuvantes, com destaque para um agente molhante (substância de elevado grau de absorção de água). Isso permite que, na mistura com água, ocorra a formação de suspensões (sólidos dispersos em um líquido) que necessitam de contínua agitação para que a calda se mantenha homogênea. (MATUO *et al.*, 2010).

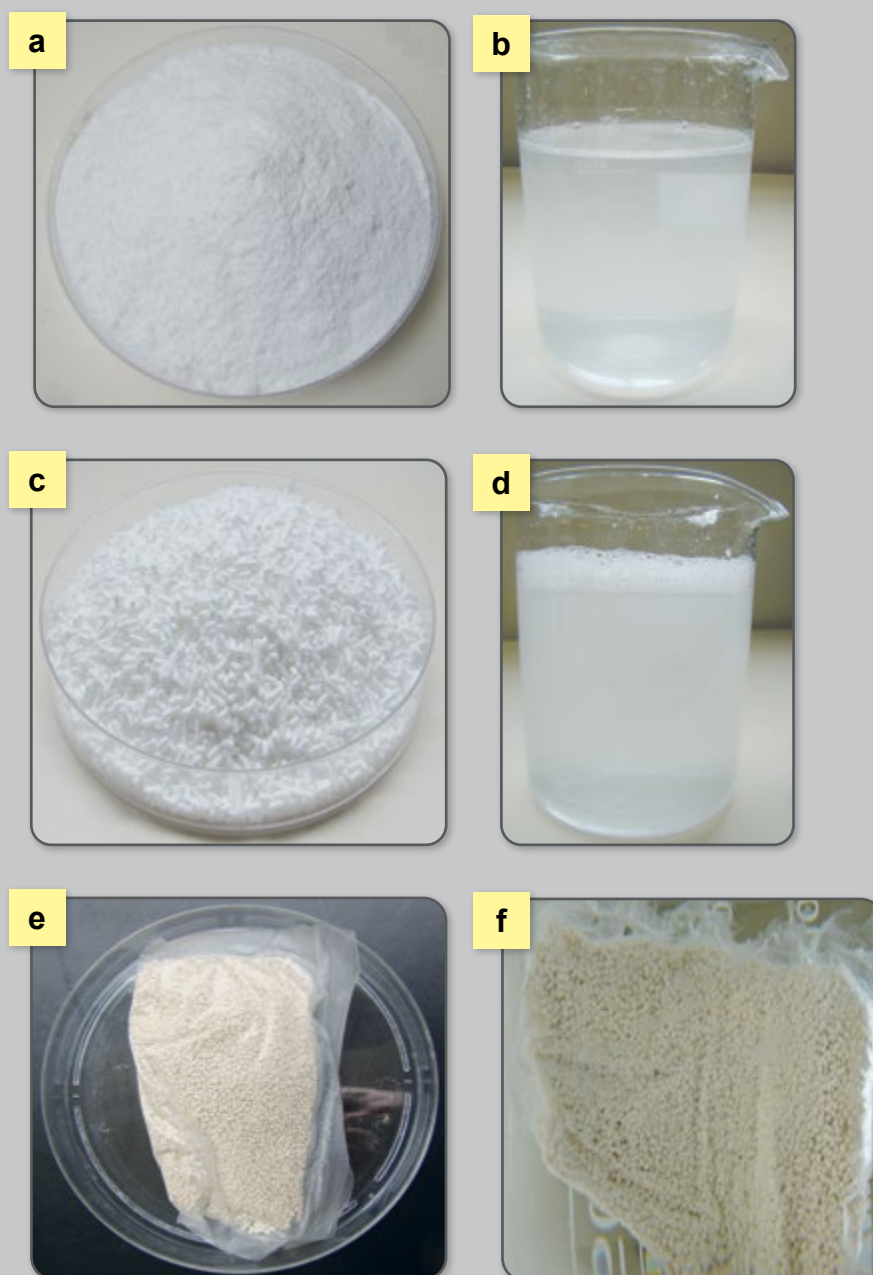


Durante a diluição de produtos PM é conveniente preparar uma pré-mistura em recipiente à parte, colocando-se a dose do produto e um volume de água suficiente para originar uma pasta fluida, que será adicionada ao tanque do pulverizador.

Por apresentar partículas sólidas em suspensão, a aplicação de caldas com produtos PM requer cuidados com os filtros e as pontas de pulverização das máquinas aplicadoras. Quando as malhas dos filtros são muito finas e quando as pontas utilizadas apresentam vazões baixas, há o risco de obstrução destes pelo acúmulo do produto a ser aplicado. Ocorrendo essa situação, a dose de ingrediente ativo depositada no alvo da pulverização será reduzida, podendo ser insuficiente para gerar o resultado esperado. (MATUO *et al.*, 2010).

- **Formulação pó solúvel (PS) e granulado dispersível em água (WG ou GRDA):** formulações sólidas (pó ou grânulos) que se dissolvem perfeitamente na água (da mesma forma como o açúcar), em virtude da alta solubilidade que apresentam. (MATUO *et al.*, 2010).

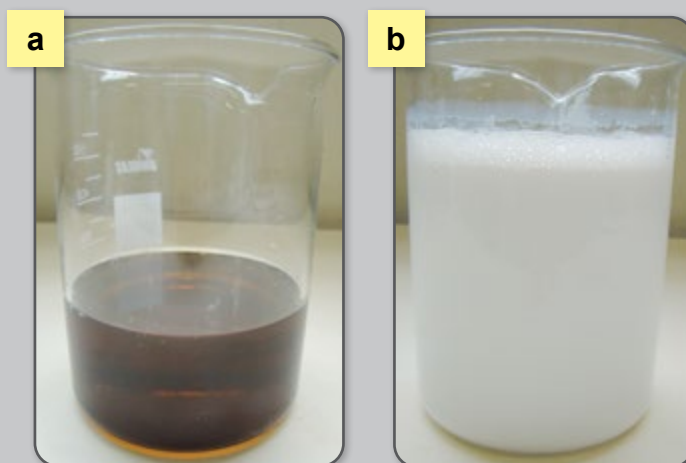
Figura 6 – Produto PS: (a) na forma sólida; (b) dissolvido em água, formando solução verdadeira; Produto WG: (c) na forma sólida; (d) dissolvido em água, formando solução verdadeira; Produto GRDA (e) em embalagem hidrossolúvel e; (f) embalagem hidrossolúvel com produto GRDA sendo dissolvido.



Fonte – Boller, 2018.

- **Formulação concentrado emulsionável (CE):** representa a formulação líquida mais antiga e consiste na mistura do ingrediente ativo com um emulsificante, um solvente derivado do petróleo e, às vezes, um estabilizante e um antiespumante. O resultado da diluição de um CE em água é uma emulsão, geralmente de aspecto leitoso, na qual glóbulos líquidos ficam dispersos na água. A estabilidade da emulsão é muito maior que da suspensão, implicando em menor necessidade de agitação da calda. Não sendo composta por partículas sólidas, a calda resultante da mistura de um CE com água causa menores níveis de desgaste e de obstrução de filtros e pontas. (MATUO *et al.*, 2010).

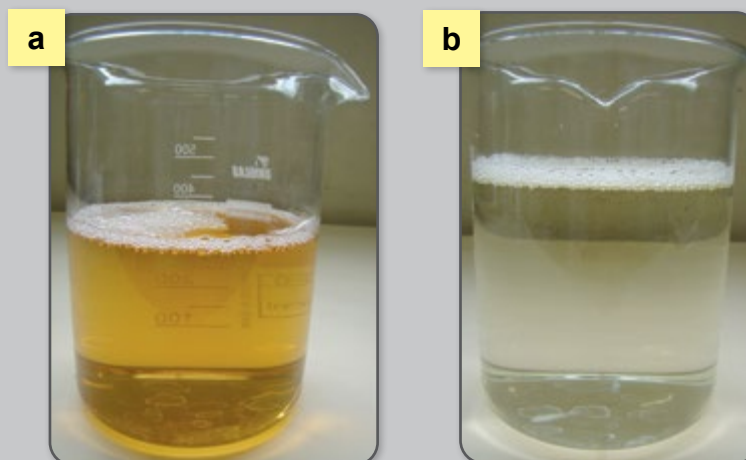
Figura 7 – Produto CE: (a) antes da diluição e; (b) após a diluição em água.



Fonte – Boller, 2018.

- **Formulação concentrado solúvel ou solução aquosa concentrada (CL, SAQ ou Saq C):** é uma formulação líquida para ser diluída em água. O ingrediente ativo solúvel, geralmente na forma de sal, é dissolvido em água, formando uma solução verdadeira. Não forma precipitados e não requer muita atenção com a agitação da calda. É utilizada para diversos herbicidas e permite, muitas vezes, reduzir a classe toxicológica de um produto, pela menor toxicidade dos adjuvantes, quando comparada a um CE. (MATUO *et al.*, 2010).

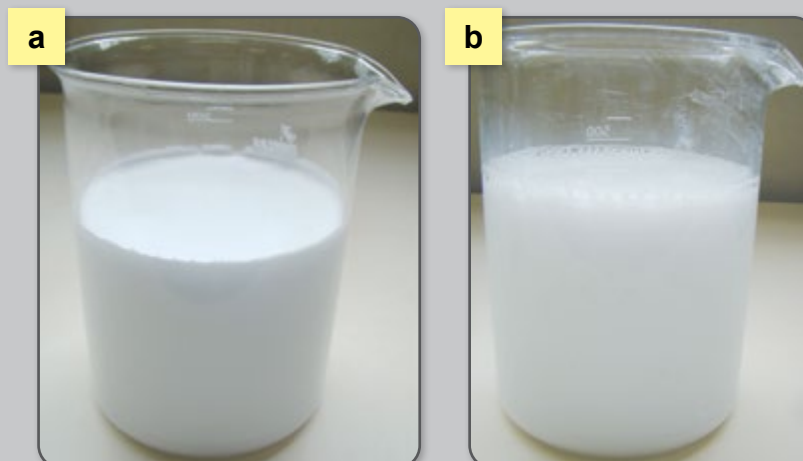
Figura 8 – Produto CL, SAQ ou Saq C: (a) antes da diluição e; (b) após a diluição em água (solução verdadeira).



Fonte – Boller, 2018.

- **Formulação suspensão concentrada (SC):** é uma formulação líquida de duas fases que contém o princípio ativo sólido, em suspensão num líquido, capaz de ser diluída em água, originando uma suspensão. (MATUO et al., 2010).

Figura 9 – Produto SC ou FW: (a) antes da diluição e; (b) após a diluição em água (suspensão).



Fonte – Boller, 2018.

A formulação SC foi desenvolvida para contornar as dificuldades apresentadas no preparo das caldas com a formulação PM e também é conhecida como *Flowable* (FW). É uma formulação que está se popularizando entre herbicidas e fungicidas e apresenta facilidades no preparo da calda, quando comparada com PM. No entanto, com relação aos filtros e pontas de pulverização, os cuidados devem ser semelhantes, pois continuam existindo partículas sólidas em suspensão na calda de pulverização capazes de gerar obstruções dos mesmos. Da mesma forma, a calda preparada com produtos SC também requer vigorosa agitação durante a aplicação, para evitar que ocorra a sedimentação de partículas no fundo do tanque do pulverizador. (MATUO *et al.*, 2010).



PRECAUÇÃO

Existem vários tipos de formulações de defensivos agrícolas. Isso significa que há várias formas de se preparar a calda e alguns cuidados que devem ser tomados. As formulações são: pó molhável (PM), pó solúvel (PS), granulado dispersível em água, concentrado emulsionável e suspensão concentrada. Na bula você encontra as informações sobre como preparar a calda com o respectivo defensivo.

2.2 QUALIDADE DA ÁGUA E ADJUVANTES

A água é a substância mais utilizada no preparo das caldas para a pulverização, sendo sua qualidade um fator relevante para o sucesso de um tratamento fitossanitário. Além disso, a utilização de produtos conhecidos como adjuvantes serve para modificar algumas características da calda de pulverização e, com isso, melhorar os efeitos das pulverizações.

2.2.1 Qualidade da água

Sua fórmula química é H_2O e sendo pura (destilada) apresenta-se fracamente ionizada, originando H_3O^+ e OH^- , cujo equilíbrio depende de um pH em torno do neutro (7,0). Na prática, sempre serão encontrados gases, líquidos ou sólidos que se dissolveram na água, o que pode alterar o equilíbrio entre H_3O^+ e OH^- . (KISSMANN, 1998). Alguns aspectos relacionados com a água devem ser considerados para sua utilização com sucesso em aplicações de defensivos.

a) Pureza da água

É um primeiro ponto a considerar e refere-se à ausência de detritos capazes de causar entupimentos nos componentes das máquinas aplicadoras. Além disso, argilas e compostos orgânicos em suspensão podem se ligar quimicamente (adsorção) com ingredientes ativos de produtos fitossanitários e inativar os mesmos no interior do depósito

do pulverizador, mesmo antes de sua aplicação. Esse processo é de grande importância em herbicidas, cujas moléculas apresentam cargas residuais (cátions) e, assim, não toleram a formação de calda com água que contém argila ou matéria orgânica.

b) Temperatura da água

Se for muito baixa ou muito alta, pode afetar a estabilidade das caldas. Para a maioria dos compostos, a temperatura ideal da água fica na faixa compreendida entre 15 °C e 25 °C. O acréscimo de ureia à calda pode causar um importante abaixamento temporário da temperatura.

c) Dureza da água

A existência de cátions (íons com cargas positivas) como o Ca^{++} (cálcio) e o Mg^{++} (magnésio) é denominada dureza da água. Águas classificadas como duras podem causar problemas nas caldas para a pulverização, como a formação de sólidos (flocos) e aglomerados que podem entupir os filtros e as pontas de pulverização dos pulverizadores. Outro inconveniente das águas duras é a possibilidade da reação química entre os cátions presentes na água e as moléculas dos defensivos agrícolas, podendo haver a formação de substâncias insolúveis e prejudicar a atividade biológica desses produtos. (BOLLER; FORCELINI; HOFFMANN, 2007). No Brasil, normalmente os defensivos agrícolas são preparados pelas indústrias para suportar a presença de 20 até 320 ppm (partes por milhão, ou seja, 20 a 320 miligramas por quilograma) de carbonato de cálcio (KISSMANN, 1998). Para corrigir esses problemas causados pela dureza da água, podem ser adicionados no tanque do pulverizador alguns adjuvantes classificados como espalhantes não iônicos ou como quelatizantes (compostos que isolam a carga elétrica e evitam as reações químicas indesejadas causadas pela água dura) antes da preparação da calda. (BOLLER; FORCELINI; HOFFMANN, 2007).

d) pH da água

O pH pode interferir na estabilidade das caldas de produtos fitossanitários e nos efeitos de suas aplicações. Em pH alcalino (acima de 7,0), pode ocorrer a quebra de moléculas dos ingredientes ativos de defensivos agrícolas por meio da ação da água, reação essa conhecida como hidrólise alcalina. Esse tipo de reação entre a água e as moléculas dos ingredientes ativos de defensivos agrícolas pode causar a degradação destas, sendo esse comportamento muito variável de produto para produto e dependente do pH. Normalmente, o pH ácido (abaixo de 7,0) favorece o aumento da meia-vida (tempo que demora para a inativação química de 50% das moléculas do ingrediente ativo de um defensivo agrícola) da calda dos defensivos. Porém, há exceções, em que o pH alcalino aumenta a meia-vida e ainda outros produtos, nos quais a meia-vida da calda é indiferente à variação do pH. Ainda, de modo geral, os

produtos fitossanitários apresentam maior eficiência quando as caldas são um pouco ácidas, com pH entre 6,0 e 6,5. Os herbicidas de caráter ácido fraco, por sua vez, requerem pH menor, podendo o ideal ser em torno de 4,5 a 5,5.

A neutralização de íons presentes na água e o abaixamento do pH podem ser realizados acrescentando-se alguns adjuvantes acidificantes ou abaixadores de pH, antes da colocação dos defensivos no depósito do pulverizador. De modo geral, a neutralização de íons presentes na água é mais importante do que a redução do pH da calda. Um dos produtos mais utilizados para neutralizar o efeito dos sais na calda de pulverização é o sulfato de amônio, variando a dose de 1,0 a 2,0 kg para cada 100 L de calda, de acordo com a dureza da água. Também é usado o nitrato de amônio líquido, presente em alguns adjuvantes. Para reduzir o pH, também são utilizados ácidos fracos, como o ácido cítrico, o ácido acético e o ácido muriático. (THEISEN; RUEDELL, 2004).



PARA SABER MAIS

Como você já deve imaginar, o líquido mais utilizado para preparar a calda para pulverização é a água, que deve ter muita qualidade para os defensivos funcionarem corretamente e para que os filtros dos pulverizadores não entupam. Para isso, você precisa verificar a pureza, a temperatura, a dureza e o pH da água que será usada na mistura:

- **Pureza**, como o próprio nome diz, é quando a água não está misturada com sujeiras (argila, restos de animais e plantas etc.).
- Para que os defensivos sejam bem diluídos, a **temperatura** da água deve estar entre 15 °C e 25 °C.
- A água **dura** tem grande quantidade de sais de cálcio e de magnésio que, quando se misturam com os defensivos, podem formar flocos que entopem os bicos dos pulverizadores.
- Quanto maior o **pH** da água, ela será mais básica, quanto menor, mais ácida. O fato de o pH da água estar muito alto ou muito baixo pode influenciar no tempo em que os defensivos agrícolas ficam agindo na produção.

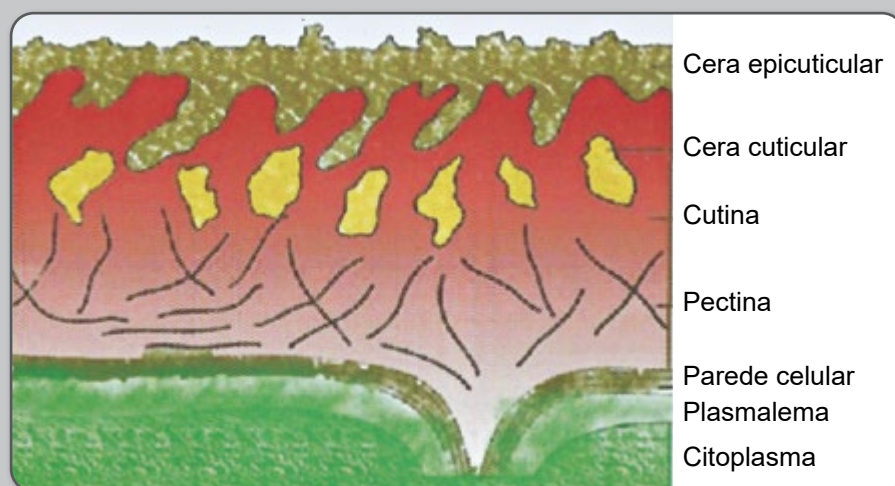
2.2.2 Adjuvantes

Para produzir os efeitos desejados, os defensivos agrícolas necessitam ser depositados sobre partes vegetais, como folhas, ramos e frutos. Alguns devem manter-se protegendo essas superfícies, enquanto que outros necessitam penetrar nos tecidos vegetais para exercer sua ação. (KISSMANN, 1998).

A principal via de absorção dos produtos fitossanitários sistêmicos pelas superfícies vegetais (folhas) apresenta uma barreira contra a penetração de

líquidos denominada cutícula, cujas características variam de espécie para espécie e dependem da idade dos órgãos vegetais e das condições climáticas. (QUEIRÓZ MARTINS; CUNHA, 2008).

Figura 10 – Representação dos componentes da superfície foliar.



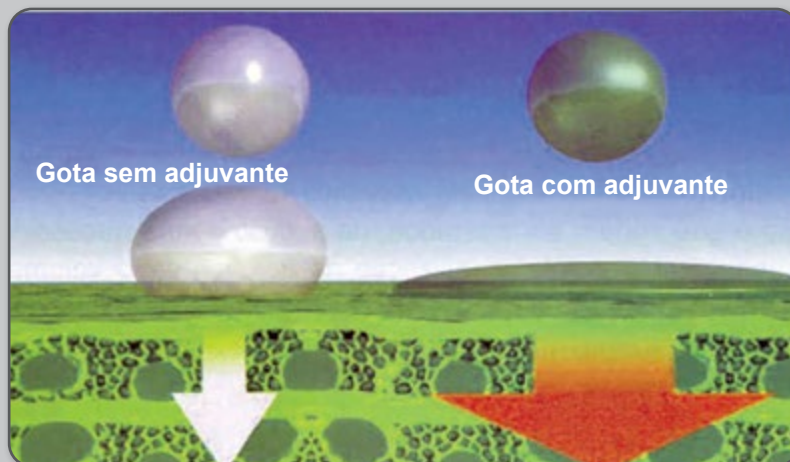
Fonte – Theisen; Ruedell, 2004.

Em condições de baixa umidade no solo e à medida que a idade das folhas aumenta, a espessura da cutícula aumenta, dificultando ainda mais a penetração dos defensivos diluídos em água. Alta temperatura e baixa umidade relativa do ar fazem com que as plantas acionem seus mecanismos de defesa contra as perdas de água pela superfície das folhas. Isso também dificulta a penetração dos produtos aplicados pela cutícula das folhas. Por outro lado, temperatura adequada e umidade relativa do ar elevada permitem maior hidratação da cutícula e facilitam a penetração e a atuação de produtos fitossanitários nas folhas das plantas. (THEISEN; RUEDELL, 2004).

Para vencer a barreira representada pela cutícula à penetração dos defensivos, são utilizadas substâncias inertes, denominadas adjuvantes. Esses são capazes de modificar as características da pulverização e o comportamento dos produtos aplicados sobre as superfícies vegetais. Os adjuvantes podem fazer parte da formulação dos produtos fitossanitários ou podem ser adicionados à calda no momento da pulverização. (THEISEN; RUEDELL, 2004).

Dentre os efeitos dos adjuvantes, destaca-se a redução da tensão superficial das gotas pulverizadas, causando seu achatamento, o que aumenta sua superfície de contato com o alvo da pulverização, aumentando também a cobertura desse alvo, podendo aumentar a penetração dos produtos nas plantas. (QUEIRÓZ; MARTINS; CUNHA, 2008).

Figura 11 – Ação de achatamento das gotas por adjuvantes tensoativos (espalhantes).



Fonte – Theisen; Ruedell, 2004.

! ATENÇÃO

A adição de adjuvantes às caldas de pulverização pode ser importante, porém não deve ser uma prática generalizada e sem critérios. Cada defensivo tem os próprios adjuvantes na formulação, e o uso indiscriminado de outros adjuvantes no momento da aplicação pode resultar em efeitos contrários a seu desempenho ou não trazer benefício algum. Assim, a adição de adjuvantes às caldas deve ser uma prática analisada caso a caso e baseada em conhecimentos técnicos e resultados de pesquisas. (QUEIRÓZ; MARTINS; CUNHA, 2008).

2.3 ALVOS DAS APLICAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Os locais exatos em que se deseja depositar um defensivo, para que ele possa apresentar sua máxima eficiência biológica, são conhecidos como alvos das pulverizações.

O alvo de uma pulverização pode ser representado pela parte de uma planta cultivada que se deseja proteger, uma planta daninha ou suas sementes no solo, uma praga no interior do solo, os esporos de um fungo que se depositam em partes das plantas ou mesmo uma praga ou doença instalada na parte aérea de uma cultura.

O sucesso dos tratamentos fitossanitários depende, em grande parte, da identificação, quantificação e localização do alvo a ser atingido. O tamanho, o formato,

a natureza da superfície e outras características do alvo influenciam no impacto e na retenção das gotas pulverizadas. De acordo com as características do alvo e das condições ambientais, deve-se selecionar os defensivos, seus respectivos adjuvantes e os equipamentos de aplicação mais eficazes para atingi-lo, buscando sempre o menor desperdício possível de produtos e o melhor efeito biológico.

ATENÇÃO

Para saber qual defensivo agrícola é o mais adequado e quais equipamentos você deve usar para a aplicação, primeiro você precisa definir que pragas, doenças ou plantas daninhas está combatendo, bem como qual a quantidade delas e onde estão localizadas.

2.4 APLICAÇÕES X PULVERIZAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Para muitas pessoas, palavras como "aplicação" e "pulverização" podem ser sinônimos. Isso é um engano e, por esse motivo, há necessidade de conceituar corretamente esses dois termos.

Pulverização é um processo mecânico de geração de gotas por meio de um volume de líquido conhecido como calda (contém água + agrotóxicos + adjuvantes). Essas gotas são distribuídas sobre uma área cultivada, visando a alcançar o alvo dos agrotóxicos utilizados.

Por sua vez, aplicação é a deposição do agrotóxico no local onde sua ação é desejada, ou seja, no alvo da pulverização. Infelizmente, na prática, existem diferenças marcantes entre pulverização e aplicação, de modo que somente uma parte do volume pulverizado pelas máquinas aplicadoras efetivamente se deposita no alvo, constituindo a aplicação. Outra parte do volume de calda pulverizado é perdida, como será mais detalhado em outras partes desse material.

Em muitos casos, a parte da pulverização que se torna uma aplicação pode ser menos da metade do volume de calda pulverizada. A quantidade das perdas que ocorrem durante o processo da pulverização é muito influenciada pelas regulagens das máquinas aplicadoras, pelas condições do ar (temperatura e umidade relativa do ar e velocidade do vento) e também pelas características da calda pulverizada.

VOCÊ SABIA?

Pulverização e aplicação são coisas diferentes: pulverizar é transformar o defensivo agrícola, que é um líquido, em gotas. Aplicar é colocar o agrotóxico onde é necessário.

2.5 CONCEITOS RELACIONADOS À TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas baseia-se em conceitos inter-relacionados, que definem aspectos quantitativos e qualitativos de uma aplicação. Os conceitos mais importantes para o conhecimento de aplicadores de agrotóxicos serão discutidos nas páginas seguintes.

2.5.1 Vazão (q)

Representa a quantidade, em volume de calda distribuída por unidade de tempo. A vazão costuma ser expressa em litros por minuto ou litros por hora (L/min ou L/h). Pode-se considerar a vazão de um só bico, de toda a barra pulverizadora ou da bomba do pulverizador.

Alguns dos fatores mais importantes que afetam a vazão são os tipos de pontas de pulverização, o diâmetro de seus orifícios e a pressão exercida sobre o líquido que flui através das mesmas.

2.5.2 Volume de calda, taxa de aplicação ou volume de pulverização (Q)

É a **quantidade de calda** aplicada por unidade de **área**, expressa em litros por hectare (L/ha) ou litros por alqueire (L/alq.).

Na definição do volume de calda a ser distribuído por unidade de área tratada, deve-se levar em consideração, de modo especial, as características do alvo, as condições ambientais, o modo de ação, a formulação e o tipo de agrotóxico.

A distribuição de determinado volume de calda por unidade de área depende do equipamento, de sua velocidade de deslocamento, da vazão de seus bicos e da distância ou do espaçamento entre os bicos.

Os volumes de aplicação variam desde o ultra-ultrabaixo volume até o alto volume, porém não existe consenso para os limites que definem essas categorias. Para culturas anuais, aceitam-se volumes de 200 a 300 L/ha como altos, enquanto que volumes em torno de 80 a 120 L/ha são considerados baixos.

A redução dos volumes de calda aplicados é uma tendência da atualidade e apresenta uma série de vantagens técnicas e econômicas. Entretanto, somente deve ser adotada com o devido acompanhamento por pessoal técnico capacitado, sob pena de resultar em baixa eficácia biológica, aumento de perdas e de contaminação do ambiente, além de insucesso dos tratamentos aplicados.

2.5.3 Faixa de pulverização ou faixa de deposição (f)

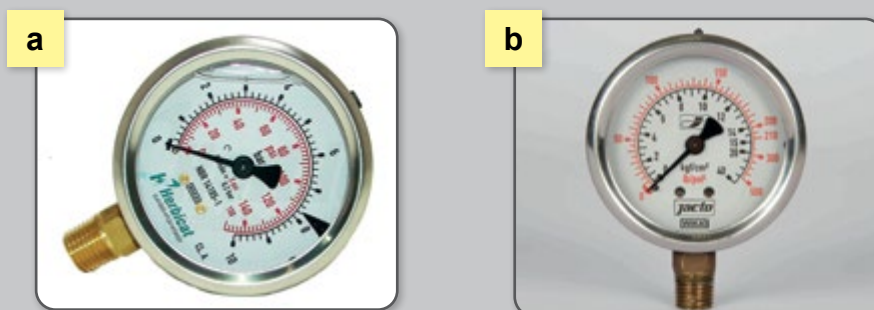
Refere-se à largura total da área tratada por uma barra ou por apenas um bico, a cada passada da máquina aplicadora. A faixa de deposição é medida sobre o terreno ou a cultura a ser tratada (alvo) e sua unidade é o metro (m). O conhecimento da faixa de pulverização de um bico ou de uma barra é indispensável por ocasião da regulagem e da calibração de uma máquina aplicadora, assim como para os cálculos de sua capacidade de trabalho. A faixa correspondente a um bico é igual ao espaçamento entre os bicos na barra. Outros fatores que interferem no espaçamento entre bicos serão abordados no item Pontas de pulverização. (COSTA, 2009).

2.5.4 Pressão de pulverização

A pressão hidráulica é utilizada para quebrar a tensão superficial da água, produzindo gotas. Quando um jato de líquido passa do interior do pulverizador através do orifício da ponta para o ambiente externo que está sob menor pressão, origina-se um filme líquido que, ao se afastar da origem, se rompe originando gotas. Quanto maior a diferença entre a pressão interna e a externa, maior será o número de gotas produzidas e menores serão seus diâmetros.

Para medir a pressão, são utilizados instrumentos denominados manômetros. As unidades de pressão mais comuns são lbf/pol² (PSI) ou kgf/cm². Unidades como atm e bar são aproximadamente equivalentes a kgf/cm² (1,0 atm = 1,013 bar, 1,0 atm = 1,033 kgf/cm²). A conversão da pressão, de PSI para kgf/cm², requer a divisão do valor em PSI por 14,22. De PSI para bar, basta dividir o valor em PSI por 14,5. Da mesma forma, multiplicando-se o valor da pressão dada em kgf/cm² por 14,22, ou da pressão dada em bar por 14,5 obtém-se, respectivamente, os valores da pressão correspondente, em PSI.

Figura 12 – Manômetros para pulverizadores, com escalas em PSI e kgf/cm² (a) e em PSI e bar (b).



Fonte – Herbicat, [s.d.]a.; SENAR AR/SP, 2018.

Tabela 1 – Conversões de pressão de PSI para bar e kgf/cm² e de bar para PSI e kgf/cm².

PSI	Bar	kgf/cm ²	Bar	PSI	kgf/cm ²
15	1,03	1,05	1,0	14,50	1,02
20	1,38	1,41	1,5	21,75	1,53
30	2,07	2,11	2,0	29,01	2,04
40	2,76	2,81	2,5	36,26	2,55
45	3,10	3,16	3,0	43,51	3,06
50	3,45	3,52	3,5	50,76	3,57
60	4,14	4,22	4,0	58,02	4,08
70	4,83	4,92	4,5	65,27	4,59
75	5,17	5,27	5,0	72,52	5,10
80	5,52	5,62	5,5	79,77	5,61
90	6,21	6,33	6,0	87,02	6,12
100	6,89	7,03	6,5	94,27	6,63
105	7,24	7,38	7,0	101,53	7,14
120	8,27	8,44	7,5	108,78	7,65
150	10,34	10,55	8,0	116,03	8,16

Fonte – Boller, 2018.

A pressão a ser utilizada depende principalmente do modelo de ponta, das condições ambientais e do grau de cobertura e penetração desejado para as gotas. Pequenas variações na pressão podem servir para calibrar o equipamento, na busca do volume de pulverização pretendido.

Pressão insuficiente resulta em jatos irregulares, abertura insuficiente do ângulo dos jatos e cobertura deficiente do alvo. Por outro lado, pressão excessiva ocasiona desgaste prematuro das pontas e dos demais órgãos ativos do equipamento e facilita a ocorrência da deriva. De modo geral, as pontas de jatos planos (leques) são operadas com pressões variando de 30 a 60 lbf/pol² (2,0 a 4,0 bar) e pontas de jatos cônicos vazios entre 40 e 300 lbf/pol² (2,8 a 20,0 bar).



ATENÇÃO

Para aplicar um defensivo agrícola corretamente, você precisa considerar alguns pontos:

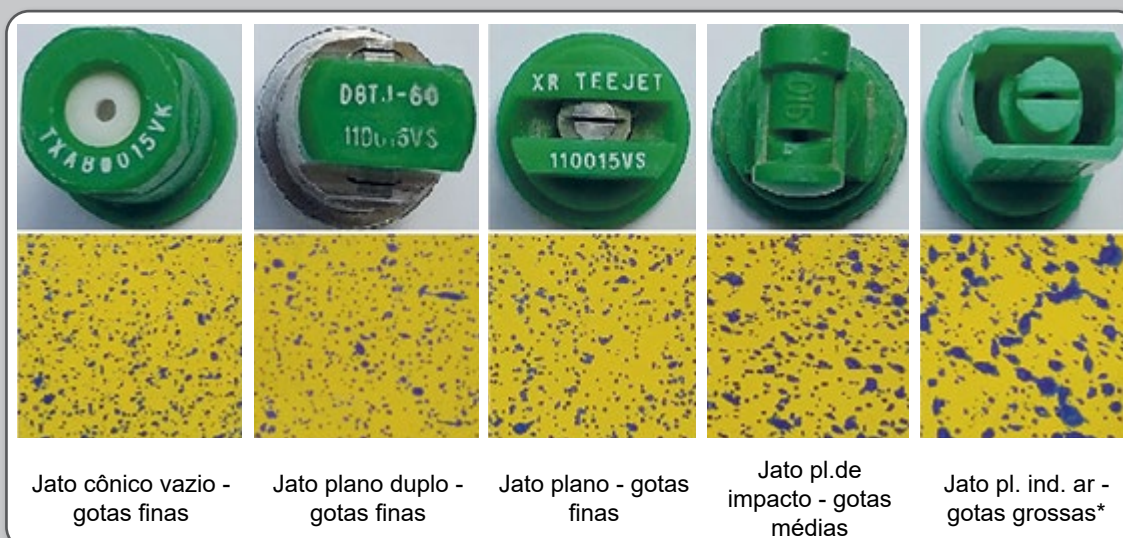
- Vazão: é quantidade (volume) de defensivo que sai dos aplicadores em determinado tempo.
- Volume de calda: é a quantidade de calda que é aplicada em determinado espaço (área).
- Faixa de pulverização: largura total da área tratada a cada passada da máquina aplicadora.
- Pressão de pulverização: é a força gerada pela bomba do equipamento de pulverização para fazer com que o defensivo agrícola saia em forma de gotas.

2.5.5 Diâmetro das gotas

O diâmetro das gotas é uma das características mais importantes de uma pulverização e representa o tamanho das gotas expresso em micrometros (μm). Depende do tipo de ponta, de sua vazão, da pressão de pulverização e de seu estado de conservação.

O tamanho das gotas de uma pulverização é medido em micrometros (μm), que é a milésima parte de um milímetro, lembrando que um milímetro é a décima parte de um centímetro. Assim, gotas com diâmetro de 100 μm (ou 0,1 mm) são consideradas gotas finas e seu diâmetro é equivalente ao de um fio de cabelo humano. A medição do tamanho das gotas de uma pulverização requer equipamentos apropriados, baseados em técnicas de raio laser e somente pode ser realizada em laboratórios especializados. Uma tentativa para realizar as medições dos tamanhos das gotas e que pode ser útil no campo é a utilização de cartões sensíveis à água, sobre os quais as gotas pulverizadas imprimem manchas de cor azulada.

Figura 13 – Algumas pontas de pulverização e respectivos tamanhos de gotas em cartões sensíveis.



*Pontas de jatos planos com indução de ar da geração Venturi II – gotas grossas a muito grossas.

Fonte – Boller, 2018.

Embora a utilização de cartões sensíveis à água seja um método fácil para um comparativo visual da qualidade de uma pulverização, sua precisão deixa a desejar, pois grande parte das gotas, muito finas, menores de 100 μm , pode não se depositar nos cartões. Da mesma forma, quando se observa manchas muito grandes nos cartões, essas podem ser resultantes de mais de uma gota depositadas muito próximas, o que pode resultar em uma falsa ideia do tamanho real das gotas.

Ainda, dependendo da composição da calda (especialmente no caso da utilização de adjuvantes espalhantes), as manchas azuladas originadas pelo depósito de gotas (impactos) sobre os cartões sensíveis poderão ser muito maiores do que as gotas que lhes deram origem. Por esses motivos, os cartões sensíveis devem ser utilizados dentro de suas reais limitações.

No mercado existem diversos programas computacionais (alguns livres e outros pagos) que, após a leitura da imagem de um cartão sensível, conseguem realizar a contagem, estimar o tamanho das gotas, classificar a qualidade da pulverização e até mesmo avaliar a percentagem da superfície do cartão coberta pela pulverização.

Conforme Velloso, Gassen e Jacobsen (1984), gotas com diâmetro em torno de 100 μm são consideradas adequadas para a aplicação de inseticidas e fungicidas. Para herbicidas pós-emergentes, são adequadas as gotas com diâmetro entre 200 e 300 μm e para herbicidas pré-emergentes e de pré-plantio incorporado (PPI), gotas de 300 a 500 μm . As gotas maiores também são recomendadas quando há necessidade de controlar a deriva, o que pode ser obtido com o uso de pontas especialmente desenhadas para essa finalidade, bem como por meio da redução da pressão de trabalho, quando a ponta permitir esta alternativa.



VOCÊ SABIA?

O tamanho da gota depende do tipo de ponta que você utiliza no pulverizador, da vazão do defensivo agrícola, da pressão de pulverização e do estado de conservação do pulverizador. Cada tipo de defensivo tem um tamanho de gota mais apropriado para a aplicação. Você também precisa escolher o tipo de ponta correto de acordo com o clima para evitar que o produto se espalhe além do local onde deve ser aplicado.

2.5.6 Deriva

A deriva consiste em um dos mais sérios problemas que podem ocorrer durante uma aplicação de defensivos agrícolas. As gotas geradas pelas máquinas aplicadoras, ao deslocarem-se desde a máquina até o alvo, podem ser arrastadas pelo vento ou por correntes aéreas ascendentes, causando perdas e alcançando locais indesejados, vindo a contaminar áreas próximas ou distantes, fora do local de aplicação.

Quanto menor o diâmetro das gotas, maior sua suscetibilidade à deriva. Pressões de pulverização elevadas e pontas desgastadas são fatores que podem ocasionar excessivas perdas por deriva do volume pulverizado. Esse fenômeno assume particular importância no emprego de herbicidas não seletivos (dessecantes), que podem causar injúrias ou danos em plantas próximas ou até mesmo quando aplicados a centenas de metros de distância delas.

Devido ao fato de que o tamanho das gotas de uma pulverização gerada por pontas de energia hidráulica é bastante desuniforme, uma parte dessas gotas será mais suscetível à deriva, constituindo o chamado potencial de risco de deriva (PRD).

Entende-se por PRD a percentagem do volume pulverizado, constituído por gotas menores que 150 μm , que pode ser perdida por deriva e também por evaporação das gotas derivadas. (COUTINHO; CORDEIRO; MOTTA, 2005).

Órgãos normatizadores internacionais, como Conselho Britânico de Proteção de Culturas (BCPC) e Associação Americana de Engenharia Agrícola e Biológica (ASABE) estabeleceram os limites de oito classes de 'qualidade de pulverização', com base no tamanho das gotas geradas conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Classes de tamanho de gotas segundo normas ASABE S-572.1 e BCPC com as respectivas características e potencial de risco de deriva.

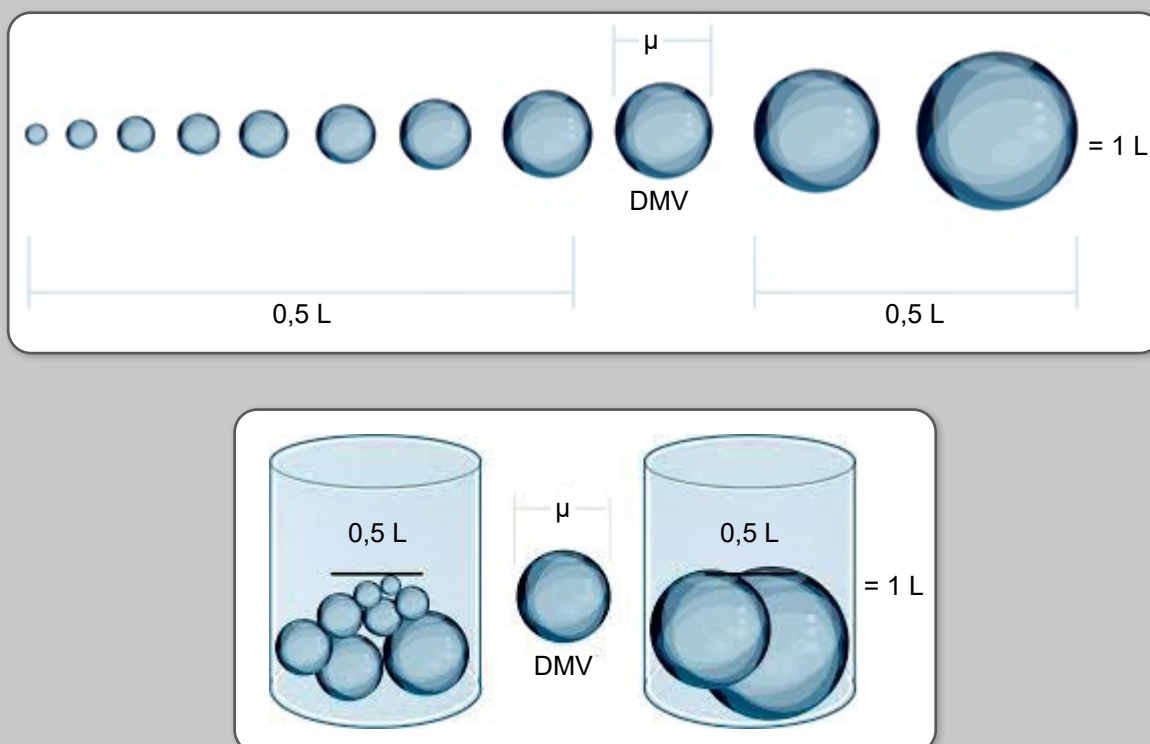
Classe da pulverização	DMV aproximado (norma ASABE)	DMV (norma BCPC)	PRD (norma BCPC)
Extremamente fina	< 60 μm	----	----
Muito fina	61 - 105 μm	< 119 μm	57%
Fina	106 - 235 μm	120 - 216 μm	20 - 57%
Média	236 - 340 μm	217 - 352 μm	5,7 - 20%
Grossa	341 - 403 μm	353 - 464 μm	2,9 - 5,7%
Muito grossa	404 - 502 μm	> 464 μm	< 2,9%
Extremamente grossa	503 - 665 μm	----	----
Ultragrossa	> 666 μm	----	----

Fonte – Adaptado de ASABE, 2009; Coutinho; Cordeiro; Motta, 2005.

Essas classes ou categorias de tamanho de gotas foram baseadas, entre outros aspectos, no diâmetro mediano volumétrico (DMV). Para melhor entender, se todas as gotas de uma amostra forem colocadas em ordem, desde a menor até a maior delas, DMV é o diâmetro da gota que divide essa amostra em duas metades de volume, conforme demonstrado na Figura 14. Na prática, isso significa que a metade do volume dessa pulverização é constituído por gotas menores que o DMV e a outra metade por gotas maiores que o DMV. Como já foi descrito anteriormente, a medida para expressar o DMV também é o micrometro (μm).

Ainda com relação à Tabela 2, chama-se atenção para as categorias de gotas mais fina e mais grossa, que não são indicadas para uso agrícola. Uma exceção a essa regra vem sendo proposta para aplicação de alguns herbicidas sistêmicos da classe dos hormonais. Para minimizar o risco de deriva e contaminação de áreas vizinhas, esses herbicidas somente poderão ser pulverizados com pontas que produzem gotas de categoria ultragrossa.

Figura 14 – Ilustração do significado de diâmetro mediano volumétrico (DMV) de uma amostra de gotas de uma pulverização.



Fonte – Phytusclub, [s.d.].

As oito gotas menores, da esquerda para a direita, somam o mesmo volume de líquido que as duas gotas da direita. O tamanho da gota que divide essas duas metades do volume pulverizado é o valor do DMV, que é medido em μm .



ALERTA ECOLÓGICO

A deriva acontece quando as gotas do defensivo agrícola se espalham fora da área de aplicação. Esse é um problema muito sério porque pode causar a contaminação de pessoas, animais e plantas. Quanto menor for o tamanho das gotas, mais fácil é de acontecer a deriva.

2.5.7 Densidade de gotas

O número de gotas distribuídas por unidade de área do alvo é denominado densidade de gotas. À medida que o volume de calda aplicado é reduzido, deve-se dar maior atenção à densidade de gotas. Esta, para um mesmo volume de pulverização, é função do diâmetro das gotas, que por sua vez depende do tipo de ponta, de sua vazão e da pressão de pulverização. (COSTA, 2009).

As características do alvo biológico são de fundamental importância na determinação da densidade de gotas de uma pulverização. Para manter a mesma densidade, à medida que o volume de uma pulverização é reduzido, o diâmetro das gotas também deve diminuir.

Na Tabela 3 observa-se uma recomendação para a densidade de gotas que leva em conta diferentes alvos biológicos e classes de defensivos agrícolas. Convém salientar que nas aplicações com baixos volumes é muito mais importante dar atenção às condições ambientais durante a aplicação do que nas aplicações com alto volume, uma vez que a redução do volume aplicado implica na diminuição do diâmetro das gotas, para que seja mantida a mesma densidade de gotas. Assim, as gotas menores tornam a pulverização mais sensível às perdas por deriva e por evaporação.

Tabela 3 – Densidade de gotas para a aplicação de diferentes classes de defensivos agrícolas.

CLASSE DE PRODUTO	GOTAS / cm ²
INSETICIDAS	20 a 30
HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES	20 a 30
HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES	30 a 40
FUNGICIDAS SISTÊMICOS	30 a 40
FUNGICIDAS DE CONTATO (PROTETORES)	Mais de 70

Fonte – Adaptado de Ozeki; Kunz *apud* Guedes; Dornelles, 1998.

A cobertura necessária de cada alvo a ser pulverizado é um ponto de fundamental importância. As gotas aplicadas deverão se depositar em quantidade suficiente, nas partes das plantas cultivadas ou no solo, onde deverão exercer seu efeito. Para equacionar essa questão, são necessários conhecimentos a respeito do modo de ação dos produtos que estão sendo aplicados. Na Tabela 4 há uma sugestão de densidade e tamanho de gotas a serem aplicadas, de acordo com o tipo de defensivo.

É preciso considerar, ainda, que o comportamento das gotas sobre o alvo pode exigir maior ou menor densidade de cobertura, uma vez que aspectos como a anatomia foliar, seu ângulo em relação ao horizonte e a presença de pelos ou ceras superficiais podem interferir na deposição delas.

Quando se trata de aplicações de inseticidas e, principalmente, de fungicidas, é importante levar em conta que diferentes culturas, assim como diversos estágios de desenvolvimento das plantas, apresentam variações importantes na área foliar, o que deverá ser considerado na definição da cobertura e do volume de calda a utilizar.

Como exemplo, uma cultura com índice de área foliar 4,0 significa que, para cada metro quadrado de solo, as plantas têm 4,0 m² de superfície foliar. Nesse caso, para proporcionar uma cobertura adequada por fungicidas protetores, há necessidade

de multiplicar a cobertura (número de gotas/cm²) por 4,0, mesmo sabendo que nem todas as folhas das plantas receberão a mesma quantidade de gotas.

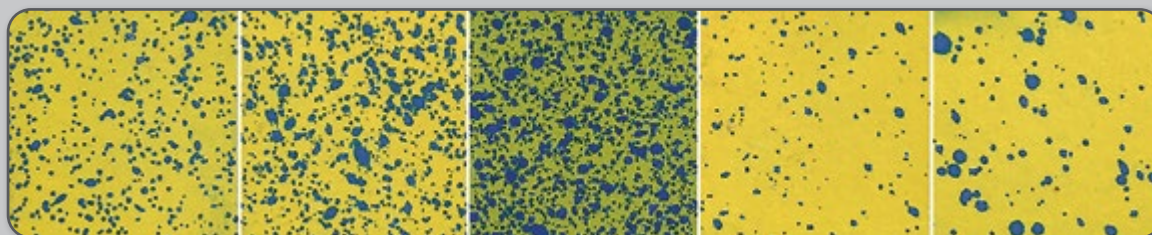
Tabela 4 – Valores básicos de cobertura (gotas/cm²) e tamanho das gotas expresso segundo seu DMV (µm), em função do tipo de produto fitossanitário.

Produto fitossanitário	Cobertura (gotas / cm ²)	DMV das gotas (µm)
Herbicida pré-emergente	20 - 30	400 - 600
Herbicida pós-emergente (plântulas)	30 - 40	150 - 250
Herbicida pós-emergente de contato	50 - 70	150 - 250
Herbicida pós-emergente sistêmico	30 - 40	150 - 250
Fungicida protetor ou de contato	50 - 70	100 - 200
Fungicida sistêmico	30 - 40	200 - 300
Inseticida de contato	40 - 50	100 - 200
Inseticida sistêmico	20 - 30	200 - 300

Fonte – Márquez, 1997.

A definição do tamanho das gotas a ser utilizado deverá considerar as condições ambientais no momento da aplicação, com vistas à minimização das perdas por deriva e evaporação, como será discutido logo a seguir. Nesse sentido, as gotas maiores são as mais seguras, no entanto, existe um limite a ser considerado. Quando o alvo biológico é a parte aérea das plantas, as gotas muito grandes (muito pesadas), além de apresentarem menor capacidade de penetração entre as folhas da cultura, podem escorrer, depositando-se no solo. Na Figura 15 são apresentadas algumas imagens de cartões sensíveis, onde é possível observar diferentes qualidades de cobertura.

Figura 15 – Imagens de impactos de gotas em cartões sensíveis à água.



Fonte – Boller, 2018.

Da esquerda para a direita, as três imagens de cartões sensíveis representam coberturas adequadas para inseticidas, fungicidas e herbicidas de contato, enquanto as duas imagens da direita indicam cobertura suficiente para herbicidas sistêmicos e insuficientes para inseticidas, fungicidas e herbicidas de contato.

VOCÊ SABIA?

Densidade de gotas é o número de gotas que são pulverizadas em determinado espaço. A densidade depende do tipo de ponta do pulverizador, de sua vazão e da pressão de pulverização. Para cada tipo de defensivo há uma densidade e um tamanho de gota mais adequados.

2.5.8 Evaporação de gotas

De acordo com a temperatura e a umidade relativa do ar, podem ocorrer perdas de produtos fitossanitários por meio da evaporação. Quanto menor o diâmetro das gotas, mais rápida sua evaporação.

Para prevenir perdas de defensivos agrícolas por evaporação, devem-se evitar aplicações quando a temperatura do ar ultrapassa 30 °C e a umidade relativa do ar fica abaixo de 55 a 60%. A duração das gotas é afetada pela temperatura e pela umidade relativa do ar, conforme pode ser verificado na Tabela 5.

Na maioria dos casos, em condições de baixa umidade relativa e alta temperatura do ar, além de se reduzir o tempo de duração das gotas, a velocidade de absorção delas pelos tecidos vegetais é reduzida, dificultando a atuação dos defensivos aplicados.

Tabela 5 – Tempo de duração de gotas de água com diferentes diâmetros, em função da temperatura e da umidade relativa do ar.

Condições atmosféricas	Temperatura de 20 °C			Temperatura de 30 °C		
	Umidade relativa de 80%			Umidade relativa de 50%		
Diâmetro (µm)	200	100	50	200	100	50
Duração das gotas (s)	200	50	12,5	56	14	3,5

Fonte – ICI *apud* Velloso; Gassen; Jacobsen, 1984.

ATENÇÃO

Por serem líquidos, os defensivos agrícolas evaporam. Se a evaporação acontecer muito rapidamente, o defensivo não vai ter o efeito esperado. Então, para evitar isso, é melhor que você não aplique defensivos quando a temperatura do ar estiver muito alta (maior que 30 °C) e o ar estiver muito seco (umidade relativa abaixo de 55 a 60%).

2.5.9 Cobertura

Trata-se da porcentagem da superfície do alvo atingida pela pulverização. A cobertura desejada depende das características do alvo da pulverização e do produto a ser aplicado. Defensivos que apresentam ação de contato requerem maior cobertura do alvo, enquanto que os produtos sistêmicos são eficazes com menor cobertura. Os herbicidas sistêmicos apresentam translocação eficiente, ao passo que fungicidas, mesmo denominados sistêmicos, especialmente na cultura da soja, costumam apresentar apenas movimento translaminar (aplicados em uma face da folha, previnem o desenvolvimento de fungos na face oposta).

Quando o alvo é representado por pragas de grande mobilidade, como as lagartas, a cobertura pode ser menor, já que, ao se deslocarem e ao se alimentarem de partes das plantas, as pragas poderão ingerir quantidades de inseticida suficientes para provocar sua morte. O controle de pragas sugadoras e de moléstias, alvos com baixa ou nenhuma mobilidade, requer uma cobertura uniforme do alvo biológico.

A cobertura necessária, o diâmetro das gotas aplicadas (já apresentadas na Tabela 4) e a superfície exposta do alvo (índice de área foliar) determinam a necessidade de utilizar diferentes volumes de pulverização. É importante reforçar o aspecto do índice de área foliar, uma vez que a mesma cultura, em diferentes momentos de seu ciclo, apresenta diferentes valores desse indicador.



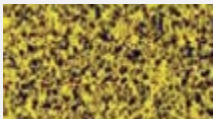
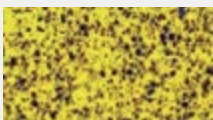
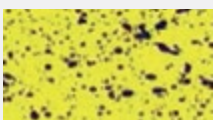
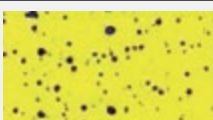
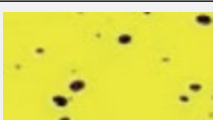
VOCÊ SABIA?

Cobertura é a porcentagem da superfície de um alvo coberto por uma pulverização e depende do tipo de plantação que você está pulverizando e de qual produto está usando.

2.5.10 Penetração

A capacidade das gotas em vencer a barreira física constituída pela folhagem das plantas, atingindo pontos no interior destas, denomina-se penetração. A pressão de operação, o diâmetro das gotas e o volume de pulverização influenciam na penetração. O Quadro 1 ilustra os níveis de cobertura dos alvos, os riscos de deriva e evaporação, a habilidade de penetração e os riscos de escorrimento obtidos com diferentes classes de tamanhos de gotas.

Quadro 1 – Imagens de cartões sensíveis à água, ilustrando cobertura visual decrescente de cima para baixo e riscos de deriva, evaporação, capacidade de penetração em dossel fechado e suscetibilidade ao escoamento, associados à pulverização com diferentes categorias de tamanhos de gotas.

Classe de gotas		Cobertura	Risco de deriva	Evaporação	Penetração	Escoamento
VF	Muito fina		Muito Alta	Muito Alta	Ótima	Muito baixa
F	Fina		Alta	Alta	Boa	Baixa
M	Média		Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
C	Grossa		Baixa	Baixa	Baixa	Moderada
VC	Muito grossa		Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Alta
XC	Extremamente grossa		Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito Alta

Fonte – Jacto Máquinas Agrícolas, [s.d.].

As características do alvo biológico e do produto fitossanitário a ser aplicado determinam o grau de penetração necessário. Quando o alvo biológico se encontra no interior da folhagem, deve-se utilizar equipamentos e regulagens que proporcionem maior penetração das gotas geradas. Nesse caso, o espaçamento reduzido entre as linhas das culturas e as aplicações mais tardias, em relação ao ciclo das plantas, podem dificultar a penetração das gotas, sendo a recíproca verdadeira. Nesse sentido, aplicações de fungicidas realizadas preventivamente apresentam maior probabilidade de sucesso, uma vez que as folhas das camadas inferiores ainda podem ser atingidas e protegidas pelas gotas da pulverização (menor barreira física contra a penetração das gotas no interior da ‘copa’ das plantas). Da mesma forma, aplicações tardias de fungicidas encontram dificuldades de cobertura de todas as folhas das plantas e, por esse motivo, podem resultar em controle de doenças abaixo do esperado.

Quando o alvo a ser tratado for a superfície do solo, não há necessidade de se preocupar com a penetração, devendo ser utilizadas pontas que operam com baixa pressão e produzem gotas grandes, resistentes à deriva.



VOCÊ SABIA?

A penetração acontece quando as gotas do defensivo agrícola conseguem se depositar em camadas de folhas no interior do dossel ou da copa das plantas. Ela vai depender da pressão, do tamanho das gotas e da quantidade de defensivos que você vai aplicar. O que vai indicar o quanto o defensivo tem de penetrar nas folhas é o tipo de praga que você está combatendo: se ela estiver no interior da folha a penetração deve ser maior.

2.5.11 Interferência de condições ambientais

O comportamento das gotas e a eficácia de uma pulverização podem sofrer a interferência das condições ambientais. Especialmente quando se trata da aplicação de herbicidas, a luminosidade pode ser importante para sua ativação no interior das plantas e sua ausência (aplicações noturnas) pode interferir negativamente no efeito desejado. A ocorrência de chuvas logo após as aplicações pode ou não afetar o resultado. Existem produtos que são prontamente absorvidos e podem não sofrer interferência de chuvas, ao passo que outros necessitam de períodos de até quatro ou seis horas após a aplicação sem precipitações pluviais para serem absorvidos pelas plantas. As condições do ar, como a temperatura, a umidade relativa e a velocidade do vento podem favorecer ou dificultar o bom andamento das pulverizações de todos os defensivos agrícolas.

- a) Temperatura do ar: apresenta-se mais favorável para o sucesso das pulverizações quando se encontra entre 15 °C e 25 °C. Baixas temperaturas (abaixo de 15 °C) podem reduzir a eficácia de herbicidas em geral. Por outro lado, quando as temperaturas do ar se encontram acima de 25 °C, existem riscos de perda de eficiência das pulverizações. A temperatura do ar de 30 °C é considerada como limite máximo aceitável, uma vez que acima dela as perdas de gotas pulverizadas, por evaporação, se acentuam.
- b) Umidade relativa do ar: além de interferir no comportamento das gotas, afeta a absorção dos produtos pelas plantas. Em condições de baixa umidade relativa do ar, as plantas acionam mecanismos de defesa contra a perda de água, dificultando também a entrada de produtos aplicados por via líquida. A umidade relativa do ar costuma ser favorável à absorção da calda de pulverização nas primeiras horas da manhã e do fim da tarde em diante. No

entanto, nas horas mais quentes do dia, a umidade relativa do ar, via de regra, fica abaixo dos valores considerados aceitáveis (55 a 60%), o que pode favorecer importantes perdas no processo de aplicação de defensivos. No caso de aplicações de herbicidas, o Quadro 2 mostra como os efeitos da baixa umidade relativa do ar podem ser compensados, em parte, por temperaturas mais amenas e vice-versa.

Quadro 2 – Resumo das condições de temperatura e umidade relativa do ar para aplicação de herbicidas.

U.R. (%)	Temperatura (°C)								
	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0
90									
80									
70									
60									
50									
40									
30									
20									
10									
Legenda:									
Melhores condições para aplicação									
Perdas significativas de eficiência									
Situação extremamente desfavorável									

Fonte – Theisen; Ruedell, 2004.

Uma possibilidade para contornar a baixa umidade relativa do ar registrada ao longo de boa parte do dia pode ser a pulverização noturna. Entretanto, o efeito dos produtos que dependem de luz para atuar no interior das plantas pode ser prejudicado quando aplicados à noite. No período noturno, a partir de determinado horário, pode haver a formação de orvalho sobre as superfícies vegetais alvos das aplicações. Existindo condições favoráveis à formação de orvalho, há de se ter o cuidado de que as gotas das pulverizações depositadas na superfície dos alvos possam ser absorvidas antes de haver risco de escorrimento do orvalho.

- c) Velocidade do vento: outra condição de grande importância nas aplicações de defensivos é o vento, uma vez que interfere na movimentação e na deposição das gotas sobre os alvos. O vento pode interferir negativa ou positivamente em uma aplicação. A ausência de vento pode estar associada com correntes aéreas convectivas (movimento do ar, de baixo para cima, devido ao aquecimento das camadas de ar mais próximas ao solo), que são capazes de sustentar e transportar as gotas mais finas de uma pulverização

a distâncias imprevisíveis. Ventos amenos são considerados importantes auxiliares na deposição das gotas no interior do dossel das plantas. A condição mais segura para as aplicações ocorre quando a velocidade do vento se encontra na faixa de 3,2 a 6,5 km/h, o que corresponde a uma brisa leve (perceptível pelo movimento suave das folhas), conforme pode ser visualizado na Tabela 6. Por outro lado, vento excessivo (acima de 9,6 km/h) é considerado impróprio para a pulverização. Na impossibilidade de postergar uma aplicação, sob condições de vento excessivo, a utilização de gotas maiores que 500 µm (extremamente grossas a ultra grossas) pode ser indicada, mas isso vai depender do tipo de produto utilizado. (COSTA, 2009).

Tabela 6 – Identificação prática da velocidade do vento, em função de sinais visíveis e sua interpretação para fins de pulverização agrícola.

Velocidade do ar aproximadamente na altura do bico	Descrição	Sinais visíveis	Pulverização
Menos que 2 km/h	Calmo	 Fumaça sobe verticalmente.	Pulverização não recomendável
2,0-3,2 km/h	Quase calmo	 A fumaça é inclinada.	Pulverização não recomendável
3,2-6,5 km/h	Brisa leve	 As folhas oscilam. Sente-se o vento na face	Ideal para pulverização
6,5-9,6 km/h	Vento leve	 Folhas e ramos finos em constante movimento.	Evitar pulverização de herbicidas
9,6-14,5 km/h	Vento moderado	 Movimento de galhos. Poeira e pedaços de papel são levantados.	Impróprio para pulverização.

Fonte – ANDEF, 2004.



VOCÊ SABIA?

As condições do tempo influenciam no sucesso ou fracasso da pulverização.

- Temperatura do ar: a pulverização é mais eficiente se o ar estiver entre 15 °C e 25 °C.
- Umidade relativa do ar: o melhor é aplicar o defensivo agrícola nas primeiras horas da manhã ou do final da tarde em diante, quando o ar está mais úmido.
- Ventos: para a aplicação, é melhor que haja ventos suaves.

3. MÁQUINAS APLICADORAS – PULVERIZADORES DE BARRAS

Os pulverizadores de barras são máquinas agrícolas utilizadas para distribuir e depositar, nos respectivos alvos, de maneira uniforme e em quantidades adequadas, fertilizantes foliares e defensivos agrícolas na forma de gotas. Para melhor desempenhar suas funções, essas máquinas permitem diversos ajustes e regulagens e requerem cuidados especiais em seu manuseio e na manutenção mecânica. Ainda, essas máquinas devem ser seguras quanto ao uso, construídas de forma robusta, com materiais resistentes e duráveis, que não sejam propensos à deterioração, ao desgaste prematuro, à deformação, à corrosão e à oxidação durante o uso no campo.

Figura 16 – Pulverizador de barras em ação.

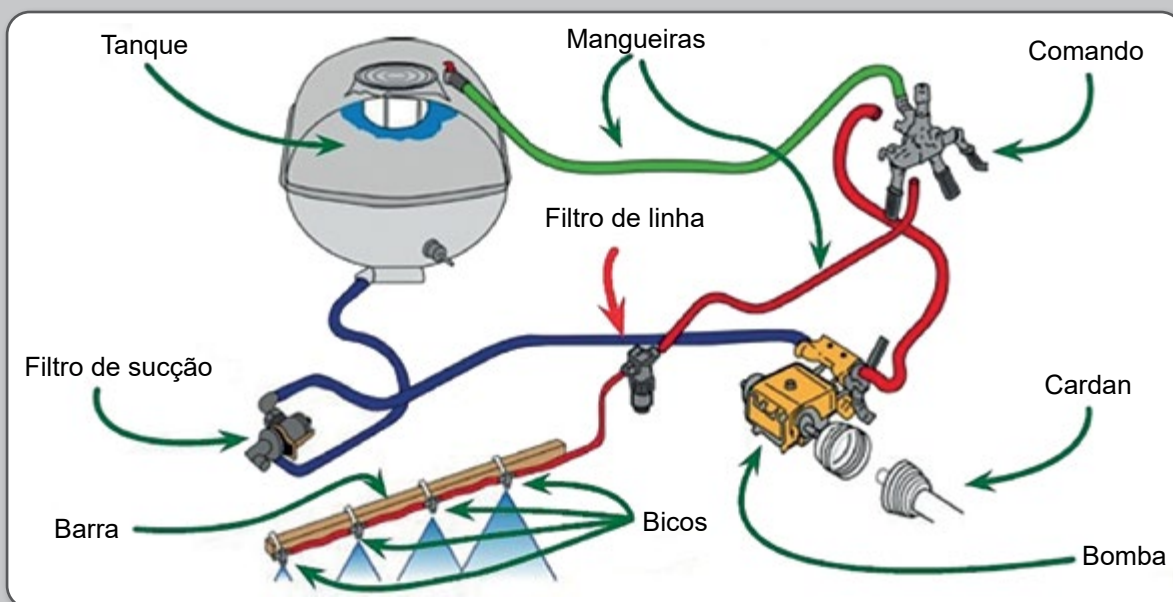


Fonte – Stara, 2018.

Dentre as máquinas aplicadoras de defensivos agrícolas por via líquida, os pulverizadores de barras apresentam a maior versatilidade e são os mais utilizados em grandes culturas. Sua constituição básica compreende um chassi ou estrutura tubular, um depósito para contenção da calda, tubulações, registros, bomba hidráulica, comando (regulador de pressão, manômetro e registros de saída para as barras), mangueiras, barras porta-bicos e por fim os bicos (corpo, filtro, ponta e capa).

Os principais componentes do circuito hidráulico dos pulverizadores de barras serão descritos a seguir, considerando informações obtidas na bibliografia consultada e citada ao final deste material.

Figura 17 – Circuito hidráulico típico de um pulverizador de barras.



Fonte – SENAR AR/SP, 2018.



VOCÊ SABIA?

Os pulverizadores de barra são as máquinas mais utilizadas para aplicar os defensivos agrícolas.

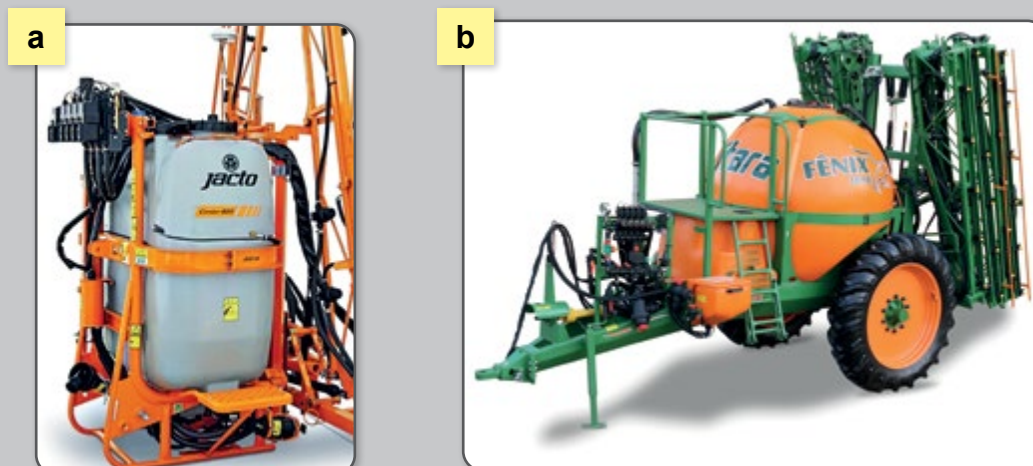
3.1 DEPÓSITO DE CALDA OU TANQUE

O depósito, responsável pelo armazenamento da calda utilizada na pulverização, é construído com material resistente à pressão exercida pelos líquidos e à corrosão pelos produtos químicos que irá conter.

3.1.1 Depósito ou tanque

Nas máquinas montadas em tratores no SH3P (sistema de levante hidráulico de três pontos), a capacidade do depósito varia de 200 L a 800 L; em máquinas rebocadas, varia de 1.000 L a 2.000 L ou mais. Independentemente de sua capacidade, os depósitos de calda devem apresentar cantos arredondados, que não dificultem a completa limpeza após o uso.

Figura 18 – Depósitos de pulverizadores (a) montados no SH3P e (b) rebocados.



Fonte – Jacto Máquinas Agrícolas, [s.d.]; Stara, 2018.

A entrada do depósito deve ser provida de uma tampa com dimensões não menores que 0,20 m de diâmetro e um filtro ou coador com malha de 1,0 mm. Essa tampa deve estar localizada no máximo a 1,5 m de altura do solo ou de uma plataforma, quando esta existir. Outra característica importante é que o fundo do depósito não deve ser plano, mas se apresentar afunilado, de modo a permitir o completo esgotamento da calda contida, ainda no campo. Isso evita o desperdício de produtos químicos e reduz a ocorrência e o volume de restos de calda no interior do depósito, além de também facilitar sua limpeza. A tampa do depósito deve permitir suficiente vedação para evitar vazamentos de calda e ser de fácil manuseio para abertura e fechamento, conforme Figura 19.

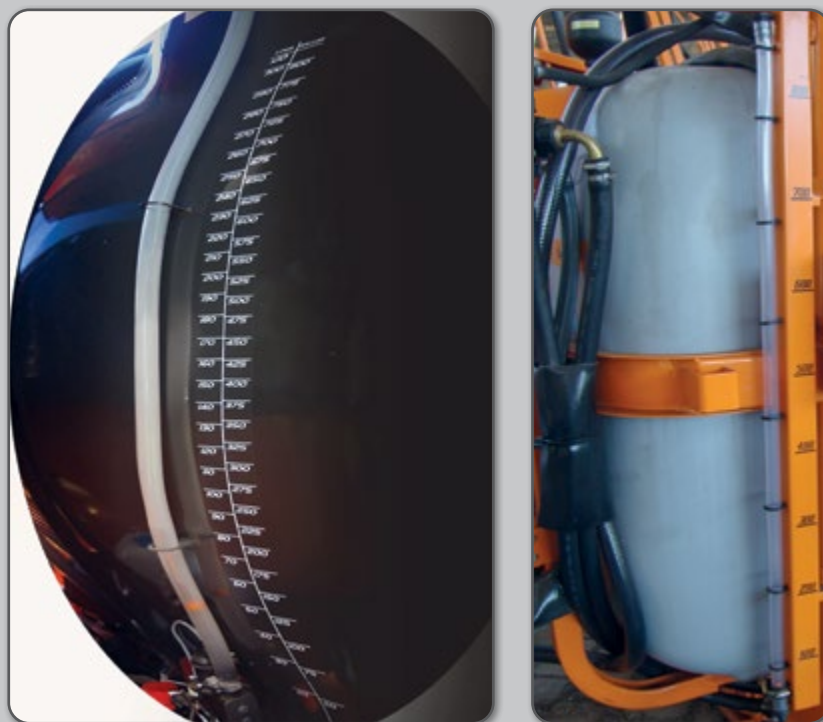
Figura 19 – Tampa superior do tanque com coador.



Fonte – SENAR AR/SP, 2018.

Para facilitar o trabalho do operador da máquina no campo, deve haver um indicador de nível da calda contida no interior do depósito, que seja de fácil leitura e visibilidade, conforme Figura 20

Figura 20 – Faixa ou mangueira indicadora do nível de calda contida no interior do tanque.



Fonte – SENAR AC, 2016; Boller, 2018.

3.1.2 Agitadores

Na parte interna do depósito de calda, encontra-se um agitador da calda que pode ser hidráulico (retorno de calda) ou mecânico (haste rotativa ou rotor providos de hélices). A função do agitador é manter a calda em constante agitação, para que sua concentração seja mantida homogênea do início até o final de uma pulverização.

O funcionamento do agitador é especialmente importante quando se aplicam produtos cuja calda forma uma suspensão que tende a sedimentar e a parte sólida se deposita no fundo do recipiente. As descargas de calda do agitador hidráulico devem entrar na parte inferior do depósito, para evitar a formação de espuma no decorrer da aplicação dos produtos e para atuar no sentido contrário das forças que tendem a provocar a sedimentação de partículas sólidas em suspensão na calda no fundo do depósito.

Figura 21 – Agitador hidráulico (venturi) (a) e agitador mecânico (hélice) (b).

a



b



Fonte – SENAR AC, 2016.



VOCÊ SABIA?

O depósito dos pulverizadores de barra é o local onde fica armazenada a calda. Ele precisa ser bem resistente para que não haja nenhum tipo de vazamento. Também deve ter cantos arredondados para facilitar a limpeza após o uso e um fundo afunilado, para que não fique resto de calda.

A tampa do depósito também não pode permitir vazamentos e deve ser fácil de abrir e fechar. Para que você saiba qual é a quantidade de calda que está no depósito, há um indicador de nível. Outra parte importante do depósito é o agitador, que serve para misturar a calda e não deixar que o defensivo se separe da água.

3.1.3 Incorporador de defensivos

Associado ao depósito de calda, os pulverizadores de fabricação mais recente têm um dispositivo denominado incorporador-misturador de produtos e lavador de embalagens. Trata-se de uma espécie de funil, interligado à bomba do pulverizador, que possibilita a incorporação dos defensivos ao líquido contido no depósito do pulverizador, além de realizar a tríplice lavagem das embalagens vazias. Junto ao incorporador encontra-se um dispositivo destinado a realizar a lavagem de embalagens vazias sob pressão e conduzir a calda resultante dessa ação ao depósito do pulverizador. Para uma correta lavagem sob pressão, deve-se direcionar o jato de água do dispositivo lavador para todas as paredes internas das embalagens vazias durante 30 segundos, como mostra a Figura 22.

Figura 22 – Lavagem de embalagens vazias sob pressão, utilizando o incorporador de produtos.



Fonte – ANDEF, 2005.

Para auxiliar na higiene do operador, deve haver um tanque para água limpa, com capacidade mínima de 50 L. Complementando, os depósitos de alguns pulverizadores estão equipados com bicos internos (espécie de chuveiro), associados ao tanque para água limpa, cuja finalidade é realizar sua lavagem logo ao final de uma jornada, distribuindo-se os resíduos dessa limpeza na lavoura que estava sendo pulverizada. Essa prática é indispensável quando se trabalha com produtos da formulação pó molhável (PM) e, não existindo o dispositivo lavador, deve ser feita manualmente, sob pena de, na próxima utilização do pulverizador, este se apresentar com filtros e bicos entupidos.



VOCÊ SABIA?

O incorporador de defensivos tem duas funções: permitir a colocação dos defensivos no tanque e também a tríplice lavagem das embalagens, de forma que o líquido da lavagem escoe diretamente para o tanque. Além do incorporador, os pulverizadores têm um tanque de água limpa que é usada para a higiene do operador e para a lavagem das embalagens vazias.

3.2 FILTRO PRINCIPAL OU FILTRO DE SUCÇÃO

O filtro de sucção destina-se à retenção de impurezas maiores, como grãos de areia, e localiza-se entre o depósito de calda e a bomba do pulverizador. O mercado oferece filtros com diferentes tamanhos de malhas, sendo que não se devem usar malhas menores do que aquelas utilizadas nos filtros dos bicos. O número utilizado para designar a "finura" de um filtro representa a quantidade de orifícios existentes em uma polegada (25,4 mm), como ilustra a Figura 23.

Assim, quanto maior a numeração de um filtro, mais finos são os orifícios do mesmo. No caso da aplicação de fungicidas nas formulações pó-molhável (PM) ou

suspensão concentrada (SC), as partículas sólidas contidas nelas poderão obstruir os filtros de malha 80, recomendando-se, nesse caso, o uso de filtros de malha 50 ou maiores. Para as demais formulações, os filtros de malha 80 apresentam comportamento adequado. A utilização de produtos das formulações PM, WG ou SC (formam suspensões) e outras, em mistura com determinados adjuvantes oleosos, pode facilitar a aglomeração de partículas e provocar dificuldades adicionais quanto à obstrução dos filtros.

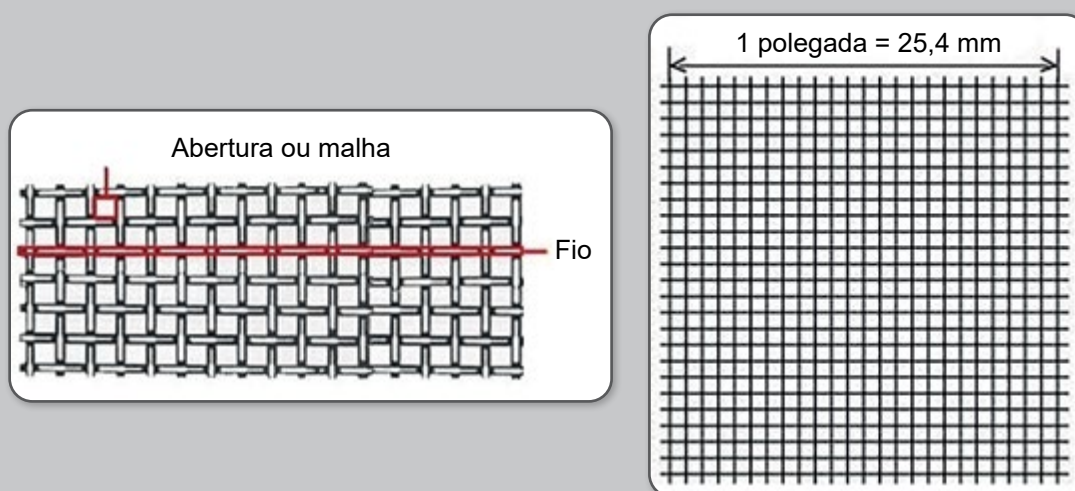
Figura 23 – Filtro de sucção: a) carcaça e elemento filtrante de 50 mesh; b) filtro completo montado.



Fonte – Herbicat, [s.d.]; SENAR AC, 2016.

À direita da Figura 24, pode-se notar que em uma polegada existem 24 aberturas ou malhas, ou seja, é um filtro de 24 mesh.

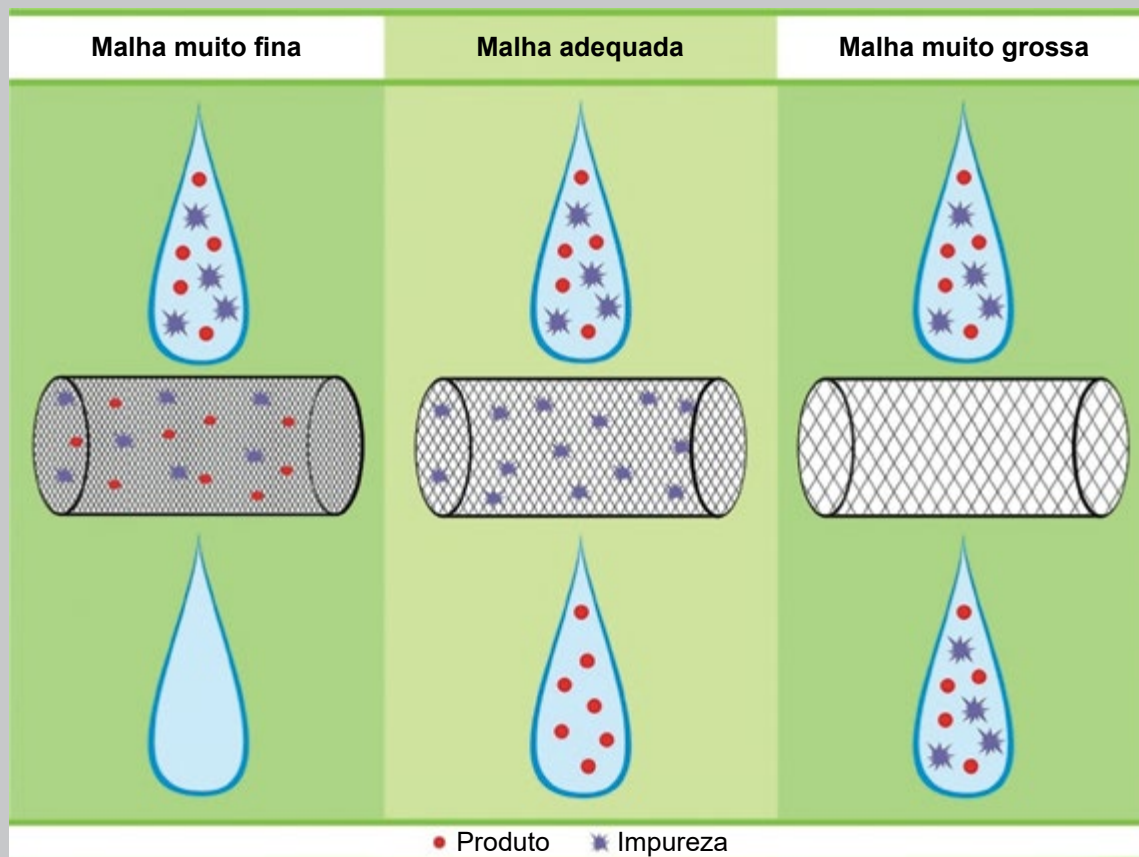
Figura 24 – Designação do número de malhas por polegada de um filtro, conhecida por mesh.



Fonte – CENTRALMESH, [s.d.]; SENAR AC, 2016.

A Tabela 7 ilustra uma regra prática para a escolha do tamanho das malhas dos filtros, de modo a não interferir na qualidade das aplicações.

Tabela 7 – Regra prática para a escolha do tamanho adequado das malhas de um filtro.



Fonte – ANDEF, 2004.

Dependendo da formulação do defensivo ou do tipo de adjuvante utilizado na calda, a obstrução dos filtros pode ocorrer com maior ou menor frequência. Em casos extremos, a limpeza do filtro principal deve ser realizada a cada reabastecimento do pulverizador. Quando não se observa obstrução do filtro, essa prática de manutenção pode ser realizada em intervalos maiores, desde que não haja restrição à passagem da calda para a bomba. Para evitar danos ao filtro, recomenda-se sua limpeza cuidadosa, com o auxílio de água corrente, detergente e de uma escova.



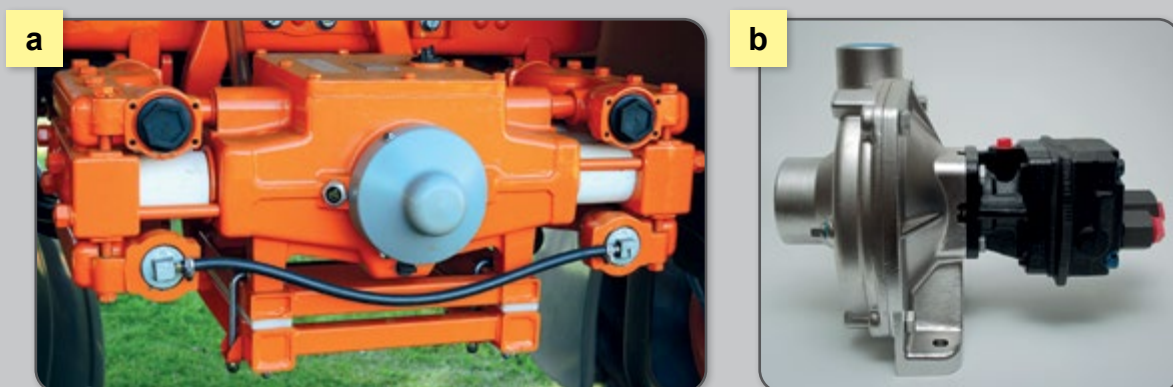
ATENÇÃO

O filtro é utilizado para não deixar que sujeiras entupam os bicos aplicadores. O tamanho ideal da malha do filtro é aquele que permita a passagem do produto, mas que filtre as impurezas. O filtro deve ser lavado com bastante frequência para que o pulverizador funcione corretamente.

3.3 BOMBA HIDRÁULICA

A bomba hidráulica é o componente do pulverizador que pressuriza a calda e origina seu fluxo, transferindo-lhe a energia necessária para a formação das gotas pelas pontas de pulverização. As bombas mais utilizadas nos pulverizadores em uso no Brasil são as de pistões, de diafragmas (membranas) ou as centrífugas, sendo as últimas mais comuns em pulverizadores automotrizes.

Figura 25 – Bombas utilizadas em pulverizadores: (a) bomba de pistões; (b) bomba centrífuga.

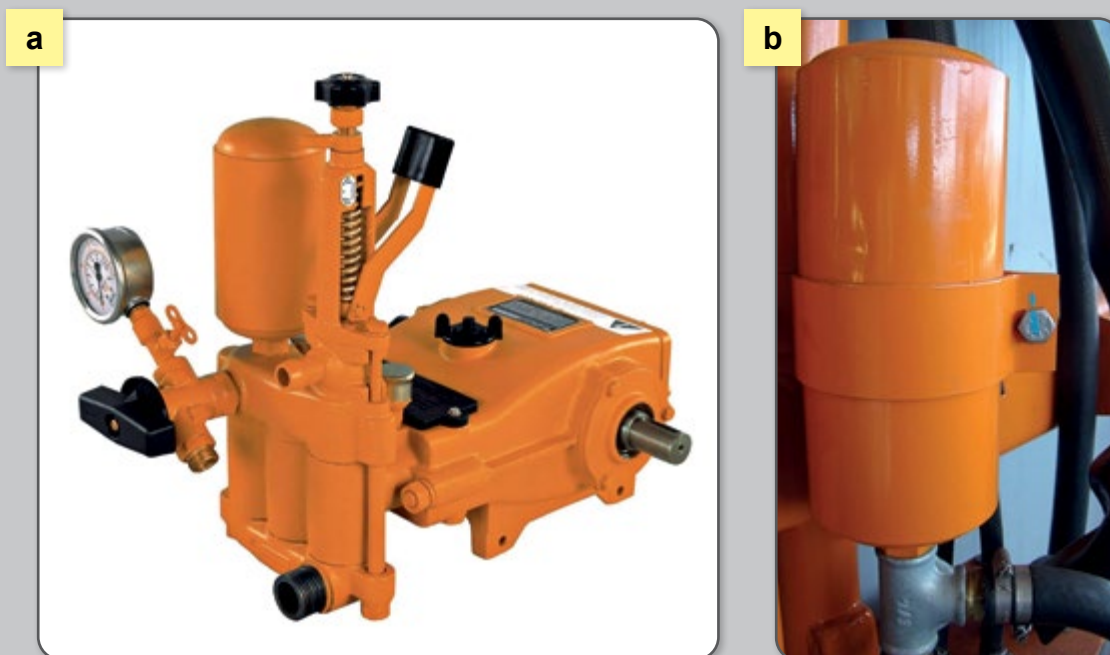


Fonte – SENAR AC, 2016.

Nas bombas de pistões, são utilizados cilindros e pistões de materiais com elevada resistência ao desgaste por abrasão, buscando obter maior durabilidade das mesmas. Além desses elementos, são importantes as válvulas de entrada e de saída, cujo bom funcionamento auxilia na uniformização da pressão e da vazão do circuito hidráulico do pulverizador. Bombas com três ou menos elementos ativos estão associadas a uma câmara de ar, denominada câmara de amortecimento ou de compensação.

Essa câmara absorve os picos de pressão nos tempos de compressão da bomba e cede pressão nos tempos de aspiração da bomba, uniformizando a pressão e a vazão da calda. Para seu perfeito funcionamento, com a bomba desligada, a câmara de compensação deve estar cheia de ar. Caso exista líquido em seu interior, este deve ser drenado. Em bombas com mais de três elementos aspirantes-prementes, as câmaras de compensação deixam de ser utilizadas, pois as pulsações se tornam pouco perceptíveis e, em qualquer momento dos 360 graus do giro da árvore de manivelas que aciona a bomba, haverá pelo menos um pistão comprimindo o líquido e mantendo a pressão da calda uniforme.

Figura 26 – Bomba de pistões com manômetro e câmara de compensação integrada (a) e detalhe da câmara de compensação montada em separado e ligada a uma tubulação (b).



Fonte – Jacto Máquinas Agrícolas, [s.d.]; Boller, 2018.

Para manter adequada a agitação hidráulica da calda contida no depósito, é recomendável que a vazão da bomba seja suficiente para garantir o escoamento de todas as pontas de maior vazão previstas para uso no pulverizador e mais um volume adicional da ordem de 5 a 10% do volume do depósito de calda por minuto. Por exemplo, se a vazão total das pontas da barra é de 30 L/min e o tanque do pulverizador tem capacidade de 600 L, teríamos de ter uma bomba que suprisse os 30 L/min demandados pelas pontas para a atividade de pulverização e, no mínimo, mais 30 L/min, que seriam os 5% da capacidade volumétrica do tanque, ou seja, a bomba teria de ter uma vazão mínima de 60 L/min.

Nas máquinas montadas e nas tracionadas por tratores, o acionamento da bomba é realizado por meio de um eixo cardan, que representa um dos mais sérios riscos de acidentes com máquinas agrícolas.



PRECAUÇÃO

Para prevenir a ocorrência de acidentes, o eixo cardan e as demais partes móveis dos pulverizadores devem obrigatoriamente estar protegidos.

Figura 27 – Eixo cardan devidamente protegido.



Fonte – Boller, 2018.

? VOCÊ SABIA?

A bomba é usada para forçar a saída do defensivo do depósito de calda para as pontas de pulverização de forma que ele saia em forma de gotas.

3.4 COMANDO

É a parte do pulverizador responsável pela regulação da pressão da calda e pela distribuição desta entre as seções da barra e pelo retorno do excesso de calda ao depósito do pulverizador. Além da válvula reguladora de pressão, o comando tem uma válvula de alívio de pressão, válvulas de controle do fluxo de calda para as seções da barra e um manômetro.

3.4.1 Comando manual

Nos pulverizadores de menor capacidade e nos mais antigos há comandos manuais que utilizam a pressão de uma ou mais molas para restringir o fluxo de retorno e, assim, alterar a pressão de pulverização nas barras. Uma evolução dos comandos manuais é o sistema com regulador de pressão por orifício variável, denominado comando de vazão proporcional à velocidade do motor. Esse tipo de comando compensa a vazão do pulverizador, para baixo ou para cima, quando a máquina é conduzida no campo com rotação diferente daquela utilizada por ocasião da

calibração do pulverizador, minimizando erros de operação. Porém, cabe considerar que essa compensação não ultrapassa os 20% da vazão, sendo necessário manter o regime de trabalho do trator o mais próximo possível daquele adotado na calibração da máquina aplicadora.

Outro aspecto relevante sobre os comandos com controle de pressão por orifício variável é a calibração individual de cada seção da barra de pulverização. Esta permite que, ao ser interrompido o fluxo de calda para uma ou mais seções da barra, as demais continuem operando com a mesma pressão e vazão que foram calibradas, sendo também um importante recurso para minimizar erros de aplicação.

Figura 28 – Comando manual de pulverizador (quatro seções).



Fonte – SENAR AC, 2016.

3.4.2 Comando elétrico

Alguns pulverizadores já vêm equipados de fábrica com comando elétrico, mas há possibilidade de adaptá-lo mesmo em pulverizadores mais antigos. Ele apresenta um painel de comando junto à cabine do operador, onde este pode acionar chaves elétricas para abrir ou fechar a passagem da calda para as barras e aumentar ou diminuir a pressão de pulverização. Esse painel também conta com um manômetro elétrico, que evita o contato do operador com a calda de pulverização.

O comando elétrico atua por meio de válvulas de controle remoto que permitem o ajuste da pressão de trabalho e são montadas junto à estrutura do pulverizador, distantes da cabine do operador.

Figura 29 – Comando elétrico de pulverizador (seis seções).



Fonte – SENAR AC, 2016.

3.4.3 Comandos eletrônicos

Representam um avanço nos comandos elétricos e apresentam como acréscimo diversas funções orientativas, como pressão, volume ou taxa de aplicação real, velocidade de deslocamento da máquina, área trabalhada, tempo de operação, entre outras.

Os comandos eletrônicos são compostos por computadores, sensores de fluxo, de pressão e de velocidade real, além das válvulas de comando existentes nos comandos elétricos. Ao alterar-se a velocidade de deslocamento da máquina, o comando eletrônico compensa a vazão da barra acima ou abaixo da vazão estabelecida na calibração da máquina, por meio da alteração da pressão de operação. Essa variação de velocidade no campo não deveria estar 20% acima ou abaixo da velocidade estabelecida na calibração, sob pena de haver uma sensível alteração na qualidade da pulverização (tamanho das gotas, deriva, cobertura e penetração).

Figura 30 – Comandos eletrônicos: (a) comando para cinco seções de barra e (b) tela e sensores de um controlador eletrônico de pulverização.



Fonte – Teejet, [s.d.]; Herbicat, [s.d.].c.

3.4.4 Manômetro

Em relação ao manômetro, cabe um destaque especial, uma vez ser o instrumento que indica a pressão de operação e, conseqüentemente, fornece importante informação sobre a qualidade da pulverização.

Sempre que o manômetro estiver defeituoso ou inoperante, nada se sabe sobre a qualidade da pulverização que está sendo realizada. Os manômetros em banho de glicerina são mais duráveis do que os de quadrante seco, no entanto, a vida útil de ambos é insuficiente para acompanhar um pulverizador durante muitos anos de uso.

Para proteger o manômetro de desgaste prematuro, é comum o fabricante instalar um registro que isola o manômetro do restante do circuito hidráulico do pulverizador. Por ocasião da calibração do pulverizador e algumas vezes durante a operação da máquina, é necessário abrir esse registro para se certificar da pressão de pulverização. O manômetro deve ser de fácil leitura pelo operador do posto onde ele está e apresentar escala compatível com as necessidades de trabalho habituais.

Figura 31 – Manômetro.



Fonte – Herbicat, [s.d.].c.



VOCÊ SABIA?

É o comando que regula a pressão da calda para que ela saia pelas pontas de pulverização. Os comandos dos pulverizadores mais antigos são manuais, mas os novos já têm comandos elétricos ou eletrônicos, que são mais modernos ainda.

Uma das partes do comando é o manômetro, instrumento que indica a pressão com que o defensivo está saindo do pulverizador.

3.5 TUBULAÇÕES E FILTROS DE LINHAS

As tubulações e os filtros de linhas desempenham importantes funções e, por isso, devem merecer atenção permanente dos operadores de pulverizadores.

3.5.1 Tubulações

Dentre os diversos componentes dos pulverizadores, estas são responsáveis pela condução da calda e devem ser resistentes às pressões e ao desgaste por abrasão e corrosão pelos produtos pulverizados. As conexões das tubulações devem apresentar eficientes sistemas de vedação para evitar o vazamento de calda. Nos pontos de articulações das barras, as tubulações necessariamente têm de ser flexíveis e sua localização em relação aos bicos de pulverização deve evitar que venham a interceptar os jatos originados pelas pontas de pulverização. Nas barras, as tubulações podem ser flexíveis ou rígidas, dependendo da fabricação.

Figura 32 – Tubulação rígida portando bicos múltiplos quadrijet.



Fonte – SENAR AC, 2016.

Figura 33 – Tubulação flexível interligando porta-bicos simples com antigotejador.



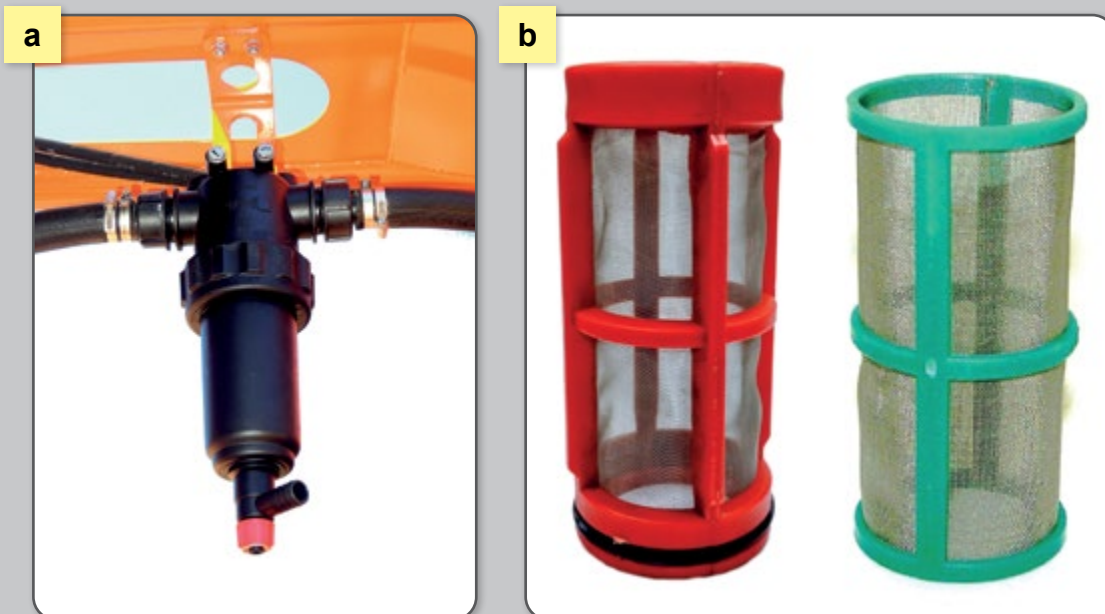
Fonte – Boller, 2018.

3.5.2 Filtros de linha

Os filtros de linha, localizados entre o comando e as barras do pulverizador, protegem os filtros dos bicos de um eventual entupimento e suas malhas devem ser de

tamanho semelhante ao das utilizadas nos bicos. Essa informação relativa ao tamanho das malhas dos filtros encontra-se nas tabelas das pontas de pulverização fornecidas pelos fabricantes. Sua localização deve permitir fácil acesso e a limpeza deve ser realizada com a frequência necessária para manter o bom funcionamento da máquina.

Figura 34 – Filtro de linha montado(a) e elementos filtrantes de diferentes tamanhos (b).



Fonte – SENAR AC, 2016; Herbicat, [s.d.].c.



VOCÊ SABIA?

Outros elementos importantes do pulverizador são as tubulações e os filtros de linhas. É pelas tubulações que a calda passa quando sai do tanque e vai para as pontas de pulverização, por isso, devem ser resistentes e não permitirem vazamentos. Os filtros de linha ajudam a evitar que os filtros dos bicos fiquem entupidos.

3.6 BARRAS DE PULVERIZAÇÃO

As barras são os componentes dos pulverizadores que portam os bicos e suas pontas de pulverização, onde são geradas as gotas da calda a ser pulverizada.

A largura de trabalho do pulverizador depende da largura das barras de pulverização e estas devem ter regulagens de altura e de nivelamento facilmente ajustáveis às condições das culturas em que serão utilizadas. Outro ponto a ser considerado é que as barras costumam ser divididas em duas ou mais seções, dependendo da largura de trabalho da máquina.

Figura 35 – Representação da largura de trabalho de um pulverizador em operação.



Fonte – SENAR AR/SP, 2018.

Para manter a uniformidade da deposição de calda sobre o alvo biológico, as barras devem dispor de um eficiente sistema de amortecimento das oscilações e vibrações horizontais e verticais a que o pulverizador está sujeito durante seu deslocamento no campo. Pulverizadores que não têm estabilizadores das barras, via de regra, devem operar em velocidades inferiores a 8,0 km/h, ao passo que pulverizadores com eficientes sistemas de amortecimento nas barras podem operar com velocidades maiores.

Figura 36 – Barras montadas em um quadro com sistema estabilizador e amortecedor.



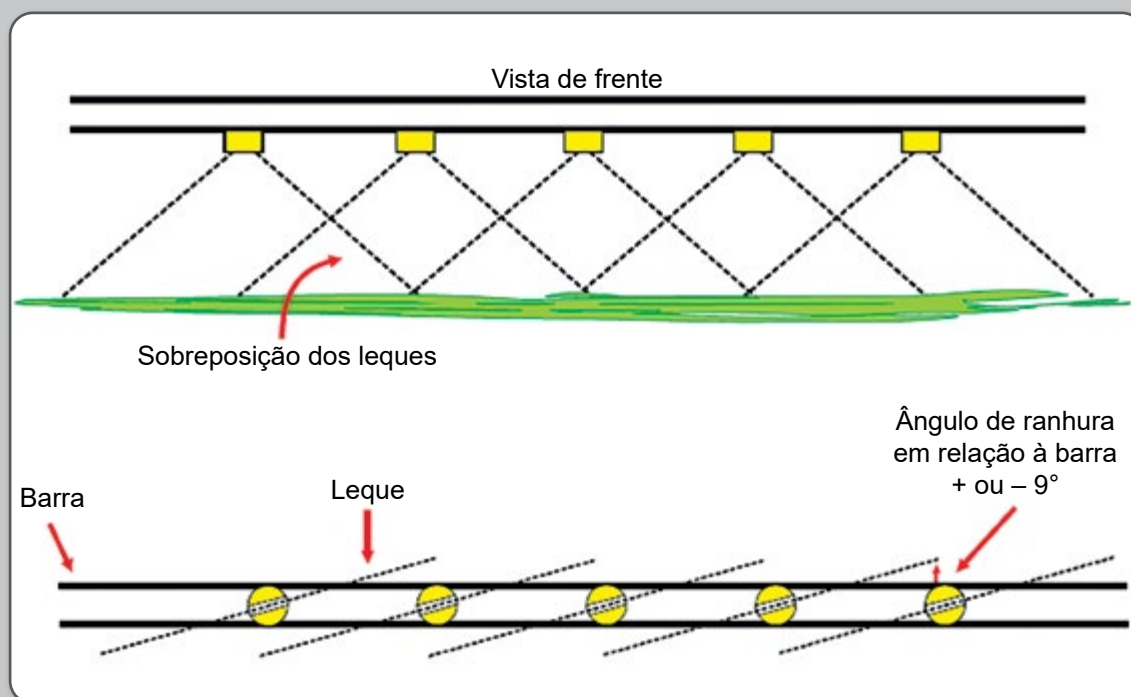
Fonte – Jacto Máquinas Agrícolas, [s.d.].

3.6.1 Cuidados com a montagem das pontas e com a barra de pulverização

São aspectos fundamentais para uma adequada distribuição dos produtos fitossanitários sobre o alvo biológico a orientação dos jatos em relação à barra e o nivelamento desta e sua altura de condução em relação ao alvo. A altura e o paralelismo da barra em relação ao alvo e a montagem das pontas de pulverização na barra devem possibilitar a sobreposição dos jatos originados por estas.

A Figura 37 mostra a angulação recomendada para jatos produzidos por pontas de jato plano em relação à barra. Para que haja a possibilidade de sobreposição dos jatos sem que as gotas geradas por duas pontas próximas se toquem e venham a se juntar, as pontas devem ser posicionadas de tal maneira que a parte plana do jato forme um ângulo em torno de $9,0^\circ$ com o eixo da barra.

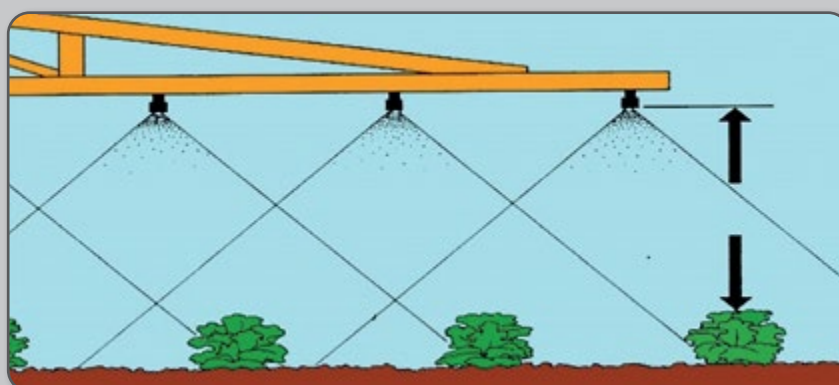
Figura 37 – Paralelismo da barra com o solo, altura de condução da barra para obter a sobreposição dos jatos de pontas vizinhas e forma correta de montagem de pontas de jato plano em barras.



Fonte – Velloso; Gassen; Jacobsen, 1984.

A altura da barra em relação ao alvo é uma das regulagens importantes do pulverizador e depende do espaçamento entre os bicos e do ângulo de abertura do jato que aqueles produzem. A altura da barra deve ser mantida em posição tal que os jatos se cruzem em torno de 20 a 30 cm acima do alvo.

Figura 38 – Ilustração da sobreposição de jatos de pontas vizinhas e da altura adequada de condução de uma barra de pulverização.

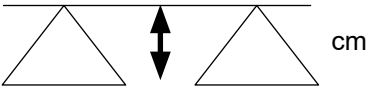
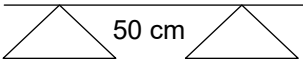
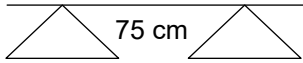


Fonte – ANDEF, 2004.

De modo geral, para espaçamento de 50 cm entre bicos e pontas de jatos planos com ângulo de 110° , a altura de condução da barra até o alvo pode ser de 40 a 50 cm. Quando são utilizadas pontas que produzem jatos com ângulos de 80° ou menores, com espaçamento de 50 cm entre bicos, a altura de condução da barra acima do alvo não poderá ser menor que 50 cm, sob pena de comprometer a uniformidade de distribuição da calda.

Da mesma forma, pontas que apresentam ângulos dos jatos em torno de 130° podem ser conduzidas mais próximas do alvo e permitem operar com maior espaçamento entre bicos nas barras, sem comprometer a qualidade da pulverização. Por outro lado, para utilizar alguns modelos de pontas de jatos cônicos, cujos ângulos de abertura podem ser iguais ou menores de 80° , alguns fabricantes de pulverizadores disponibilizam barras com espaçamento entre bicos de 25, 30 ou 35 cm. Isso possibilita conduzir as barras mais próximas do alvo da pulverização, reduzir as perdas por deriva e melhorar a penetração de gotas no interior do dossel das culturas.

Tabela 8 – Altura de condução da barra para diferentes ângulos de abertura dos jatos e dois espaçamentos entre bicos.

		
		
		
65°	75	100
80°	60	80
110°	40	60

Fonte – Spraying Systems, 2014.

A condução da barra desnivelada em relação à superfície da lavoura a ser pulverizada causa dois problemas. Na extremidade da barra em que a altura é insuficiente, o desnivelamento causa desuniformidade na distribuição da calda sobre o alvo. Na extremidade oposta, a altura da barra é excessiva, por isso as gotas produzidas pelas pontas muito distantes do alvo ficarão mais sujeitas a perdas por deriva e evaporação, podendo causar controle insuficiente do alvo da pulverização. Isso pode ser observado na Figura 39.

Figura 39 – Barra com paralelismo (superior) e com falta de paralelismo (inferior). Nota-se a extremidade direita tocando as plantas e a extremidade esquerda demasiadamente alta, ocasionando risco de deriva.



Fonte – Boller, 2018.

Ainda em relação à montagem das pontas na barra, cabe considerar que além de pertencerem à mesma família (grupo de pontas com características similares, como tipo de jato, tamanho de gotas, ângulo de pulverização, também conhecida por série – ex.: XR, TT, DG, AI, AXI, AVI, LD, JA, TXA, MGA, ADGA), todas as pontas devem formar o mesmo ângulo de abertura de seus jatos, apresentar a mesma cor (mesma vazão) e a mesma identificação do fabricante.



VOCÊ SABIA?

É nas barras de pulverização que estão as pontas de pulverização, onde são formadas as gotas da calda que vai ser pulverizada.

Para que você aplique o defensivo agrícola da forma certa, precisa prestar atenção na direção dos jatos planos, que não podem estar em paralelo com a barra. Também deve verificar a altura da barra, e se ela está nivelada com o chão (não pode estar com um lado mais alto que o outro) e verificar a altura da barra.

3.6.2 Bicos e pontas de pulverização

As pontas de pulverização são os elementos mais importantes de um pulverizador, uma vez que é delas que depende a vazão da barra e a consequente taxa de aplicação, assim como o tamanho das gotas formadas e sua deposição sobre o alvo biológico. É muito comum que se confunda pontas com bicos, sendo que este serve para unir as pontas à barra de pulverização e representa um conjunto de elementos necessários para o funcionamento das pontas.

Figura 40 – Componentes que fazem parte de um bico de pulverização (bijet).



Fonte – SENAR AC, 2016.

Em pulverizadores de barras, as pontas de energia hidráulica são utilizadas quase na totalidade das máquinas. De acordo com o formato do jato produzido, encontram-se dois grandes grupos de pontas: as pontas de jatos planos e as pontas de jatos cônicos. A seguir serão brevemente descritos alguns dos modelos mais utilizados de pontas de energia hidráulica.

a) Pontas de jato plano (leques)

O líquido é forçado através de um orifício de formato elíptico, originando um filme plano que, ao se afastar da origem, se rompe originando gotas. O ângulo de abertura do jato varia de acordo com a pressão de pulverização (pressão menor, ângulo de abertura menor e pressão maior, ângulo maior) e também com o formato da parte interna e do orifício de saída de cada ponta. (ANDEF, 2004). Pontas de jato plano com perfil de distribuição uniforme são adequadas para aplicações em faixas, por exemplo, sobre as linhas de semeadura. As pontas de jatos planos para uso em pulverizadores de barras devem apresentar um perfil de distribuição aproximadamente triangular, também conhecido como normal.

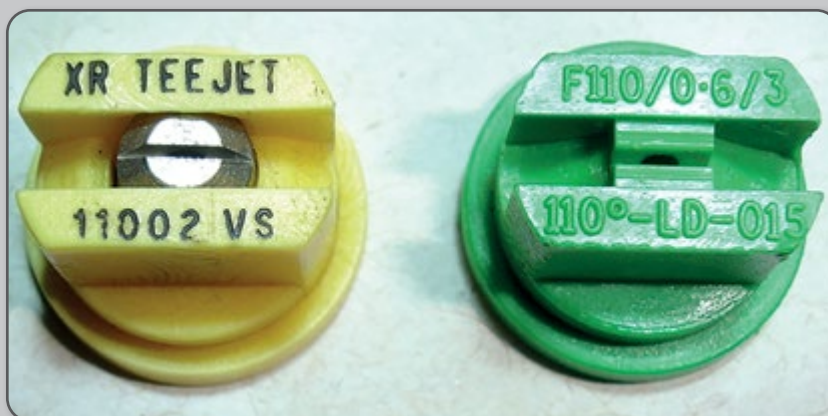
Figura 41 – Pontas de jatos planos de padrão uniforme e de padrão normal.



Fonte – ANDEF, 2004.

Para a identificação das pontas de jatos planos, utiliza-se uma sequência de números (por ex.: 11002): neste caso, **110** indica o ângulo de abertura do jato plano (110°) e **02** identifica a vazão da ponta em galões/minuto (sabendo-se que um galão equivale a 3,785 L), isso quando a pressão for de 40 psi ou lbf/pol², o equivalente também a 2,76 bar ou 276 kPa. Traduzindo, a vazão dessa ponta é então de 0,757 litros/minuto. A faixa de pressão de operação de pontas de jatos planos pode variar entre 1,0 e 6,0 bar para a maioria das pontas, porém existem "famílias" de pontas com faixas de pressão mais estreitas (2,0 a 4,0 bar para jatos planos comuns ou *standard*).

Figura 42 – Pontas de jato plano tipo leque. A cor amarela indica a vazão de 0,2 gal/min, ou seja, 0,757 L/min à pressão de 40 psi, e a ponta verde apresenta vazão de 0,6 L/min à pressão de 3,0 bar.



Fonte – Boller, 2018.

Em uma mesma "família" de pontas, aquelas que produzem vazão maior apresentam orifícios maiores e conseqüentemente geram gotas de tamanhos maiores. Nessas pontas, os ângulos de abertura dos jatos mais comuns são de 80° e 110°, e algumas pontas chegam a 120°-130°.

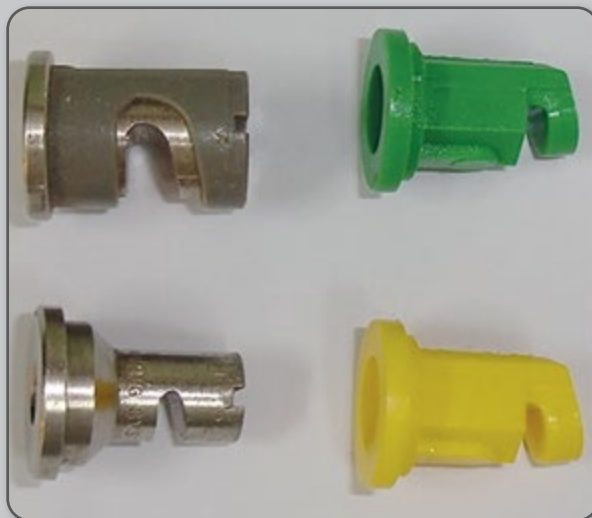
Do ponto de vista operacional dos pulverizadores, cabe discutir alguns aspectos relacionados ao ângulo de abertura dos jatos. No caso de pontas similares (da mesma "família"), aquelas com jatos de ângulos menores geram gotas maiores (menor risco de deriva) do que aquelas que originam jatos com ângulos maiores. Entretanto, pontas com ângulos maiores geram gotas com maior capacidade de penetração no interior do dossel de uma cultura, facilitando atingir alvos "protegidos", como uma planta daninha localizada junto à fileira de plantas cultivadas e sob as folhas destas. Ainda, quanto ao ângulo dos jatos produzidos pelas pontas cabe outra importante consideração. Como o padrão de distribuição das pontas, de jatos planos para uso em barras de pulverização não é uniforme, há necessidade de uma sobreposição de faixas atingidas por jatos originados por pontas "vizinhas" e de adequada altura de condução da barra de pulverização.

Para que a uniformidade de distribuição ao longo da barra seja adequada, essa sobreposição deve ser de aproximadamente 30% da distância entre os bicos na barra, de cada lado. Entre os principais fatores que interferem na sobreposição destacam-se o ângulo de abertura dos jatos, a distância entre os bicos e a distância (altura) da barra até o alvo da pulverização. Normalmente, a distância entre os bicos na barra é fixa. Então, pode-se concluir que, ao utilizar pontas que produzem jatos com ângulos maiores, é possível conduzir a barra mais próxima da cultura (alvo) e vice-versa. Ângulos dos jatos maiores (120°-130°) permitem realizar pulverizações com uniformidade adequada, mesmo variando a altura da barra até o alvo, ou seja, eles toleram melhor as variações de altura da barra causadas pela desuniformidade do terreno. Por outro lado, ângulos de abertura menores requerem maior altura da barra e são mais sensíveis a essa variação.

b) Pontas de impacto

Um jato de líquido é direcionado contra uma superfície com um ângulo de incidência próximo a 90°, formando um filme plano de líquido, com ângulo de abertura de 130° a 150°, mesmo quando operados com pressões inferiores a 1,0 bar.

Figura 43 – Pontas de jato plano de impacto, também conhecidas como defletoras.



Fonte – Boller, 2018.

Via de regra, essas pontas geram gotas de categorias grossas ou muito grossas e apresentam um padrão de deposição que apresenta dois picos, nas extremidades. Isso pode comprometer a uniformidade da distribuição dos líquidos pulverizados ao longo da barra do pulverizador.

Figura 44 – Funcionamento e padrão de deposição de pontas de jatos planos de impacto.



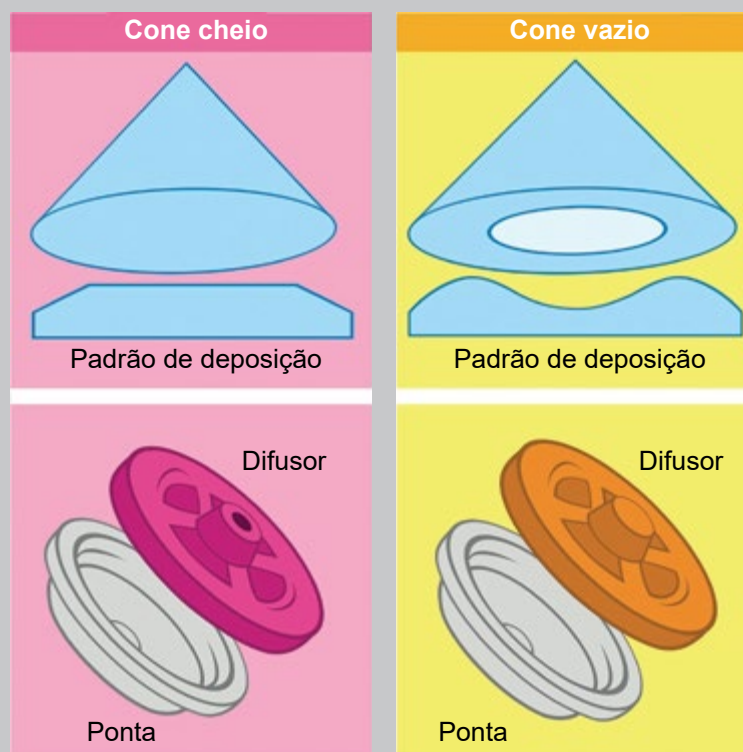
Fonte – ANDEF, 2004.

c) Pontas de jato cônico

O líquido pulverizado passa através de uma pastilha (anel turbilhonador), também conhecida por difusor, que contém um ou mais furos de formato tangencial ou helicoidal, atingindo uma câmara de turbilhonamento com um movimento rotacional. (VELLOSO; GASSEN; JACOBSEN, 1984). Ao passar pelo orifício da ponta, o líquido forma um filme em formato de cone. Se nesse anel turbilhonador existir um orifício

central, o jato cônico formado será preenchido com líquido (cone cheio). Porém, se não houver esse orifício, no centro do cone haverá somente ar, constituindo-se um jato cônico vazio.

Figura 45 – Pontas de jatos cônicos cheios (esquerda) e de jatos cônicos vazios (direita).



Fonte – ANDEF, 2004.

As pontas de jatos cônicos cheios geram gotas maiores e um padrão de deposição que permite sobreposição similar às das pontas de jatos planos. Já as pontas de jatos cônicos vazios originam gotas menores e, via de regra, um padrão de deposição com dois picos e uma depressão na região central. Isso indica que os jatos dessas pontas não devem se sobrepor e contribuem para um elevado coeficiente de variação (desuniformidade) ao longo de uma barra de pulverização.

Normalmente, as pontas de jato cônico são identificadas por letras e números: o número representa o tamanho relativo do orifício, e a letra, a série (família) da ponta. (RAMOS; PIO *apud* ZAMBOLIM; CONCEIÇÃO; SANTIAGO, 2003). Os anéis turbilhonadores são identificados por um par de números em que o primeiro indica a quantidade de orifícios, e o segundo, o tamanho relativo do orifício. Exemplos: D2-25 (ponta da série D, com diâmetro do orifício medindo 2/64 de polegadas e difusor 25, que tem duas espiras com tamanho 5; JA-1 (ponta de jato cônico vazio da série JA (Jacto), que apresenta a menor vazão da família).

Figura 46 – Pontas de jato cônico.



Fonte – SENAR AC, 2016.

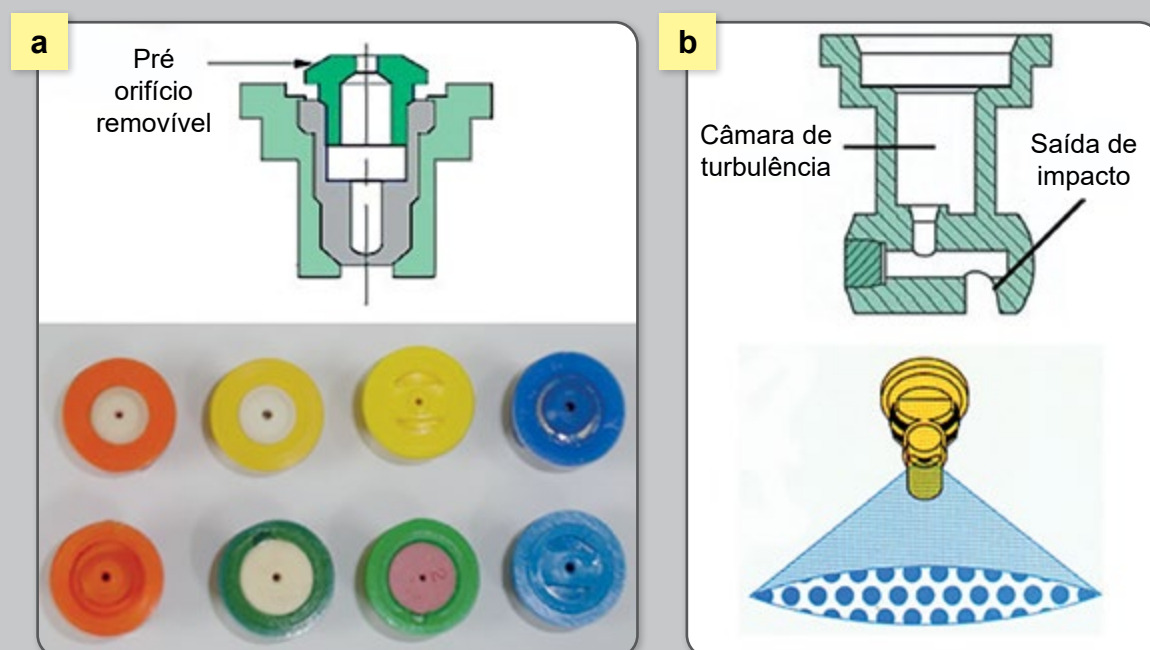
Nas pontas de jato cônico de fabricação mais recente, a tendência é de que o anel turbilhonador e a ponta estejam unidos em uma só peça. Devido ao fato de operar com níveis de pressão mais elevados (até 20 bar) e a seu menor risco de entupimento, as pontas de jato cônico apresentam um potencial de uso em barras quando há necessidade de obter maior penetração das gotas no interior do dossel das plantas, como é o caso de aplicações tardias de fungicidas e inseticidas em culturas com elevado índice de área foliar e/ou dossel (copa) fechado, como é o caso da soja.

Um tipo de ponta alternativa que vem sendo oferecida no mercado é a de jato plano duplo, que apresenta uma deposição de calda mais uniforme do que as pontas de jato cônico e menores perdas de gotas por deriva.

d) Pontas de jatos planos de deriva reduzida

Buscando reduzir as perdas de calda pulverizada por deriva, houve o desenvolvimento de pontas com tecnologias agregadas para essa finalidade. Destacam-se nesse campo as pontas com pré-orifícios e as pontas de impacto com câmara de turbulência. Ambos os tipos de pontas reduzem consideravelmente a percentagem de gotas finas e muito finas produzidas, quando se comparam pontas de mesma vazão.

Figura 47 – Ponta de deriva reduzida com pré-orifício removível (a) e ponta de impacto com câmara de turbulência e saída de impacto (b).

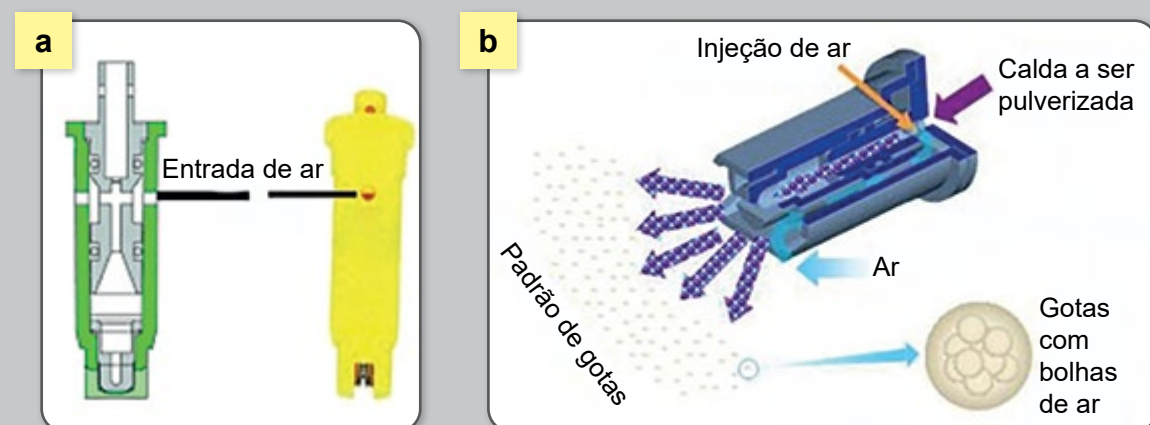


Fonte – Adaptado de Spraying Systems, 2004; Boller, 2018.

Pontas de indução de ar

Foram desenvolvidas duas gerações de pontas de indução de ar. As de primeira geração (Venturi I) geram gotas maiores do que as pontas de pré-orifícios. Já na geração Venturi II encontram-se pontas cujos tamanhos de gotas se assemelham mais às pontas de pré-orifícios.

Figura 48 – Pontas de indução de ar: (a) geração Venturi I e (b) geração Venturi II.



Fonte – Spraying Systems, 2004; Herbicat, [s.d.]; Agrotop, [s.d.].

**VOCÊ SABIA?**

Pontas e bicos são coisas diferentes: a ponta é por onde sai o defensivo agrícola e, por isso, é muito importante porque o seu tamanho e formato influenciam na quantidade de defensivo que vai ser aplicado e no tamanho da gota. O bico é a parte que prende a ponta na barra de pulverização. Existem vários tipos de pontas e elas recebem o nome de acordo com o tipo de jato que formam:

- Pontas de jato plano (leques);
- Pontas de impacto;
- Pontas de jato cônico;
- Pontas de jatos planos de deriva reduzida.

3.6.3 Cuidados operacionais com as pontas de pulverização

Um dos aspectos operacionais muito importantes em relação ao uso adequado das pontas de pulverização consiste na pressão de trabalho. Cada família de pontas opera de maneira satisfatória dentro de uma faixa menor ou maior de pressão e isso deve ser considerado na seleção das pontas e na operação do pulverizador. Pontas de indução de ar da primeira geração, em geral, não devem ser utilizadas com pressões menores que 2,0 bar, podendo chegar a 9,0 bar. Já algumas pontas de indução de ar de gerações mais recentes podem operar em faixas de 1,0 a 6,0 bar. Devido a sua influência sobre o tamanho das gotas, o ângulo de abertura dos jatos, a vazão e o desgaste das pontas, é muito importante observar os limites da pressão de operação de cada ponta indicados no catálogo ou manual do fabricante.

Figura 49 – Ilustração de diferentes níveis de desgaste em pontas de pulverização.



Pontas novas =
paredes lisas

Pontas com desgaste =
orifício alargado

Pontas danificadas =
orifício deformado

Fonte – Spraying Systems, 2014.

Outro ponto de grande importância em relação à utilização de pulverizadores de barras é a determinação do momento de descarte das pontas de pulverização. A utilização das pontas conduz a seu desgaste e a velocidade deste depende do

material de fabricação delas – que pode ser cerâmica (tem maior durabilidade), poliacetal e aço inox –, da pressão de trabalho, da qualidade da água, da formulação dos produtos aplicados e dos cuidados de operação e manutenção dispensados pelo operador da máquina aplicadora. Maiores detalhes e regras para o descarte de pontas por desgaste, *vide* capítulo sobre inspeção de pulverizadores.

Figura 50 – Ilustração de pontas de pulverização fabricadas com diferentes materiais.



Fonte – SENAR AC, 2016.

Para aumentar a vida útil das pontas de pulverização, além de observar os limites de pressão e de utilizar as peneiras indicadas pelo fabricante, deve-se proceder à limpeza delas após cada uso. Nesse sentido, é bom lembrar que uma importante causa de danificação de pontas de pulverização é a falta de cuidados adequados por ocasião de sua limpeza. Nessa ação, instrumentos pontiagudos e afiados, como canivetes, pregos e arames, não podem ser utilizados.

Figura 51 – Indicação dos meios ou instrumentos que devem ser evitados ou utilizados para uma correta limpeza de pontas de pulverização.



Fonte – Jacto Máquinas Agrícolas, [s.d.].

! ATENÇÃO

As pontas de pulverização podem estragar se a pressão que você usar não for adequada ao tipo de ponta que está na barra. Para fazer as pontas durarem mais, é preciso limpá-las com frequência usando ar comprimido ou uma escova de cerdas macias.

3.6.4 Seleção de pontas de pulverização

Essa seleção serve para adequar o pulverizador ao tipo de aplicação que será realizada, buscando otimizar o resultado biológico e a capacidade da máquina. Nesse sentido, os produtores preferem utilizar os menores volumes de calda possíveis, no entanto, cabe alertar para as exigências de cobertura do alvo de diferentes produtos.

De modo geral, herbicidas sistêmicos apresentam melhores resultados com gotas grandes e volumes de calda reduzidos. Por sua vez, fungicidas, mesmo classificados como sistêmicos (mesostêmicos), são mais exigentes quanto à cobertura do alvo, necessitando ser pulverizados com gotas menores e maiores volumes de calda. Inseticidas, via de regra, requerem valores de cobertura e de calda intermediários a herbicidas e fungicidas. Cabe destacar, ainda, que para aplicações de inseticidas e fungicidas convém considerar o índice de área foliar (m² de folhas por m² de lavoura) da cultura que se deseja tratar.

A correta seleção de pontas de pulverização terá de partir da receita agronômica e levar em consideração as informações contidas na bula do produto a ser aplicado. Para auxiliar na seleção de pontas e definir adequadamente o tamanho das gotas e a taxa de aplicação, sugere-se seguir as orientações contidas no item 2.5.7 e nas Tabelas 4 e 9 deste manual.

Exemplo: para um fungicida que tenha uma recomendação agronômica de aplicar 100 L/ha com gotas de categoria fina, qual deverá ser a ponta de pulverização escolhida?

Definido o volume de calda ou a taxa de aplicação (Q), o espaçamento entre os bicos na barra (f) e a velocidade de operação no campo (V), calcula-se a vazão (q) necessária em uma ponta por meio da fórmula a seguir:

$$q = \frac{Q * V * f}{600} = \text{vazão de cada ponta (L/min)}$$

Em que:

Q = taxa ou volume de aplicação (L/ha);

V = velocidade de operação no campo (km/h);

f = distância entre bicos ou faixa tratada por bico (m).

Para uma velocidade de 6,0 km/h e distância entre bicos na barra de 0,5 m, a vazão de cada ponta será de 0,5 L/min.

Conhecida a vazão necessária, localiza-se a ponta adequada e a respectiva pressão de operação em uma tabela fornecida pelo fabricante de pontas, levando em conta ainda o tamanho das gotas, de acordo com o tipo de produto a ser aplicado. No presente caso, a ponta TT 11001 à pressão de 5,0 bar atende à necessidade. Outras famílias de pontas também poderão ser utilizadas, desde que atendam adequadamente à vazão necessária e ao tamanho de gotas requerido para a aplicação em questão.

Tabela 9 – Vazão e categoria de tamanho de gotas em função da pressão em pontas de jato plano de impacto da série TT Teejet.

	Pressão – bar										
Ponta	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
(Cor)*	Vazão em L/min										
TT11001	0,23	0,28	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,48	0,5	0,52	0,55
TT110015	0,34	0,42	0,48	0,54	0,59	0,64	0,68	0,72	0,76	0,8	0,83
TT11002	0,46	0,56	0,64	0,72	0,79	0,85	0,91	0,97	1,02	1,07	1,12
TT110025	0,57	0,70	0,81	0,90	0,99	1,07	1,14	1,21	1,28	1,34	1,40
TT11003	0,68	0,84	0,97	1,08	1,18	1,28	1,37	1,45	1,52	1,6	1,67
TT11004	0,91	1,12	1,29	1,44	1,58	1,71	1,82	1,94	2,04	2,14	2,23
TT11005	1,14	1,39	1,61	1,80	1,97	2,13	2,28	2,41	2,54	2,67	2,79
Fina	Média		Grossa		Muito grossa		Extremam. grossa				

* A cada cor corresponde uma vazão (volume de líquido que passa pelo orifício da ponta por minuto).

Fonte – Adaptado de Spraying Systems, 2014.

VOCÊ SABIA?

Para você escolher a ponta de pulverização, precisa ler a bula do defensivo agrícola para saber qual vai formar o tamanho certo de gota para cada tipo de aplicação.

3.7 REGULAGENS E CALIBRAÇÃO DE PULVERIZADORES

Entende-se por regulagens uma série de ajustes realizados nas máquinas aplicadoras e em sua fonte de potência para adequar seu desempenho ao tipo de aplicação desejada, que compreende a definição do tamanho das gotas, a seleção das pontas, o espaçamento entre os bicos, a altura de condução da barra, a definição da pressão de pulverização, a taxa de aplicação e a velocidade de operação.

3.7.1 Calibração de máquinas aplicadoras

A calibração do pulverizador consiste na aferição do seu funcionamento, verificando se a máquina está operando de acordo com os padrões pretendidos por ocasião da regulação.



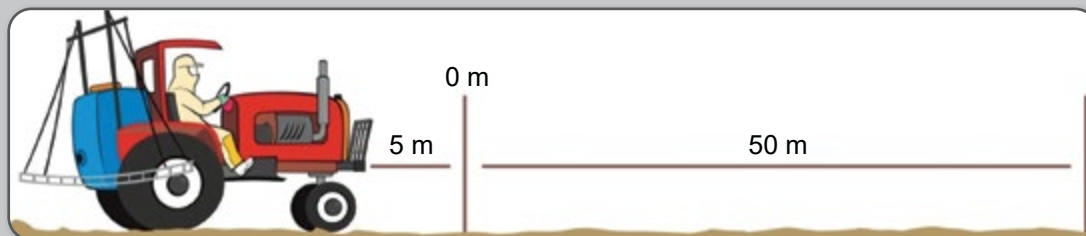
ATENÇÃO

Antes da calibração de um pulverizador deve-se ter certeza de que todos os itens da máquina estejam em perfeito estado de conservação, de modo especial os filtros quanto à limpeza e as mangueiras quanto às dobras e vazamentos.

O método de calibração normalmente compreende a medição do espaçamento entre os bicos do pulverizador (m) e a demarcação de uma distância de 50 m na área que será tratada ou em área com características semelhantes. O depósito do pulverizador deverá estar abastecido com água limpa até a metade de sua capacidade. O conjunto trator/pulverizador deve percorrer os 50 m, utilizando uma marcha equivalente à velocidade desejada e operando o motor em regime de rotação que proporcione 540 rpm na tomada de potência (TDP), enquanto que o tempo gasto é cronometrado. Em terreno com superfície irregular, convém realizar essa tomada de tempo de duas a três vezes e calcular a média. Dividindo-se 180 pelo tempo (s) para percorrer os 50 m, obtém-se a velocidade de deslocamento do conjunto trator/pulverizador expressa em km/h.

Exemplo: obtendo-se os seguintes tempos para percorrer 50 m: 28s, 30s e 32s, a média será de 30s. Para o cálculo da velocidade, divide-se 180 por 30 e resulta 6,0 km/h.

Figura 52 – Método de calibração de pulverizador de barras montado em trator: percurso de 50 m para cronometragem do tempo.



Fonte – ANDEF, 2004.

Calibração em função do tempo gasto para percorrer 50 m

Com o conjunto trator/pulverizador estacionado, liga-se a TDP e mantém-se a mesma rpm no motor utilizada para percorrer os 50 m. Abrem-se os registros ou as

válvulas que direcionam a calda para as barras e regula-se a pressão de pulverização desejada. Durante o mesmo tempo gasto para percorrer os 50 m, coleta-se a vazão em todas as pontas da barra e calcula-se a média (comparando-se a vazão individual de cada ponta com a média, pode-se detectar algum eventual problema de entupimento ou desgaste em algumas pontas e, assim, sanar o problema antes de ir a campo). Multiplicando-se o número de bicos pelo espaçamento entre eles, calcula-se a largura útil de uma passada da barra. A largura útil multiplicada por 50 m equivale à área pulverizada (m^2) a cada percurso de 50 m. Somando-se a vazão de todas as pontas e dividindo esse volume pela área pulverizada em 50 m de percurso, calcula-se a taxa de aplicação ou volume de aplicação real em L/ha.

Exemplo: Pulverizador com 28 bicos;

Distância entre bicos = 0,5 m;

Tempo gasto para percorrer 50 m = 30s;

Vazão média coletada por bico em 30s = 250 mL.

Cálculos:

- Vazão total da barra em 30s = 28 bicos x 0,25 L/bico = 7,0 L
- Área pulverizada em 50 m = largura útil de 14 m (28 bicos x 0,5 m de espaçamento entre bicos) x 50 m = 700 m^2

Então: 7,0 L $\rightarrow$ 700 m^2

X L $\rightarrow$ 10.000 m^2 (1 ha = 10.000 m^2)

- Taxa de aplicação (X) = (7,0 L * 10.000 m^2) / 700 m^2 = 100 L/ha

Em caso de pequenos desvios de vazão em relação aos valores desejados, altera-se a pressão de operação (essa variação não deve ser maior que 25%, sob pena de se alterar demasiadamente a qualidade da pulverização) e, caso isso não seja suficiente para alcançar os valores pretendidos, deve-se alterar a velocidade de deslocamento ou substituir as pontas de pulverização por outras de vazão e tamanho de gotas adequadas.



ATENÇÃO

A medição do volume coletado deve ser realizada com proveta graduada ou balança de precisão da ordem de 1,0 g, considerando que 1,0 kg de água = 1,0 L de água.

Uma alternativa muito utilizada para simplificar esse método é a coleta da vazão em apenas duas ou três pontas de cada seção da barra, o que somente deve ser feito quando se tem certeza de que todas as pontas e os filtros estão em perfeitas condições.

Outra possibilidade para simplificar ainda mais a calibração é a utilização de coletores graduados, denominados vasos calibradores, que apresentam escalas para espaçamentos entre bicos de 50 cm, 40 cm e, às vezes, 25 ou 35 cm, e que permitem a leitura direta da taxa de aplicação em L/ha.

Figura 53 – Coleta de água em cada ponta utilizando coletor graduado.



Fonte – SENAR AC, 2016.



ATENÇÃO

Tecnicamente, esse é o método menos recomendado, uma vez que existe a possibilidade de erro na escala de leitura do volume coletado, o que fatalmente pode resultar em erros na calibração dos pulverizadores.

Calibração em função da velocidade calculada

Os passos iniciais são os mesmos da calibração em função do tempo gasto para percorrer 50 m, sendo que em vez de coletar a vazão de cada ponta durante o tempo gasto para percorrer 50 m esta deve ser coletada durante o tempo fixo de um minuto. Com esses dados, computa-se a vazão total da barra em um minuto e, utilizando-se a equação a seguir, calcula-se a taxa de aplicação obtida.

$$Q = \frac{q * 600}{V * f} = \text{taxa de aplicação (L/ha)}$$

Sendo que:

q = vazão total de todas as pontas da barra (L/min);

Q = taxa ou volume de aplicação (L/ha);

V = velocidade de operação no campo (km/h);

f = largura útil da barra do pulverizador (m).

O uso dessa equação também permite calcular a vazão total da barra necessária para obter a taxa de aplicação desejada, bastando dividir esse valor pelo número de bicos e, assim, obter a vazão necessária em cada ponta.

Exemplo: para melhor entendimento serão realizados os cálculos necessários utilizando os mesmos dados do exemplo anterior.

Cálculos:

- Vazão total por minuto = 28 bicos x 0,50L/min = 14 L/min
- Velocidade de deslocamento = 180/30s = 6,0 km/h
- $Q = (14 \text{ L/min} * 600) / (6,0 \text{ km/h} * 14 \text{ m}) = 100 \text{ L/ha}$

Com esse método também é possível fazer simplificações, como amostrar a vazão em apenas duas ou três pontas de cada seção da barra e calcular a vazão média das pontas. Assim, na equação, q assume o valor da vazão média dos bicos amostrados e f assume o valor da distância entre os bicos (m). Novamente, deve-se chamar a atenção para os riscos dessa simplificação, uma vez que pontas desgastadas ou filtros entupidos podem facilmente conduzir a erros de leitura da vazão e, com isso, prejudicar a precisão da calibração do equipamento. No caso anterior, o cálculo a ser realizado seria o seguinte:

$$Q = (0,50 \text{ L/min} * 600) / (6,0 \text{ km/h} * 0,5\text{m}) = 100 \text{ L/ha}$$

Dependendo da qualidade da água e do tipo de formulação do defensivo agrícola que será pulverizado, a calibração deve ser repetida, de preferência a cada dia de trabalho.

Além disso, para a maioria dos pulverizadores tratorizados, durante a operação da máquina no campo devem ser mantidas a mesma marcha e rpm do motor que foram utilizadas durante a calibração do equipamento, sob pena de alterar a taxa de aplicação e a dose de produto comercial aplicada.

Pulverizadores equipados com ferramentas de agricultura de precisão serão abordados em um capítulo específico desse material.

**ATENÇÃO**

Para regular o pulverizador você precisa definir qual ponta vai usar, a distância entre os bicos, a pressão de pulverização, a taxa de aplicação e a velocidade de operação. Para fazer calibração você precisa saber se o pulverizador está funcionando corretamente calculando a vazão do defensivo agrícola. Você pode fazer isso de duas formas: em função do tempo gasto para percorrer 50 m ou em função da velocidade calculada.

3.7.2 Cálculo da quantidade de defensivo por tanque de calda

Para uma correta aplicação, além de realizar a calibração, deve-se calcular precisamente a quantidade de produto comercial a ser colocada no tanque do pulverizador a cada reabastecimento. Isso pode ser feito por meio de regras de três simples ou da equação seguinte, que facilita os cálculos:

$$Pr = \frac{Ct * Dose}{Q}$$

Em que:

Pr = quantidade de produto (L ou kg) a ser adicionada ao tanque a cada reabastecimento do pulverizador;

Dose = dose do produto a ser aplicado (L/ha, mL/ha, kg/ha ou g/ha);

Ct = capacidade volumétrica do tanque do pulverizador (L);

Q = Taxa de aplicação ou volume de aplicação (L/ha).

Obs.: o resultado dessa equação será na mesma unidade utilizada para expressar a dose do produto comercial a ser utilizada.

Exemplo: será considerado um tanque de 800 L, uma taxa de aplicação de 100 L/ha e um produto cuja dose é 200 g/ha.

$$Pr = (800 \text{ L} * 200 \text{ g/ha}) / 100 \text{ L/ha} = 1.600 \text{ g}$$

Então, a cada reabastecimento do tanque do pulverizador, deverão ser adicionados 1.600 g ou 1,6 kg desse produto comercial.

**ATENÇÃO**

Para aplicar a quantidade correta de defensivos, você precisa calcular quanto produto deve colocar no tanque do pulverizador cada vez que tiver que reabastecer. Para isso, você pode usar a equação que foi explicada neste item.

3.8 CUIDADOS DURANTE E APÓS A OPERAÇÃO COM PULVERIZADORES DE BARRAS

O bom desempenho de um pulverizador tratorizado depende de um elenco de cuidados longamente discutidos até aqui nesse manual. Nunca é demais reforçar que, além de todas as regulagens e calibrações recomendadas, os operadores de pulverizadores devem ficar muito atentos às variações nas condições do ar ao longo da jornada de trabalho, evitando pulverizar quando estiverem desfavoráveis. Caso seja inevitável realizar o trabalho, deve-se adequar a qualidade da pulverização às essas condições. Para tanto, apresenta-se uma sugestão na Tabela 10, sobre como realizar uma pulverização responsável.

Outro aspecto de importância capital no manejo de um pulverizador é a velocidade de deslocamento da máquina no campo. Uma vez definida a velocidade adequada para determinada situação, deve-se mantê-la constante durante todo o trabalho. Para definir essa velocidade é preciso levar em consideração o relevo do terreno onde a operação será realizada e a qualidade tecnológica do pulverizador, em especial no que diz respeito à estabilidade de suas barras.

Equipamentos nos quais as barras são fixadas diretamente a uma estrutura ligada ao chassi do pulverizador, via de regra, operam em velocidades de 4,0 a 8,0 km/h podendo, em condições excepcionais do terreno, chegar até 10 km/h. No momento em que forem percebidas excessivas oscilações horizontais e verticais da barra, há que se pensar em reduzir a velocidade, mas isso normalmente requer uma nova calibração da máquina. Pulverizadores que têm ferramentas de agricultura de precisão ajustam-se automaticamente a variações na velocidade de deslocamento, de modo a manter constante a taxa ou volume de aplicação. Máquinas que apresentam sistemas de estabilidade de barras eficazes podem operar com velocidades acima de 10,0 km/h, em condições de terreno muito favoráveis.

Tabela 10 – Relações entre as condições de temperatura e umidade relativa do ar e a escolha do tamanho das gotas de uma pulverização.

Fator do ar	Classes de gotas de acordo com as condições climáticas		
	Muito finas ou finas	Finas ou médias	Médias ou grossas
Temperatura	abaixo de 25 °C	25 a 28 °C	acima de 28 °C
Umidade relativa	acima de 70%	60 a 70%	abaixo de 60%

Fonte – Antuniassi; Baio; Bizari, 2005.

Outro ponto que deve ser priorizado na operação de pulverizadores no campo é a distância entre as passadas da máquina, que deve ser mantida constante e adequada para utilizar a largura de trabalho total das máquinas. Essa largura é obtida multiplicando-se o número de bicos por seu espaçamento. Ex.: barras com 28 bicos espaçados em 0,50 m = 14 m.

Diversos sistemas de orientação podem auxiliar o operador a manter uma distância constante entre as passadas da máquina, podendo envolver o balizamento prévio do campo, o acompanhamento das fileiras de uma cultura, marcadores de espuma, barras de luzes e até sistemas de orientação e condução por satélite conhecidos como piloto automático.

Após o término de uma jornada de pulverização, de modo especial quando se pulveriza produtos formulados como pó molhável (PM), granulados dispersíveis (WG) ou suspensão concentrada (SC), há de se realizar uma higienização do pulverizador. Essa ação é de grande importância e deve ser executada imediatamente após o término de uma pulverização. Sua não realização pode ocasionar prejuízos e perdas de tempo bem maiores do que o custo e o tempo gastos em sua correta execução.

Sempre se deve armazenar o pulverizador devidamente limpo externamente e livre de resíduos dos produtos que foram aplicados no interior do depósito (tanque) e das tubulações e filtros. Essas medidas são essenciais para evitar que na próxima utilização da máquina ocorram problemas como a fitotoxicidade causada por resíduos mantidos no interior da máquina após o término da pulverização.



VOCE SABIA?

Quando você for pulverizar, deve prestar atenção nas condições do ar. Além disso, deve evitar fazer a pulverização quando estiver muito quente ou ventando muito.

Depois que você calcular qual deve ser a velocidade do pulverizador, precisa manter essa velocidade constante durante a aplicação. Também é importante calcular bem a distância entre as passadas da máquina para aproveitar toda a largura da barra e diminuir seu trabalho.

Quando você acabar de pulverizar, tem que limpar o pulverizador para não correr o risco de se intoxicar ou causar danos à uma cultura sensível quando for fazer uma nova aplicação.

3.8.1 Limpeza do tanque e das tubulações do pulverizador

Para a limpeza do tanque, podem ser utilizados produtos específicos indicados pelos fabricantes do defensivo aplicado, com a finalidade de remover resíduos que podem ficar aderidos nas paredes internas do tanque, das tubulações e nos filtros.

Muitas vezes, duas lavagens com água limpa podem reduzir substancialmente o problema. Em casos mais agressivos, alguns produtos para a limpeza de tanques devem ser adicionados e o tanque completado com água. Posteriormente, deve-se ligar a bomba durante alguns minutos para promover a circulação do líquido. Após essa homogeneização, é preciso manter o equipamento em repouso por uma noite e, no dia seguinte, ligar novamente a bomba, promovendo a circulação do líquido.

No caso de lavagem do tanque somente com água, a melhor destinação do líquido resultante é a lavoura onde se realizou a última pulverização.



ALERTA ECOLÓGICO

Ao utilizar produtos específicos para a limpeza de máquinas aplicadoras, deve-se observar as recomendações para o descarte do líquido resultante, evitando sempre os riscos de contaminação de corpos d'água.

A limpeza dos filtros deve ser feita com auxílio de uma escova, evitando sempre o armazenamento do pulverizador com os filtros impregnados de resíduos. A remoção desses resíduos dos filtros será muito mais demorada se eles estiverem secos do que logo após o término de uma pulverização. De preferência, deve-se retirar todas as pontas e filtros, limpando-os e armazenando-os limpos. Após a retirada dos filtros e das pontas, convém ligar a bomba do pulverizador e enviar água limpa até os bicos nas barras para remover os resíduos. A realização dessas operações com o devido critério evita problemas nas aplicações futuras, como erros de dosagem devido ao entupimento de filtros.



PRECAUÇÃO

Para evitar intoxicações das pessoas envolvidas nesse processo, cabe relembrar da importância do uso de EPI completo nas operações de limpeza e higienização do pulverizador.

O passo a passo indicado por um fabricante de produto para a limpeza de tanques de pulverizadores (INQUIMA, (s.d.) inclui as seguintes recomendações:

- 1) Após o completo esgotamento do tanque, abrir o registro de saída inferior ou dreno de esgotamento para realizar uma lavagem com água sob alta pressão;
- 2) Com o dreno ou registro do tanque fechados, abastecer o tanque entre 30% e 40% de sua capacidade, com água limpa, já adicionando o produto para a limpeza, na dose ou concentração recomendada pelo fabricante;

- 3) Ligar a bomba do pulverizador para circular o líquido dentro do tanque, buscando formar espuma, deslocando a máquina em ziguezague e dando freadas. Após a formação de espuma, manter a bomba funcionando (agitação) durante 20 minutos ou mais. Em caso de encrostamento extremo, manter o líquido de limpeza dentro do tanque durante 12 até 24 h, promovendo agitação (circulação) durante 20 minutos de seis em seis horas;
- 4) Em seguida, deve-se fazer o esgotamento da calda de limpeza por meio das mangueiras que conduzem o líquido até as barras. Para tanto, antes de realizar o esgotamento do tanque, deve-se retirar todos os filtros de linha, pontas de pulverização e filtros dos bicos. O esgotamento da calda de limpeza deverá ser feito por secção da barra do pulverizador, de modo que seja promovida também a limpeza de todas as tubulações da máquina;
- 5) As pontas de pulverização e os filtros deverão ser colocados em um balde contendo a mesma solução de limpeza, onde deverão ser limpos separadamente, com escova de dente, sempre formando espuma. Após a retirada dos resíduos dos filtros e pontas, deve-se lavá-los com água limpa até não se observar mais formação de espuma. Para esta operação é imprescindível o uso de EPI.
- 6) Esgotado o tanque, é hora de realizar o segundo enxágue com água sob alta pressão, com o registro ou dreno de esgotamento aberto;
- 7) Caso estejam presentes na máquina, deve-se realizar a limpeza dos mangotes de retorno ou corte de secção. Para tanto, esses mangotes devem ser separados do comando e limpos com água sob pressão, conforme Figura 54.

Figura 54 – Ilustração da limpeza dos mangotes de retorno ou corte de secção da barra



Fonte – Inquima, [s.d.].

- 8) Feito isso, é hora de um enxágue geral, abastecendo o tanque com 30% a 40% de sua capacidade com água limpa e ligando a bomba para circulação da água. Também se deve deslocar a máquina em ziguezague para maior movimentação da água de limpeza dentro do tanque. Após, esgota-se a água de limpeza por meio das mangueiras das seções da barra, conforme indicado no item 4, cujos procedimentos devem ser repetidos ao menos uma vez ou até que não ocorra mais a formação de espumas no interior do tanque do pulverizador;
- 9) Antes de realizar a próxima aplicação de algum produto, montar os filtros e as pontas na barra do pulverizador e funcionar todo o sistema com água limpa, procurando verificar se não restaram resíduos. Caso positivo, repetir todo o processo de limpeza novamente.

 ATENÇÃO

Para fazer a limpeza do tanque e da tubulação do pulverizador, você pode seguir as instruções que estão na bula dos produtos de limpeza usados para isso. Lembre-se: ao mexer com o pulverizador, você sempre deve usar os EPIs adequados.

4. MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA DE PULVERIZADORES

Marco Antonio Gandolfo

A manutenção das máquinas agrícolas compreende um conjunto de ações que se destinam a prolongar a vida útil delas e de seus principais componentes sujeitos ao desgaste. Dessa forma, a manutenção contribui para que as máquinas fiquem sujeitas ao mínimo de paradas durante a operação e para que seu desempenho no campo se mantenha dentro do esperado (qualidade).

O aumento da produtividade agrícola e das áreas cultivadas motivou o uso de máquinas mais sofisticadas, com maior capacidade operacional e maior potência. Essas máquinas mais modernas, em grande parte, também são equipadas com dispositivos de controle, automação e registro das operações e, apesar de oferecerem inúmeras vantagens nos aspectos operacionais, econômicos e ambientais, também mostram uma exigência maior de ajustes, manutenção e substituições de componentes que possibilitem maior precisão do trabalho que executam.

Assim, na medida em que maiores recursos mecânicos, hidráulicos, pneumáticos ou eletrônicos são incorporados nesses equipamentos, também deveria ser adotado um planejamento à altura das ações de manutenção nessas máquinas para que esses dispositivos desenvolvidos para a melhoria do trabalho não sejam convertidos em causas de erros ou desperdícios por uso indevido.

Devido à crescente demanda nas pulverizações para controle dos agentes de danos, os pulverizadores se tornaram os equipamentos agrícolas mais usados nas operações agrícolas, exigindo também maior qualidade dos materiais com que são fabricados e maior cuidado com sua manutenção preventiva e corretiva.

O plano de assistência deve seguir primeiramente o determinado pelo fabricante nos manuais de manutenção. Também pode seguir um *check-list* que oriente a observação de itens não previstos no manual, permitindo ao usuário observar o estado do equipamento e avaliar a necessidade de troca de componentes ou ajustes que mantenham a máquina em sua melhor condição de trabalho. Para facilitar a avaliação do estado dessas peças, a observação poderá ser realizada considerando diferentes categorias de componentes. Algumas delas estão apresentadas a seguir e consideram somente componentes que possam interferir na qualidade da aplicação.

ATENÇÃO

É muito importante que você faça a manutenção do pulverizador com a frequência que o fabricante recomenda. Nada pior do que ficar na mão quando você mais precisa da máquina.

4.1 CATEGORIA 1 – COMPONENTES ESTRUTURAIS

São aquelas partes fixas, não ajustáveis e de difícil substituição. Podem apresentar danos ou desgaste por abrasão, corrosão, deformação, ressecamento, empenamento, choque, sobrecarga e fadiga. O estado dessas partes no pulverizador pode ser avaliado por meio de observação visual. No Quadro 3 e na Figura 55 estão identificados os componentes estruturais e seus possíveis problemas, seguidos de alternativas de soluções. (GANDOLFO; ANTUNIASSI, 2004). Nesses componentes normalmente estão instalados os pontos graxeiros, e suas posições podem ser identificadas segundo indicações do manual de manutenção do equipamento.

Figura 55 – Barra de pulverização com reparo estrutural visível.



Fonte – Gandolfo, 2018.

Quadro 3 – Problemas e soluções para componentes estruturais.

Componente	Dano possível	Solução possível
Barras de pulverização	Corrosão	Pintura
	Empenamento	Alinhamento
	Trincas	Solda e pintura
Rodados	Corrosão na roda	Pintura
	Desgaste dos pneus	Substituição ou ressolagem
	Trincas na roda	Solda e pintura
Eixo da TDP (cardan)	Falta de proteção da TDP	Instalação
	Empenamento do eixo	Alinhamento
	Folga nas cruzetas	Substituição
	Falta de trava do eixo	Instalação
Depósito (tanque)	Trincas e vazamentos	Reparo ou vedação
	Vazamento no eixo do agitador	Aperto ou substituição da gaxeta ou do retentor
Mangueiras	Ressecamento e trincas	Substituição
	Estrangulamento	Reposicionamento
	Flexão interferindo na projeção da pulverização	Reposicionamento

Fonte – Gandolfo; Antuniassi, 2004.

ATENÇÃO

Para cada dano que acontece com frequência nos componentes estruturais do pulverizador há uma solução. O mais importante é estar atento às condições desses componentes.

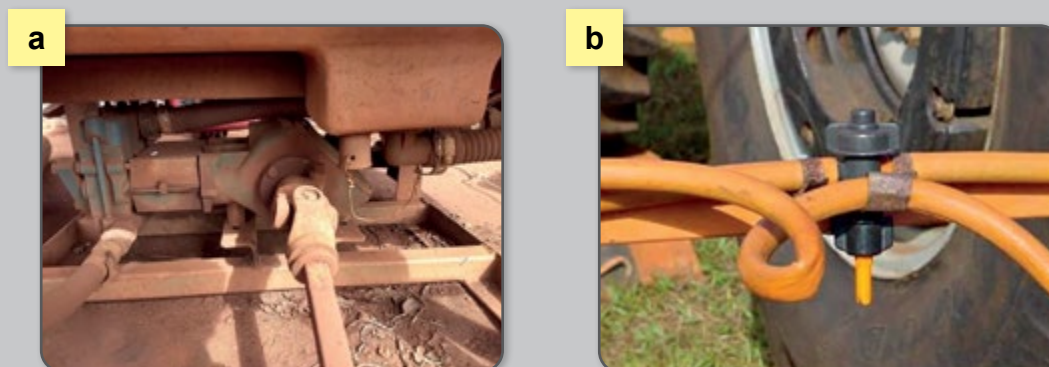
4.2 CATEGORIA 2 – COMPONENTES AJUSTÁVEIS

São aqueles componentes que podem ser regulados de acordo com a necessidade operacional. Para eles, a avaliação visual nem sempre é suficiente, sendo necessário, algumas vezes, funcionar a máquina e realizar os ajustes possíveis observando o resultado operacional de tais regulagens.

Essas partes podem ser substituídas com certa facilidade e seu bom funcionamento é fundamental para a qualidade da aplicação. (GANDOLFO, 2002; GANDOLFO; ANTUNIASSI, 2004).

No caso das bombas de pulverização, sua manutenção pode depender de substituição periódica do óleo lubrificante ou do selo mecânico. As trocas de óleo podem ser realizadas de acordo com as determinações do manual de manutenção do equipamento considerando o tempo de substituição e a qualidade do óleo a ser usado.

Figura 56 – Falta de proteção em partes móveis (a) e mangueira estrangulada (b).



Fonte – Gandolfo, 2018; Antuniassi, 2007.

Quadro 4 – Problemas e soluções para componentes ajustáveis.

Componente	Dano possível	Forma de avaliação	Solução possível
Bomba de pulverização de pistão	Desgaste	Visual ou registro de horas trabalhadas	Troca do óleo lubrificante
	Vazamento	Visual	Substituição dos retentores, reparos ou selo mecânico
	Desgaste ou emperramento das válvulas	Oscilações bruscas e frequentes de pressão	Limpeza ou substituição das válvulas do cabeçote
	Desgaste dos órgãos internos	Ruído característico de bate-pinos	Substituição
Bomba de pulverização centrífuga	Desgaste do selo mecânico	Vazamento ou ruído	Substituição do selo mecânico
Comando de pulverização	Vazamento	Visual	Reparo
	Regulador de pressão danificado	Aperto da válvula reguladora não resulta em aumento de pressão	Substituição do reparo
	Vazamento interno	Perda de torque no eixo de saída do motor	Substituição do reparo ou troca do componente.
Comando de posicionamento das barras	Falta de sustentação das barras	As barras abertas abaixam espontaneamente, mesmo com a máquina em funcionamento	Substituição das válvulas do comando e/ou reparo dos pistões hidráulicos das barras

Componente	Dano possível	Forma de avaliação	Solução possível
Compensadores de retorno	Pressão de pulverização muda quando um segmento é fechado	Ajuste da manopla não resulta em variação da pressão de pulverização	Fazer a limpeza do sistema, desobstruindo os orifícios e regular
Registros manuais ou eletromecânicos	Vazamento.	Visual.	Reparo ou troca.
	Desgaste	Quando fechadas não interrompem completamente a passagem de líquido	Substituição das válvulas ou dos reparos

Fonte – Gandolfo; Antuniassi, 2004.

A Figura 57 apresenta um exemplo de dano no comando de um pulverizador.

Figura 57 – Comando de pulverização com vazamento.



Fonte – Gandolfo, 2018.

! ATENÇÃO

Os componentes ajustáveis dos pulverizadores são mais fáceis de serem reparados ou trocados. No entanto, nem sempre é possível saber se estão avariados apenas fazendo-se a verificação visual.

4.3 CATEGORIA 3 – COMPONENTES SUBSTITUÍVEIS

São aqueles que, por ação de desgaste, abrasão, corrosão ou mesmo dano mecânico devem ser trocados com certa frequência. Essas partes também se caracterizam por apresentar preços relativamente baixos quando comparados com os outros componentes. Além disso, elas não permitem reparos, devendo ser descartadas da máquina quando necessário. (GANDOLFO, 2002; GANDOLFO; ANTUNIASSI, 2004).

Uma vez que a qualidade desses componentes tem uma importância operacional elevada, seu estado deve ser avaliado e considerado como fator fundamental para o emprego da máquina usada, devendo, quando necessário, serem trocados antes de se utilizar o equipamento, não pondo em risco a eficiência da operação por desconhecimento de sua atual qualidade. (GANDOLFO; ANTUNIASSI, 2004).

Quadro 5 – Problemas e soluções para componentes substituíveis.

Componente	Dano possível	Forma de avaliação	Solução possível
Pontas de pulverização	Desgaste	Vazão superior a 10% da média da barra ou da ponta nova	Substituição das unidades desgastadas ou desconformes e reavaliação
	Uso de diferentes modelos	Comparação do formato da carcaça das pontas	
	Uso de diferentes vazões	Comparação das cores da carcaça das pontas	
Filtros de sucção, de linha e dos bicos	Fissura	Visualização interna da malha	Substituição do elemento
	Obstrução temporária	Visualização antes da limpeza	Limpeza do elemento
	Oxidação (metálico)	Visual após a limpeza	Substituição do elemento
	Vazamento permanente na carcaça	Visual após montagem e aperto	Substituição da vedação ou da carcaça
Fluxômetro	Desgaste	A vazão indicada não corresponde com a efetiva da máquina	Substituição do reparo ou da peça
	Erro na taxa de aplicação	Volume aplicado não confere com o registrado	Substituição da peça ou recálculo da constante
Amortecedores do quadro das barras	Desgaste	Barras oscilam exageradamente	Substituição
Manômetro	Vazamento da glicerina	Ponteiro oscila exageradamente	Recolocação da glicerina
	Extenuação.	Indicação de pressão errada	Substituição
Antigotejadores	Diafragma furado ou rasgado	Gotejamento no bico após a interrupção da pulverização	Substituição

Fonte – Gandolfo; Antuniassi, 2004.

Figura 58 – Filtro de bico obstruído.

Fonte – Boller, 2014.

4.4 CATEGORIA 4 – ACESSÓRIOS

Esse grupo engloba aqueles componentes ou sistemas que não são fundamentais para o funcionamento do equipamento enquanto estão em operação. São, geralmente, dispositivos que aumentam a segurança e facilitam tarefas como o abastecimento, a calibração, a mistura e a aplicação.

Alguns desses itens podem requerer o funcionamento da máquina para avaliar sua operacionalidade, principalmente aqueles que são ajustáveis ou só têm ação com o pulverizador funcionando. (GANDOLFO; ANTUNIASSI, 2004).

Quadro 6 – Problemas e soluções para acessórios.

Componente	Dano possível	Forma de avaliação	Solução possível
Abastecedor de sucção	Vazamento	Visual	Reparo
	Retorno de líquido à Fonte de água	Visualizado quando retirado da Fonte	Substituição do reparo de injeção
Incorporador de defensivo	Vazamento	Visualização	Reparo
	O defensivo não é sugado para o depósito.	Válvula fechada, emperrada ou obstruída	Abertura ou substituição da válvula
Marcador de linha	Não forma a espuma	Visual em funcionamento	Reparo

Componente	Dano possível	Forma de avaliação	Solução possível
Reservatório de água limpa	Vazamento	Tanque se esgota sem uso	Reparo
	Passagem de água do depósito de calda para o reservatório	Transbordamento e contaminação do reservatório quando o depósito está cheio	Substituição da válvula de enchimento do reservatório
Sistema de ventilação (cortina de ar)	Volume de ar insuficiente nas barras	Lona defletora murcha	Problemas no ventilador ou em seu sistema de acionamento
		Lona defletora rasgada	Substituição ou reparo da lona
Comandos eletroeletrônicos	Falta de resposta a ajustes em funcionamento	Fusíveis queimados	Substituição
		Danos nas conexões elétricas	
		Componente eletrônico danificado	

Fonte – Gandolfo; Antuniassi, 2004.

4.5 OUTRAS CONSIDERAÇÕES DE MANUTENÇÃO

A identificação e descrição de todos os possíveis problemas que podem ocorrer num pulverizador é uma tarefa muito difícil, principalmente considerando a oferta de marcas e modelos existentes no mercado brasileiro. Assim, é esperado que ocorram diferenças em conceitos, qualidade e dispositivos específicos, que tornem necessário o estudo de cada um deles para se determinar o melhor plano de manutenção. Porém, aqueles procedimentos corriqueiros, que podem exigir desde simples observações ou mesmo limpeza ou troca de componentes com certa frequência não devem ser ignorados.

Apesar da aparente lógica na necessidade da ação preventiva e corretiva para o bom funcionamento da máquina, estudos que contemplem avaliações do estado dessas máquinas em uso no campo têm mostrado que falhas de manutenção ainda são comuns entre usuários. Dentre as prováveis causas desse fato, pode estar a pouca importância que o usuário atribui à questão, outras vezes, talvez pelo simples desconhecimento de sua importância.



VOCÊ SABIA?

Os componentes substituíveis e os acessórios também precisam ser verificados constantemente para que seu estado seja avaliado. Caso seja necessário, você deve trocá-los ou repará-los de acordo com as instruções do fabricante.

5. INSPEÇÃO PERIÓDICA DE PULVERIZADORES

Para ter a certeza de que todos os componentes de um pulverizador estão aptos a desempenhar adequadamente suas funções, há necessidade de se examinar de forma sistemática e cuidadosa cada um deles, de tempo em tempo.

O uso de agroquímicos contra os agentes de danos de forma segura e eficiente com custo adequado depende de diversos fatores, entre eles a escolha adequada do equipamento, o estado e o funcionamento de seus componentes e sua calibração.

A implantação de uma inspeção periódica sobre as máquinas com orientação aos usuários para melhor uso e manutenção pode contribuir com a redução da quantidade de agroquímicos utilizados e, conseqüentemente, com a diminuição do custo e da contaminação ambiental.

Experiências no Brasil mostram que o estado de manutenção dos pulverizadores não é adequado para a maioria dos equipamentos, indicando a necessidade de cuidados dos usuários para que a qualidade da aplicação não seja comprometida devido a falhas dessas máquinas. O Quadro 7 mostra os resultados de avaliações de pulverizadores realizadas na região norte do Paraná.

Considerando que a inspeção consta de uma análise e observação dos parâmetros de prestação dos equipamentos, ela pode e deve ser executada sempre que possível, preferencialmente e, no mínimo, uma vez antes de se iniciar a safra e uma vez durante o uso no meio da safra. Assim, os problemas dos pulverizadores serão corrigidos permanentemente a tempo de evitar seu uso em condição não adequada.

Quadro 7 – Percentual de problemas em função do item avaliado na inspeção.

Item avaliado	Erro (%)
Manômetro ausente, danificado ou inadequado	84,5
Mangueiras mal localizadas	57,1
Antigotejador ausente ou não funcional	22,0
Presença de vazamentos	28,6
Filtro de linha ausente ou não funcional	26,4
Filtro de sucção ausente ou não funcional	11,0
Pontas de pulverização obstruídas	56,0
Pontas de pulverização gastas	47,3
Erros na taxa de aplicação superior	69,2
Erros na taxa de aplicação para mais	23,1
Erros na taxa de aplicação para menos	46,1
Algum problema de manutenção	97,8

Fonte – Gandolfo *et al.* *apud* Simpósio de Engenharia Rural, 2013.

Dentre os itens que podem ser avaliados, o quadro anterior identifica alguns extremamente importantes e que devem ser considerados na inspeção. Tais itens estão separados em dois grupos, denominados de qualitativos e quantitativos. (GANDOLFO; ANTUNIASSI, 2003; GANDOLFO *apud* BORGES, 2007).



VOCÊ SABIA?

Para garantir o bom funcionamento dos pulverizadores, você deve verificar todos os elementos no mínimo uma vez antes do começo da safra e outra vez no meio da safra.

5.1 INSPEÇÃO DE ITENS QUALITATIVOS

Nesse grupo, encontram-se os itens de um pulverizador que devem ser apenas observados, não havendo necessidade de efetuar medições de seu desempenho.

5.1.1 Presença de vazamentos

Esse item pode ser avaliado visualmente observando-se a presença de algum ponto de vazamento, independentemente da quantidade em que ocorra. A ocorrência de apenas um vazamento é critério suficiente para a reprova do equipamento nesse item.

Figura 59 – Vazamentos no eixo do agitador mecânico e no filtro de linha.



Fonte – Gandolfo, 2018.

5.1.2 Mangueiras danificadas

Essa avaliação também é feita de forma visual, observando-se as mangueiras ao longo de toda sua extensão. Elas serão caracterizadas como danificadas quando houver a presença de fissuras, trincas, ruptura, ou qualquer outro dano que possa reduzir sua resistência e expô-las a risco de ruptura ou favorecer a perda de pulverização.

Figura 60 – Mangueiras danificadas.



Fonte – Boller, 2014.

5.1.3 Mangueiras localizadas entre a projeção do jato e o alvo

Com a máquina em funcionamento, deverá ser observado o posicionamento das mangueiras quanto à interferência na projeção do jato. Esta será considerada quando o jato de pulverização tocar em alguma mangueira em sua trajetória, alterando o perfil de distribuição da barra de pulverização e/ou promova algum escoamento do líquido pulverizado.

Figura 61 – Mangueira localizada entre a projeção do jato e o alvo.



Fonte – Gandolfo, [s.d.].

Embora seja um problema de fácil solução, já que a mangueira pode ser corretamente posicionada com simples fixadores, a existência de ao menos uma mangueira interferindo no jato também reprova o equipamento neste item.

5.1.4 Presença e estado do filtro de sucção

A observação do estado do filtro de sucção deverá ser realizada com a retirada do elemento filtrante da carcaça, avaliando a presença de fissuras, oxidações, deformação ou saturação da superfície filtrante por impurezas ou qualquer outra substância que possa impedir a passagem do líquido de pulverização por ele.

A máquina será reprovada quando ocorrer alguns dos problemas citados. Essa avaliação deverá ser a última do processo, pois sua retirada antes da conclusão de todas as demais poderá interferir nos resultados acerca da real condição de trabalho do equipamento.

5.1.5 Presença e estado do filtro de linha

Procedimento idêntico ao realizado para o filtro de sucção (quando houver).

5.1.6 Presença e estado de antigotejadores

Essa avaliação é feita funcionando o equipamento e interrompendo instantaneamente a pulverização, observando-se se, após a interrupção, ocorre escorrimento ou vazamento pelas pontas da barra. Essa avaliação somente poderá ser feita quando o equipamento estiver munido dos antigotejadores e, para que a máquina não seja reprovada, todos os antigotejadores deverão estar funcionando perfeitamente.

Figura 62 – Porta bico sem antigotejador (esquerda), com antigotejador em destaque modelo 1 (centro) e com antigotejador em destaque modelo 2 (direita).



Fonte – Gandolfo, 2018.

5.1.7 Tipos de ponta de pulverização

Com o equipamento desligado, será feita a identificação do modelo e da vazão de todas as pontas de pulverização, devendo estas serem identificadas e registradas na planilha de inspeção. A presença de apenas uma ponta de modelo ou de vazão diferente já é suficiente para a reprovação da máquina nesse quesito.

Figura 63 – Tipos diferentes de pontas de pulverização.



Fonte – SENAR AC, 2016.

5.1.8 Presença e adequação do manômetro

O manômetro será considerado presente quando estiver posicionado em local possível para visualização e uso, ademais deve permitir a identificação da pressão de trabalho no mostrador. Também será avaliado quanto à sua adequação à máquina. Isso se dará pela avaliação de sua escala, já que esta deve permitir que a pressão desejada pelo usuário esteja compreendida entre 25% e 75% da escala máxima do manômetro. Qualquer irregularidade no manômetro quanto a esses critérios reprova a máquina nesse item.

Figura 64 – Manômetro operacional e manômetro não operacional.



Fonte – Gandolfo, 2018.

5.1.9 Proteção de partes móveis

A máquina deverá ser posta em funcionamento com todos os seus recursos de pulverização em uso para que todas as partes móveis possam ser avaliadas quanto à proteção. O equipamento será aprovado nesse item se, em suas partes móveis, não houver a possibilidade de colocação de qualquer membro do corpo humano nos espaços próximos a elas em movimento, durante a calibração, o abastecimento e a operação.

Figura 65 – Tomada de potência do pulverizador sem proteção.



Fonte – Gandolfo, 2003.



VOCÊ SABIA?

Os itens de verificação chamados de qualitativos são aqueles que podem ser avaliados visualmente e não precisam de nenhum tipo de medição. São eles:

- Vazamentos;
- Mangueiras danificadas;
- Mangueiras localizadas entre a projeção do jato e o alvo;
- Presença e estado do filtro de sucção;
- Presença e estado do filtro de linha;
- Presença e estado de antigotejadores;
- Tipo de ponta de pulverização;
- Presença e adequação do manômetro;
- Proteção de partes móveis.

5.2 INSPEÇÃO DE ITENS QUANTITATIVOS

Esse grupo de itens se refere a aqueles cuja avaliação do desempenho depende de uma mensuração.

5.2.1 Estado das pontas de pulverização

A avaliação comparativa do estado das pontas de pulverização deverá ser feita sobre sua vazão. Para isso, é necessário fazer a coleta do líquido pulverizado em todas as pontas. Uma das maneiras mais simples e precisas de se fazer isso consiste em acoplar em cada bico uma mangueira que verta todo líquido pulverizado para uma única direção, facilitando sua coleta. Uma mangueira que se adéqua perfeitamente a essa função é constituída de um pedaço de câmara de ar de bicicleta de 30 cm de comprimento.

Após a instalação dessas mangueiras em todos os bicos, recipientes em número igual ao número de pontas da máquina deverão ser posicionados ao lado das mangueiras. Duas pessoas, com um cronômetro cada uma, devem se posicionar numa extremidade da barra e, após um minuto de funcionamento para estabilização da pressão, os dois cronômetros deverão iniciar a contagem do tempo no mesmo instante em que uma das pessoas coloca o primeiro recipiente sob a mangueira do primeiro bico. Após cinco segundos, a mesma pessoa que iniciou a colocação dos recipientes coloca o segundo sob a mangueira do segundo bico e assim sucessivamente até o último bico.

A segunda pessoa com o segundo cronômetro aguardará o tempo de um minuto para iniciar a retirada dos recipientes, devendo fazê-lo, após iniciada, a cada cinco segundos na mesma sequência de colocação dos recipientes. Assim, cada um dos recipientes coletará a vazão de líquido durante um minuto em cada ponta.

Após a coleta, o líquido de cada um dos recipientes deverá ser quantificado. Essa avaliação poderá ser feita pela pesagem em balança adequada quanto a sua precisão e escala, sendo que um dos recipientes pode ser tarado e conteúdo dos demais deve ser colocado nele, um de cada vez, até que o conteúdo de todos seja pesado.

A diferença de massa de líquido pulverizado pelas pontas não deverá ultrapassar a 10% da média de vazão de todas as pontas. A máquina será aprovada nesse item quando não houver diferença de vazão superior a 10% da média de nenhuma das pontas.

Por exemplo, se a vazão média de todas as pontas for de 600 mL por minuto, nenhuma ponta poderá ter vazão maior que 60 mL acima e abaixo dessa média, ou seja, nenhuma ponta com vazão menor que 540 mL ou maior que 660 mL por minuto deve ser aceita.

**PRECAUÇÃO**

Você deve verificar o estado das pontas de pulverização periodicamente para saber se estão boas. Caso contrário, a aplicação dos defensivos não será homogênea.

5.2.2 Erros na taxa de aplicação

Antes do início da inspeção o usuário deverá determinar, a seu modo, a taxa de aplicação da máquina, bem como a marcha e rotação de trabalho usada naquela condição. O equipamento deverá, então, ser posto em marcha com o depósito abastecido com a metade de sua capacidade nominal a fim de determinar o tempo necessário para percorrer 50 metros. A largura de operação da barra (número de pontas x espaçamento entre elas) também deverá ser medida. Esses valores deverão ser registrados na planilha de inspeção.

A soma da vazão de todas as pontas (avaliado no item anterior), associado à velocidade de deslocamento e à largura operacional da barra, possibilitará determinar com precisão o volume de aplicação real do pulverizador. Na comparação com a taxa informada pelo usuário, a diferença não deverá ultrapassar o limite de 5% para mais ou para menos, para que não haja reprovação nesse item.

Supondo uma taxa de aplicação pretendida de 100 L/ha, o valor aceitável obtido na máquina poderá variar de 95 a 105 L/ha para que ela esteja dentro do limite de erro proposto. Como já comentado no item de calibração, a taxa de aplicação real do pulverizador poderá ser obtida pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{q_t * 600}{V * L} = \text{taxa de aplicação real (L/ha)}$$

Em que:

q_t = vazão total de todas as pontas da barra (L/min);

Q = taxa ou volume de aplicação (L/ha);

V = velocidade de operação no campo (km/h);

L = largura útil da barra do pulverizador (m).

**ATENÇÃO**

Outra coisa importante é saber se o pulverizador, com determinada largura de barra e andando em certa velocidade, está aplicando a quantidade adequada de defensivo agrícola. Para isso, é preciso calcular a taxa de aplicação real usando a fórmula que já foi apresentada.

5.2.3 Precisão do manômetro

Com o manômetro do equipamento instalado numa bomba hidráulica junto a um manômetro de referência, a pressurização permitirá comparar em escala ascendente e descendente a diferença de pressão entre os dois manômetros. Ele será reprovado sempre que ocorrer diferença superior a 10% entre ambos.

Figura 66 – Bomba hidráulica para comparação de diferenças entre manômetros.

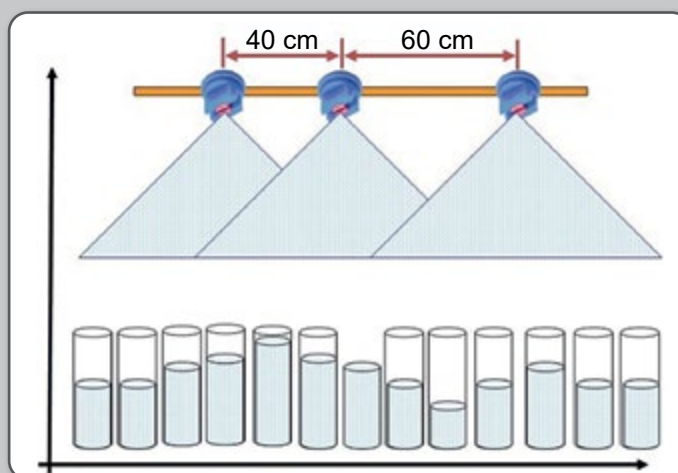


Fonte – Antuniassi, 2002.

5.2.4 Espaçamento entre pontas de pulverização

Com uma trena ou instrumento semelhante será feita a medição das distâncias entre todas as pontas de pulverização da barra da máquina. A diferença máxima entre pontas para aprovação desse item é de 10% do espaçamento regular usado no equipamento.

Figura 67 – Irregularidade na distribuição da vazão da barra ocasionados por erros no espaçamento entre bicos.



Fonte – Gandolfo, 2017.

5.2.5 Uniformidade de distribuição da barra

Nesse quesito poderá ser usada uma mesa de distribuição de canaletas. O projeto Inspeção Periódica de Pulverizadores (IPP) da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Botucatu utilizou uma mesa automatizada fabricada pela empresa Hardy, denominado Spray Scanner.

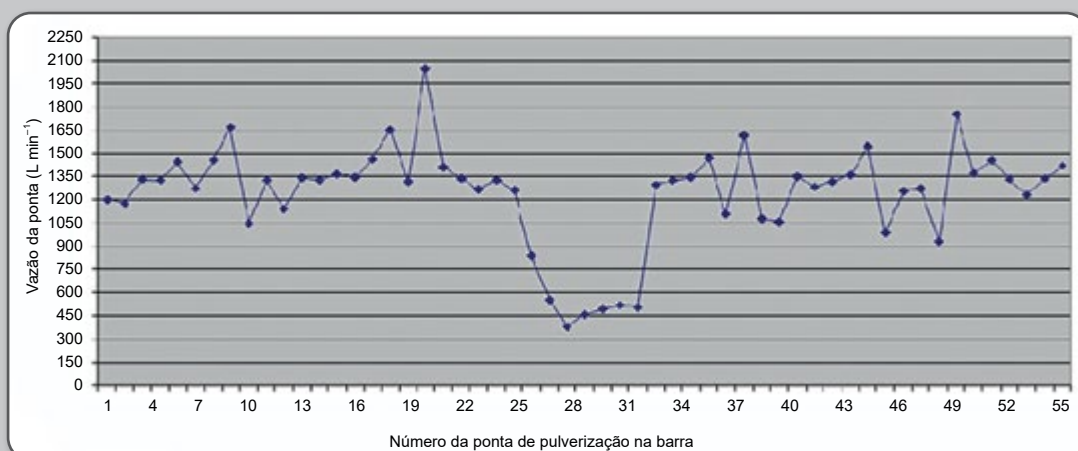
Figura 68 – Mesa de canaletas usada para avaliar a uniformidade da distribuição da barra.



Fonte – Herbicat, 2018.

O coeficiente de variação do perfil de distribuição de toda a barra não deverá superar 15% para que a máquina seja aprovada nesse item.

Figura 69 – Erros na distribuição do produto devido a pontas de pulverização.



Fonte – Gandolfo, 2015.

O modelo de planilha utilizada para coleta de informações em trabalhos de inspeção de pulverizadores encontra-se a seguir e nas páginas seguintes.

! ATENÇÃO

A precisão do manômetro, o espaçamento entre pontas de pulverização e a uniformidade de distribuição da barra são itens que você deve verificar com frequência, porque alteram a uniformidade da aplicação dos defensivos agrícolas.

MODELO DE PLANILHA DE INSPEÇÃO
INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PULVERIZADOR

Identificação do proprietário e da propriedade: _____

Proprietário: _____

Propriedade: _____ Área: _____ ha.

Endereço: _____

Cidade: _____ Estado: _____

CEP: _____ Fone: _____

Identificação da máquina

Marca: _____ Modelo: _____

Ano de fabricação: _____ Fabricante: _____

Sistema de engate: () montado () arrasto () autopropelido

Constituição e dimensões

Material do tanque: _____

Volume nominal: _____

Diâmetro da abertura de enchimento: _____

Peneira: () presente () ausente

Dispositivo de agitação

Tipo: _____ Localização: _____

Bomba

Tipo: _____ Potência: _____

Modelo: _____ Fabricante: _____

Acionamento: _____ Rotação: _____

Pressão nominal: _____ (psi) Vazão: _____ (L/min)

Barra de pulverização

N.º de segmentos: _____ Diâmetro da tubulação: _____ N.º de bicos: _____

Pontas de pulverização

Tipo: _____ Material: _____ Modelo: _____ Fabricante: _____

Grupo de comando

Tipo: _____ N.º de válvulas: _____

N.º de posições: _____ N.º de compensadores de retorno: _____

Regulador de pressão tipo: _____

Manômetro

Presente () Ausente ()

Unidade: _____ Divisão: _____

Diâmetro: _____ (cm) Fabricante: _____ Escala: _____ (psi).

Filtros dos bicos: Presentes () Ausentes ()

AVALIAÇÕES QUALITATIVAS**Mangueiras danificadas**

Rompidas (local): _____ nº _____

Trincadas (local): _____ nº _____

Fissuradas (local): _____ nº _____

Outro dano: _____ nº _____

Mangueiras mal localizadas

Local: _____ nº _____

Local: _____ nº _____

Local: _____ nº _____

Presença e estado de antigotejadores: () Sim () Não

Antigotejadores não funcionais: _____

Proteção de partes móveis

TDP apresenta proteção? () Sim () Não

Polia apresenta proteção? () Sim () Não

Correia apresenta proteção? () Sim () Não

Outros: _____

Vazamentos

Local: _____ nº de pontos: _____

Local: _____ nº de pontos: _____

Local: _____ nº de pontos: _____

AVALIAÇÕES QUANTITATIVAS

Método de calibração: _____ Tempo para percorrer 50 metros: _____(s)

Avaliação das pontas de pulverização.

Vazão dos bicos (g/min). Da esquerda para a direita.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62

Espaçamento entre os bicos (cm): _____

Filtro de linha: Presente () Ausente ()

Malha: _____ Diâmetro: _____ Comprimento: _____

Presença de fissuras: Sim () Não ()

Obstrução: Sim () Não ()

Outro dano: Sim () Não () _____

Filtro de sucção: Presente () Ausente ()

Malha: _____ Diâmetro: _____ Comprimento: _____

Presença de fissuras: Sim () Não ()

Obstrução: Sim () Não ()

Outro dano: Sim () Não () _____

6. AGRICULTURA DE PRECISÃO

Ulisses Delvaz Gandolfo

Segundo projeções da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO (2014), o planeta Terra será o habitat de mais de 9 bilhões de seres humanos em 2050, fazendo com que agricultores usem todo conhecimento disponível no aumento da produção de alimentos e de matérias-primas, reduzindo o risco de colapso alimentar para o ser humano e econômico para o setor.

A agricultura de precisão faz parte desse pacote de conhecimentos e tem como objetivo principal a aquisição e análise de informações sobre cada local específico da área cultivada, permitindo a maximização do potencial produtivo de toda a área.

A palavra precisão, com base em suas definições, remete a questionamentos ao que de fato significa esse grande sistema de manejo: a rigor; escolha exata; funcionamento sem falhas. Por mais difícil que pareça, a agricultura de precisão pode fornecer ao seu usuário uma gama de informações sobre todas as atividades executadas. Se as falhas existirem e forem localizadas a tempo, suas correções serão capazes de elevar a eficiência das operações e otimizar todos os recursos envolvidos no grande sistema de produção agrícola.

Considerando também a necessária melhoria da qualidade dos alimentos, cresce o rigor de órgãos fiscalizadores que atuam no meio agrícola. Nesse sentido, a agricultura de precisão pode colaborar oferecendo registro das informações necessárias para o rastreamento das atividades executadas em cada cultura. Essas informações, além de melhorar o acesso do produto ao mercado, também podem significar diferencial de valor pela maior segurança ao consumidor.

As informações usadas em agricultura de precisão trazem, em curto e longo prazo, vantagens econômicas e ambientais. Do ponto de vista econômico, destaca-se a capacidade de o produtor poder otimizar seus investimentos em setores com maior potencial de produção, elevando seu potencial produtivo e aumentando sua competitividade no mercado com alimentos de melhor qualidade.

Do ponto de vista ambiental, a precisão adotada permite a racionalização dos recursos, otimizando seu uso e reduzindo o consumo de insumos.

6.1 HISTÓRICO NO MUNDO

Os primeiros passos da área da agricultura de precisão surgiram na década de 1980, por meio da criação de mapas de produtividade na Europa e também com as primeiras adubações com doses variadas de forma automatizada nos Estados

Unidos. Esses avanços ocorreram para reduzir a grande variabilidade espacial da produtividade existente nas lavouras. A associação desses fatores com a criação e disponibilização para uso civil do Sistema de Posicionamento Global (GPS) contribuiu para a estabilização da agricultura de precisão como um recurso importante na agricultura moderna.

6.2 HISTÓRICO NO BRASIL

No Brasil, as primeiras iniciativas aconteceram com a importação de equipamentos, principalmente colhedoras que tinham mapas de produtividade de grãos. Ainda na década de 1990, também surgiram as primeiras adubadoras com aplicação de taxa variável de fertilizantes.

As máquinas brasileiras surgiram no início dos anos 2000 com aplicadores de taxas variáveis de grânulos, já associadas aos próprios controladores.

Outro fato que contribuiu para a popularização e evolução do tema foi a correção, no ano de 2000, do chamado erro intencional dos sistemas de GPS, fazendo com que receptores de baixo custo pudessem ser eficientes, sem a necessidade de investimento em sistemas de correção.



VOCÊ SABIA?

A agricultura de precisão é um conjunto de tecnologias que podem lhe ajudar a melhorar a gestão das lavouras, já que a produção pode variar em uma mesma plantação. O objetivo da agricultura de precisão é aumentar os lucros e proteger o meio ambiente.

6.3 MONITORAMENTO DE OPERAÇÕES COM PULVERIZADORES

Grande parte dos pulverizadores modernos tem o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) já implantado na cabine, porém deve-se considerar que alguns pulverizadores, principalmente de arrasto ou montados nos três pontos, não têm os equipamentos e sensores necessários para a implantação de um sistema de agricultura de precisão que possibilite o funcionamento do sistema.

A forte tendência da aquisição de pulverizadores autopropelidos com tecnologia embarcada tem se popularizado e acredita-se que, em breve, quase todos os pulverizadores terão sensores que possibilitarão a execução de atividades de pulverização com agricultura de precisão.

Figura 70 – Sistema Otmis.



Fonte – Jacto Máquinas Agrícolas, 2014.

6.4 PASSO A PASSO

6.4.1 Instalação do GPS

O primeiro passo para o estabelecimento da agricultura de precisão nos pulverizadores é a adoção de um sistema de localização mais conhecido como Sistema de Posicionamento Global (SPG ou GPS, em inglês). Os sensores atuais de GPS disponibilizam informações de posicionamento da máquina dentro do talhão onde ela está operando. Dessa forma, um computador de bordo armazena as informações de operação, como velocidade de deslocamento, vazão instantânea e pressão do circuito hidráulico, que permitem que os *softwares* estimam outros parâmetros importantes, como taxa de aplicação e dose do produto em cada local da área.

Figura 71 – Exemplo de controlador indicando a taxa de aplicação e a pressão de pulverização.



Fonte – SENAR AC, 2016.

6.4.2 Análise das informações

Uma vez que as informações armazenadas pelo sistema de registro de dados podem ser associadas à localização do GPS, a análise pontual após a pulverização permite a determinação de sua eficiência pela construção de um mapa de aplicação relacionado a determinado parâmetro de análise.

Figura 72 – Exemplo de mapa de pulverização.



Fonte – Jacto Máquinas Agrícolas, 2017.

Os parâmetros relacionados às condições meteorológicas, a taxa de aplicação, a dose do produto e a técnica de aplicação adotada podem ser muito úteis no entendimento dos resultados obtidos. Assim, o produtor poderá detectar, para cada local da área, o nível de controle do agente de dano e relacioná-lo aos parâmetros de aplicação caso seja necessário.

Figura 73 – Sistema para registro e análise de informações – parâmetro escolhido.

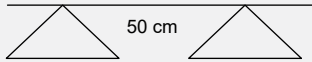
Legenda			
Cobertura da Pulverização (editar)			
	Faixa [L/ha]	Duração [h:min:s]	Percentual [%]
■	Abaixo de 183,68	00:07:55	1,81%
■	183,68 até 189,04	00:03:52	0,89%
■	189,04 até 194,39	00:14:54	3,41%
■	194,39 até 199,74	04:03:13	55,60%
■	Acima de 199,74	02:47:28	38,29%

Fonte – Otmis, 2015.

6.4.3 Planejamento da pulverização

Após a identificação de diferenças nos níveis de controle e sua correlação com algum parâmetro, caso ocorram, o equipamento deverá ser configurado e calibrado de forma a corrigir tais diferenças. Entre elas, destacam-se a seleção de pontas de pulverização, o ajuste da pressão de trabalho e da taxa de aplicação, além da adequação da velocidade de deslocamento, das acelerações e das desacelerações da máquina. Esses ajustes minimizam perdas para o ambiente, contribuindo com sua preservação e elevam a eficiência de controle dos agentes de danos.

Figura 74 – Informações para seleção das pontas de pulverização.

 bar	Tama- nho de gota	Vazão de um bico em l/min	l/ha  50 cm												
			4 km/h	5 km/h	6 km/h	7 km/h	8 km/h	9 km/h	10 km/h	12 km/h	16 km/h	20 km/h	25 km/h	30 km/h	35 km/h
1,5	VC	0,42	126	101	84,0	72,0	63,0	50,4	42,0	31,5	28,0	25,2	20,2	16,80	14,4
2,0	C	0,48	144	115	96,0	82,3	72,0	57,6	48,0	36,0	32,0	28,8	23,0	19,20	16,5
3,0	C	0,59	177	142	118	101	88,5	70,8	59,0	44,3	39,3	35,4	28,3	23,6	20,2
4,0	M	0,68	204	163	136	117	102	81,6	68,0	51,0	45,3	40,8	32,6	27,2	23,3
5,0	M	0,76	228	182	152	130	114	91,2	76,0	57,0	50,7	45,6	36,5	30,4	26,1
6,0	M	0,83	249	199	166	142	125	99,6	83,0	62,3	55,3	49,8	39,8	33,2	28,5

Fonte – Spraying Systems, 2014.

6.4.4 Erros comuns

Relevo

Um erro comum nas pulverizações ocorre em locais de relevo acidentado devido à necessidade de aceleração ou desaceleração da máquina nas subidas e descidas. Essa condição pode elevar diferenças na taxa de aplicação e, consequentemente, na dose dos produtos devido à ausência de correção automática em função da variação de velocidade.

O relevo acidentado também dificulta a orientação do equipamento no deslocamento e manobras, podendo elevar o amassamento da cultura quando o operador não dispõe de perícia, orientação guiada por uma barra de luzes ou piloto automático.

Figura 75 – A falta de equipamentos de precisão pode ocasionar perdas de até 30% por amassamento desnecessário da cultura.



Fonte – Agricultura Digital Tech, 2017.

Entradas e saídas em diagonal

Áreas irregulares favorecem a entrada e saída do pulverizador na diagonal em relação ao perímetro da área. Isso dificulta a pulverização uniforme, uma vez que nem toda a barra estará alinhada ao mesmo tempo sobre a área de aplicação. Caso a abertura da pulverização seja realizada somente quando toda a barra esteja dentro da lavoura, haverá falhas em algumas áreas. Esse erro pode ser evitado fazendo a abertura da pulverização da barra antes mesmo de ela estar dentro do talhão, porém isso eleva as perdas de produto pela aplicação fora da lavoura.

Alguns pesquisadores consideram que essas perdas podem chegar a mais de 10% do volume total pulverizado. Se imaginarmos uma área de 100 ha, na qual o agricultor investe R\$ 1.000,00 por ha com agroquímicos por ano, obtém-se o valor total investido no período de um ano de R\$ 100.000,00. Se o agricultor perde 10% desse valor, significa que R\$ 10.000,00 são desperdiçados somente com esse fator. Cabe lembrar que deriva, estabilidade de calda e erros de calibração do pulverizador também são motivos de grandes perdas de agroquímicos nas pulverizações.

A aplicação de agroquímicos requer muito cuidado e atenção devido à proximidade de outras áreas agrícolas ou de pecuária (com presença de animais), além de casas, rodovias e qualquer tipo de local próximo ao trânsito de humanos ou animais.

O uso de sistemas eletrônicos de localização do equipamento e de abertura automática dos segmentos de barra reduzem esses erros, além de facilitar o trabalho, uma vez que o operador poderá se concentrar na tarefa de direcionamento da máquina, ficando a abertura e fechamento dos segmentos de barra a cargo do sistema eletrônico.

Além de controlar a abertura e o fechamento dos segmentos de barras, sistemas mais precisos permitem o controle automático dos bicos de forma individualizada. Isso reduz ainda mais as falhas de áreas não pulverizadas, bem como as perdas fora da área de aplicação.

Figura 76 – Pulverizador com sistema de abertura e fechamento automático de bicos de forma individualizada.



Fonte – SENAR AC, 2016.

Arremates

Os arremates em final de talhão exigem que o pulverizador se movimente em deslocamentos não paralelos. Isso contribui para que algumas áreas não sejam pulverizadas e que outras recebam a aplicação mais de uma vez, por sobreposição.

O uso da agricultura de precisão novamente pode colaborar na redução desses problemas. A confecção do mapa da área permite que o planejamento da pulverização seja realizado prevendo o menor número de manobras em arremates, minimizando

falhas e sobreposições. Também pode associar os mesmos dispositivos usados no gerenciamento automático dos segmentos de barra ou dos bicos, reduzindo de forma automática o desperdício ou falhas nas manobras.

Figura 77 – Áreas quebradiças requerem muita movimentação da máquina, desperdiçando agroquímicos e prejudicando fisicamente a cultura.



Fonte – O(eco), 2014.



VOCÊ SABIA?

Instrumentos como o GPS e sensores instalados nos pulverizadores ajudam você a aplicar melhor os defensivos agrícolas e com mais economia.

6.5 APLICAÇÕES LOCALIZADAS

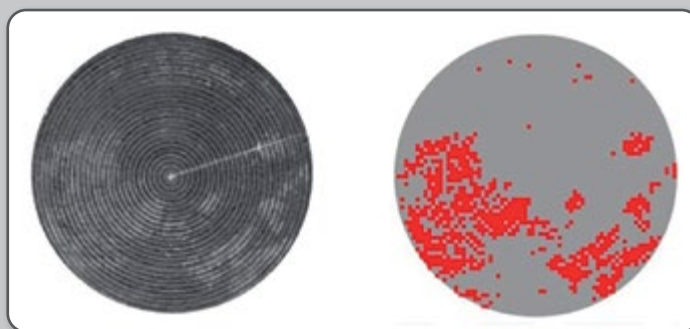
Sistemas de aplicação localizada permitem que a ponta de pulverização seja aberta somente onde é necessário e podem ser baseados em mapas ou detecção em tempo real. O uso de mapas requer o conhecimento das variabilidades espaciais de sua área para determinar previamente os locais onde a pulverização ocorrerá. Esse mapeamento pode ser obtido de diversas formas, entre elas por informações existentes de outras operações e de sensores ou câmeras portáteis instaladas em um trator ou em um drone.

Já a aplicação em tempo real depende de sensores que, durante o deslocamento da máquina, capturam e processam informações que permitem alterações dos parâmetros operacionais de forma automática para ajustes ou correção de erros na pulverização.

6.5.1 Aplicação localizada com base em mapas

Os sistemas de aplicação localizada com base em mapas é mais antigo e requer um mapeamento prévio da área para identificação dos locais onde a pulverização ocorrerá. Sua principal vantagem é permitir o planejamento prévio de tudo que será aplicado, na quantidade e local necessário da área agrícola. Suas desvantagens são a necessidade de *softwares* de captação de imagens de alta resolução, o uso intensivo de mão de obra, o tempo mínimo de mapeamento de toda a área e a possibilidade de atrasos na pulverização quando a confecção é atrasada ou não há definição mínima dos mapas.

Figura 78 – Exemplo de mapeamento de espécie de plantas daninhas.



Fonte – Pinto, [s.d.].

6.5.2 Aplicação localizada em tempo real

O sistema de aplicação localizada em tempo real tem como principal vantagem não necessitar do mapeamento prévio da área, pois faz uso de sensores que trabalham simultaneamente com o deslocamento do pulverizador. A associação desses sensores com o GPS permite ao usuário a possibilidade de aplicar somente onde é necessário.

Aplicações em manchas ou reboleiras de pragas, de doenças e, principalmente, de plantas daninhas, são condições possíveis para uso desse método.

Sistemas com essa capacidade já são existentes e estão disponíveis para uso, porém com alto custo de instalação e algumas limitações. Entre elas, o fato de que a coleta e o processamento da informação é apenas uma parte do processo, pois conforme há necessidade de alteração das condições operacionais do pulverizador, elas ocorrerão por meio de outros dispositivos elétricos, mecânicos ou hidráulicos, cujo tempo de resposta pode ser muito superior à necessidade da mudança.



VOCÊ SABIA?

Tanto a aplicação localizada com base em mapas quanto a localizada em tempo real se utilizam de tecnologias caras para que a aplicação seja feita apenas onde é necessário.

6.6 APLICAÇÃO A TAXA VARIÁVEL

O sistema de pulverização a taxa variável inclui basicamente tanques diferentes para o veículo de pulverização (água) e para os agroquímicos que serão utilizados. Esses sistemas permitem aumentar a flexibilidade da operação de pulverização, podendo-se variar os produtos ou o volume aplicado e também a concentração da calda. Um dos fortes argumentos para o sucesso desse sistema é que ele possibilita a mistura dos produtos com o veículo no exato momento da aplicação, evitando o contato do operador da máquina com os agroquímicos e aumentando a segurança da operação.

Podem ser divididos em três tipos principais de sistemas de injeção de agroquímicos para uso com taxa variável, sendo eles: com injeção direta central; com injeção direta na barra; e com injeção direta nos bicos.

6.6.1 Sistema com injeção direta central

Corresponde à injeção de agroquímicos entre o tanque de água e as barras do pulverizador. Vários sistemas como esse já foram testados e estudados, sendo o de injeção de agroquímicos antes da bomba de pulverização mais comum por ser de menor custo. Esse sistema também proporciona melhor agitação da calda e a possibilidade do uso de bombas de baixa pressão.

Sistemas nos quais o agroquímico é injetado após a bomba de pulverização requerem o uso de agitadores estáticos para a perfeita homogeneização da calda. Alguns autores destacam que a principal desvantagem desse sistema é o atraso da pulverização do agroquímico desde o momento de seu acionamento até sua chegada na ponta de pulverização, podendo demorar até 20 segundos entre o comando e a pulverização do produto.

Figura 79 – Sistema de injeção direta central.



Fonte – BAIO, 2001.

6.6.2 Sistema com injeção direta nas barras

O sistema de injeção direta nas barras corresponde a tanques de agroquímicos posicionados na parte traseira do pulverizador e com ligação nas sessões das barras de pulverização. De custo elevado, este sistema tem atraso intermediário em relação ao acionamento e à pulverização, sendo mais rápido que o sistema central e mais lento que o de injeção direta nas pontas.

Figura 80 – Sistema de injeção direta nas barras.



Fonte – Mercaldi, 2012.

6.6.3 Sistema com injeção direta nas pontas

No sistema com injeção direta nas pontas o agroquímico é injetado diretamente na ponta de pulverização, evitando qualquer tipo de atraso entre seu acionamento e sua pulverização. Por outro lado, esse sistema não possibilita a mistura do agroquímico com o veículo (geralmente água), podendo proporcionar erros de aplicação devido ao uso de produtos de baixa estabilidade físico-química e cuja formulação necessite de boa mistura da calda, além de apresentar o maior custo de instalação e manutenção dentre os sistemas citados.

Ele foi patenteado pela empresa Jacto Máquinas Agrícolas, por isso seu uso e a liberação de imagens e resultados desse sistema é restrita.



VOCÊ SABIA?

O sistema de pulverização a taxa variável pode ser classificado em três tipos: com injeção direta central, com injeção direta na barra e com injeção direta nos bicos. Todos eles têm tanques separados para os defensivos agrícolas e a água, e a mistura acontece no momento da aplicação.

6.7 CONTROLADORES E COMANDOS ELETRÔNICOS

Um controlador tem a principal função de adequar o volume pulverizado na área, com a maior precisão possível, independentemente da velocidade e do deslocamento do pulverizador. Atualmente, outros tipos de funções também fazem parte do controlador, como abertura e fechamento de barras e bicos, autocalibração da vazão e também automação do sistema de pulverização.

Os controladores têm a capacidade de uniformizar a taxa de aplicação, independentemente da velocidade do conjunto. Essa uniformização é possível pelo cálculo matemático da velocidade da máquina, da vazão do fluxômetro e da pressão do sistema de pulverização.

Figura 81 – Controlador eletrônico de pulverização.



Fonte – SENAR AC, 2016.

Diversos são os autores que trabalham com sistemas de taxa variável atrelados ao uso do controlador convencional da máquina. Relatos mostram a importância do sistema por permitir o uso da taxa variável. O sistema já foi adotado pela indústria de máquinas agrícolas no Brasil para aplicação de reguladores de crescimento, com vazão medida por um fluxômetro e regulação por um controlador convencional.



VOCÊ SABIA?

O controlador eletrônico de pulverização é uma ótima ferramenta para que você possa controlar a quantidade de defensivos agrícolas que aplica por área.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os grandes desafios da agricultura moderna, os problemas relacionados a perdas por ataque de pragas, doenças e plantas daninhas se encontram entre os de maior impacto econômico, bem como os de maior impacto ambiental pelas necessárias e frequentes aplicações de agroquímicos para seu controle.

Caracterizado pelas dificuldades crescentes de controle desses agentes, o setor sofre perdas econômicas relevantes pela redução do potencial produtivo das lavouras, bem como os riscos de maior contaminação do ambiente, do alimento e do homem pela necessidade de reaplicações ou pelo uso de produtos de maior risco ambiental.

Isso indica a necessidade de que a distribuição destes produtos ocorra de forma homogênea, oportuna e em quantidade suficiente para maximizar o controle e reduzir as perdas e os riscos.

Nesse aspecto, o condicionamento da máquina, sua calibração, manutenção e operação são fundamentais, pois quase a totalidade dos agroquímicos pulverizados nas áreas agrícolas são aplicados por esses equipamentos. Sendo assim, programas de treinamento e qualificação, proposição de normas de segurança e qualidade e adoção dessas normas e regulamentos que induzam ao uso correto desses produtos podem contribuir com o crescimento seguro e a sustentabilidade do setor agrícola brasileiro.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURA DIGITAL TECH. **Programa Agricultura digital Fazenda 4.0**, 2017. Disponível em: <<https://agriculturadigital.tech/>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

AGROTOP. **Düsen katalog**. Disponível em: <https://www.agrotop.com/fileadmin/images/produkte/duesen/Airmix/FlatFan/Airmix_FlatFan.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2019.

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de boas práticas agrícolas no campo**. São Paulo: Andef Edu/COGAP, 2015a.

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de boas práticas no uso de EPIs**. São Paulo: Andef Edu/COGAP, 2015b.

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação**. São Paulo: Andef/Edu/COGAP, 2015c.

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de uso correto e seguro de produtos fitossanitários/agrotóxicos**. 2. ed. São Paulo: Línea Creativa, 2005.

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. Campinas: Línea Creativa, 2004.

ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R.; BIZARI, I. R. **Sistema de suporte a decisão para seleção de pontas de pulverização em sistemas de aplicação de defensivos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 5., 2005, Londrina/PR. Agronegócio, Tecnologia e Inovação. Londrina: SBI-Agro, 2005. v. 1; p. 1-2.

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.) **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo; Botucatu: Aldeia Norte; FEPAF, 2011.

ASABE – AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **S572.1: spray nozzle classification by droplet spectra**. St. Joseph, MI: ASABE, 2009.

BAIO, F. H. R. **Aplicação localizada de defensivos baseada na variabilidade espacial das plantas daninhas**. Dissertação. (Mestrado em) – Escola Superior de Agricultura Luiz De Queiroz, Piracicaba, 2001.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. **Tecnologia de aplicação de fungicidas – parte I**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 15, p. 243-276, 2007.

BOLLER, W.; RAETANO, C. G. **Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barras**. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.) **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo; Botucatu: Aldeia Norte; Fepaf, 2011.

BRASIL. **Lei n. 7.802/89, de 11 de julho de 1989**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7802.htm>. Acesso em: 25 nov. 2019.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação**. In: GUEDES, J. C. *et al.* Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários: curso de atualização. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1996.

COSTA, D. I. da. **Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e de milho**. 2009. 126f. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2009.

COUTINHO, P. O.; CORDEIRO, C. A. M.; MOTTA, F. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. São Paulo: Dupont do Brasil, 2005.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Code of conduct on the distribution and use of pesticides**, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/015/i2763e/i2763e17.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

GANDOLFO, M. A. **Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas**. 2002. 92p. Tese. (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2002.

GANDOLFO, M. A. **O uso de assistência de ar nas pulverizações**. In: BORGES, L. D. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2007. p.139-149.

GANDOLFO, M. A.; ANTUNIASSI, U. R. **Como comprar pulverizador usado**. Cultivar Máquinas, Pelotas, v. 3, n. 29, p. 6-10, abr. 2004.

GANDOLFO, M. A. *et al.* **Quantificação dos erros em taxa de aplicação de pulverizadores agrícolas**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA RURAL, 4. Anais... Bandeirantes, out., 2013. p.18-23.

HERBICAT. **Equipamentos eletrônicos para pulverizadores**. [s.d.]c. Disponível em: <<https://www.herbicat.com.br/produtos/equipamentos-eletronicos-para-pulverizadores/>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

HERBICAT. **Filtros de linha e filtros de bicos para pulverizadores**. [s.d.]b. Disponível em: <<https://www.herbicat.com.br/produtos/pontas-e-bicos-de-pulverizacao/filtros-de-linhas-e-filtros-de-bicos-para-pulverizador/>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

HERBICAT. **Manômetros de glicerina**. [s.d.]a. Disponível em: <<https://www.herbicat.com.br/produto/manometro-com-glicerina.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

INQUIMA. **Passos a serem seguidos na correta limpeza do tanque de pulverização.** [s.d.]. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/237426685/Orientacoes-para-Limpeza-de-Pulverizador-Terrestre-BR-pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

JACTO MÁQUINAS AGRÍCOLAS. **Blog da Jacto.** [s.d.]a Disponível em: <<https://blog.jacto.com.br/pulverizador-agricola-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

JACTO MÁQUINAS AGRÍCOLAS. **Folheto de divulgação de pulverizadores de barras.** Pompeia: Máquinas Agrícolas Jacto S.A., [s.d.]b.

JACTO MÁQUINAS AGRÍCOLAS. **Manual técnico sobre orientação de pulverização.** 5. ed. Pompeia: Máquinas Agrícolas Jacto S.A., 2001.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários.** São Paulo: BASF, 1998.

MÁRQUEZ, L. **Tecnología para la aplicación de productos fitosanitarios.** Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1997.

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

MATUO, T. *et al.* **Proteção de plantas: tecnologia de aplicação dos agroquímicos e equipamentos.** Viçosa: Ed. da UFV, 2010.

MERCALDI, H. V. **Automação de um sistema de pulverização para aplicação de agroquímicos a taxa variada usando injeção direta.** Dissertação. (Mestrado em) – Programa de Pós-Graduação em Energia Elétrica e Área de Concentração em Sistemas Dinâmicos, Esalq, São Paulo, 2012.

O(ECO). **O que é fragmentação.** Rio de Janeiro, jan. 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27923-o-que-e-fragmentacao/>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

OTMIS. **Conhecendo mapas de produtividade,** 2018. Disponível em: <<https://otmis.freshdesk.com/support/solutions/articles/43000127905-3-2-1-5-mapa-de-produtividade>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. **Tecnologia de aplicação aérea – aspectos práticos.** In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998.

PHYTUSCLUB. **Ajuste do espectro de gotas.** Figura 2 – Diagrama representativo do DMV (diâmetro mediano volumétrico). Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=\diâmetro+mediano+volumetrico+de+gotas+de+pulveriza%C3%A7%C3%A3o&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=O>>

4xHMKMrJbL7JM%253A%252C0Oy-hYDH0BU_uM%252C_&usg=__JEfbfdhPA1pwYVqD054OYYIcE4%3D&sa=X&ved=0ahUKEwixrQ_N3bAhVKjpAKHQqJAiEQ9QEITTAG#imgsrc=9JyeelqSFuInIM>. Acesso em: 26 nov. 2019.

PINTO, F. A. C. **Agricultura de precisão: realidade ou mito?**. In: SlidePlayer. Slide 12 de 37. [s.d.]. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/47702/>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

QUEIRÓZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. **Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos**. Bioscience Journal [on-line], v. 24, n. 4, p. 8-19, out./dez. 2008.

RAMOS, H. H.; PIO, L. C. **Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.

SENAR-AR/SP. **Agrotóxicos: aplicação com pulverizador de barras tratorizado**. São Paulo: Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de São Paulo, 2018.

SPRAYING SYSTEMS CO. **Catálogo 51A-PT: produtos de pulverização para agricultura**. Wheaton: Spraying Systems Co., 2014..

THEISEN, G.; RUEDELL, J. **Tecnologia de aplicação de herbicidas: teoria e prática**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004.

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

VELLOSO, J. A. R. de O., SOUZA, R.O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizador de barra**. In: GUEDES, J. C. *et al.* Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários: curso de atualização. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1996.

ANEXO 1 – EXERCÍCIOS

- 1) A qualidade da água a ser utilizada em uma pulverização deve ser sempre considerada, para se evitar algum tipo de interferência indesejável. Quais são os principais aspectos a serem levados em conta nesse item e que tipo de problema se espera quando se utiliza “água dura”?

- 2) Se um pulverizador estiver regulado a uma pressão de trabalho de 4 bar e o produtor coletar 0,415 litros em 22 segundos em apenas uma ponta, qual é a vazão dessa ponta em litros/minuto? E se o pulverizador tiver 32 pontas de pulverização e, na média geral, constatou-se que em 22 segundos elas liberam 0,405 litros, qual é a vazão da barra em litros/minuto?

- 3) Qual é a taxa de aplicação do pulverizador do exercício anterior, considerando a vazão média das pontas e sabendo que ele se desloca a uma velocidade de 8,2 km/h? Com um tanque de 800 litros, em quantos hectares o operador consegue fazer a aplicação?

- 4) Qual é o ângulo de abertura do jato e a vazão da ponta de pulverização com nomenclatura XR11004-VS? Essa ponta seria recomendada para uma aplicação de fungicida de contato, sabendo que quando utilizada com pressão de 4 bar ela produz gotas grossas? Por quê?

- 5) Durante a calibragem de um pulverizador tendo como objetivo deixá-lo com uma taxa de 145 L/ha, qual é o volume por minuto a ser coletado em uma ponta de pulverização em um pulverizador com faixa de aplicação de 18 metros, portando 36 bicos e operando a 8 km/h?

- 6) A pressão de operação é uma das mais importantes variáveis que interferem na qualidade da pulverização produzida pelas pontas e é um dos métodos utilizados para se adequar à taxa de aplicação dentro dos limites aceitáveis pela ponta. O que ocorre com a vazão e o tamanho de gotas nas pontas quando se altera a pressão de operação?

- 7) Um produtor precisa dessecar uma área para posterior semeadura de soja. Para isso, ele consultou seu agrônomo, que recomendou uma aplicação de herbicida com dose de 5 L/ha a uma taxa de aplicação de 145 L/ha. O produtor possui um pulverizador tratorizado de barras acoplado no SH3P do trator com capacidade do tanque de 800 L. Qual é a dose de herbicida que o produtor deve adicionar no tanque a cada reabastecimento? E se ele tivesse usando seu outro pulverizador, cujo tanque tem capacidade de 2000 L, qual seria a dose a ser acrescentada no tanque a cada reabastecimento?





SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL

Administração Regional do Estado do Paraná

Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar

Fone: (41) 2106-0401 - Fax: (41) 3323-1779

80010-010 - Curitiba - Paraná

e-mail: senarpr@senarpr.org.br

www.sistema-faep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
[sistema.faep](https://www.instagram.com/sistema.faep)



Linkedin
[sistema-faep](https://www.linkedin.com/company/sistema-faep)



Flickr
SistemaFAEP