



Universidade Estadual De Campinas
Faculdade De Engenharia Agrícola

Luan Fahl Kozonoe De Souza

Apostila Didática Para Pulverizadores

Campinas

2020



Universidade Estadual De Campinas
Faculdade De Engenharia Agrícola



Luan Fahl Kozonoe De Souza

Apostila Didática Para Pulverizadores

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Agrícolas pela Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Albiero

Campinas

2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

So89a Souza, Luan Fahl Kozonoe de, 1997-
Apostila didática para pulverizadores / Luan Fahl Kozonoe de Souza. –
Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Daniel Albiero.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Pulverização. I. Albiero, Daniel, 1975-. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Titulação: Bacharel em Engenharia Agrícola

Data de entrega do trabalho definitivo: 11-01-2021



Apostila Didática Para Pulverizadores



Luan Fahl Kozonoe De Souza

BANCA EXAMINADORA

.....

Prof. Dr. Daniel Albiero

.....

Prof. Dr. Angel Pontin Garcia

.....

Ms. Cezário Benedito Galvão

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais por todo o apoio ao longo de minha vida, tanto pessoal como acadêmica, sem eles não seria quem eu sou.

Também gostaria de agradecer ao meu irmão que tem um carinho enorme por mim e por ser um grande amigo tanto nas horas boas, quanto nas horas ruins.

Agradeço a todos os meus amigos que estiveram presentes nessa jornada até hoje, que foi muito mais do que somente a graduação, mas sim todos os momentos que passamos juntos.

Por fim, gostaria de agradecer ao professor Daniel, pela possibilidade da realização do meu trabalho de conclusão de curso junto a ele, bem como por todo o apoio dado ao longo da graduação.

RESUMO

A pulverização é uma operação agrícola de extrema importância na agricultura e por isso inúmeros tipos de pulverizadores estão disponíveis no mercado, desde pulverizadores manuais, como os costais, por exemplo, até pulverizadores autopropelidos e aviões/drones pulverizadores. Dentro deste quesito estão inclusos as pontas de pulverização, ou bicos pulverizadores, que são classificados de acordo com o tipo de aplicação, bem como o tamanho de gota. Outro fator importante de se destacar é o desenvolvimento da tecnologia usada na pulverização, hoje, há uma gama enorme de modelos com características que visam, cada vez mais, otimizar a produção e trazer um maior retorno ao produtor rural. Pulverizadores de barra tem grandes vantagens pela praticidade do uso de apenas um trator para ser acoplado, este que pode ser utilizado para o uso de outros equipamentos como semeadoras, arados, grades, entre outros implementos para preparo/plantio/adubação da fazenda. Além disso, de forma semelhante aos pulverizadores autopropelidos, eles cobrem grandes áreas em um menor espaço de tempo, ou seja, o rendimento do cobrimento das áreas a serem trabalhadas é mais alto (rápido).

Palavras chave: pulverizador de barra, autopropelido, pulverização.

ABSTRACT

Spraying is an agricultural operation of extreme importance in agriculture and, therefore, in types of sprayers are available on the market, from handheld sprayers, such as the backpack sprayer, for example, to self-propelled sprayers and airplanes/drone sprayers. Within this category are included as spray tips, or spray nozzles, which are classified according to the type of application, as well as the drop size. Another important factor to highlight is the development of the technology used in spraying, today, there is a huge range of models with characteristics that aim, increasingly, to optimize production and bring a greater return to the rural producer. Bar sprayers have great advantages due to the practicality of using only one tractor to be coupled, which can be used for the use of other equipment such as seeders, plows, notes, among other implements for preparation/planting/fertilizing the farm. In addition, similarly to self-propelled sprayers, they cover large areas in a shorter period of time, that is, the coverage yield of the areas to be worked is higher (faster).

Keywords: bar sprayer, self-propelled, spraying.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Classificação Toxicológica dos agrotóxicos.....	15
Figura 2. Pulverizador costal	16
Figura 3. Pistola pulverizadora	17
Figura 4. Pulverizador de barra	18
Figura 5. Pulverizador atomizador	18
Figura 6. Drone pulverizador	19
Figura 7. Avião pulverizador	19
Figura 8. Representação do sistema de um pulverizador.....	21
Figura 9. Tamanhos de gotas e suas características.....	22
Figura 10. Tipos de bicos de pulverizadores.....	24
Figura 11. Tipos de deriva	25
Figura 12. Circuito hidráulico de um pulverizador de barra	27
Figura 13. Esquema de sist. de pulverização de um pulverizador autopropelido	31
Figura 14. Pulverizador autopropelido	33
Figura 15. Partes de um pulverizador autopropelido	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tipo de agrotóxico e praga controlada.....	14
Tabela 2. Tipos de pulverizadores.....	20
Tabela 3. Código de cores bicos de pulverização.....	24
Tabela 4. Comparativo entre três tipos de pulverizadores.....	30
Tabela 5. Componentes do piloto automático.....	32

LISTA DE VÍDEOS

Vídeo 1.	Fundamentos da pulverização.	Disponível em:	
	https://www.youtube.com/watch?v=YRyrTnSF9kw&t=21s		14
Vídeo 2.	Agrotóxicos serão classificados conforme nível de toxicidade.	Disponível em:	
	https://www.youtube.com/watch?v=WHCKDJk-BVE		15
Vídeo 3.	Tipos de Pulverizadores.	Disponível em:	
	https://www.youtube.com/watch?v=P6fFsmaADio		17
Vídeo 4.	Modelos de pontas de pulverização.	Disponível em:	
	https://www.youtube.com/watch?v=zj8CWDXSCfM		22
Vídeo 5.	Quanto que se perde por Deriva nas Pulverizações Agrícolas?.	Disponível em:	
	https://www.youtube.com/watch?v=ihyaVkgAHdA		24
Vídeo 6.	Pulverizadores: Calibração do Piloto Automático AutoTrac™.	Disponível em:	
	https://www.youtube.com/watch?v=O_Sdi1PPbmE		30
Video 7.	Aula N° 1 Pulverização @redopp.	Disponível em:	
	https://www.youtube.com/watch?v=n663P8CdLUY		30

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
JUSTIFICATIVA	13
OBJETIVOS	13
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
PULVERIZAÇÃO	13
PULVERIZADORES	15
TIPOS	16
SISTEMA DE PULVERIZAÇÃO E COMPONENTES	20
BICOS	22
DERIVA	25
PULVERIZADOR DE BARRA	26
PULVERIZADOR AUTOPROPELIDO	28
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A pulverização é uma operação agrícola fundamental na cadeia produtiva deste ramo, contemplando desde o controle de pragas, aplicação de nutrientes, por meio de soluções nutritivas, e dessecantes. Existem diversos tipos de pulverizadores, dentre eles os autopropelidos e os de barra, sendo estes dois os escolhidos para a elaboração do presente trabalho. Os pulverizadores, por sua vez, são recomendados de acordo com as condições das lavouras, como a topografia e o relevo do terreno, e de acordo com a cultura a ser cultivada.

Logo, se falando de pulverização, deve-se também falar sobre agrotóxicos. Estes são utilizados em diversos fins de acordo com suas respectivas classificações, que podem ser divididas em grau de toxicidade, periculosidade ambiental, grupo químico e organismo alvo. Sendo assim, existe uma infinidade de tipos deste produto existindo, também, um órgão/lei reguladora para o uso deste material.

Muitas discussões têm sido levantadas devido aos riscos à saúde que a pulverização de agrotóxicos podem trazer ao ambiente como um todo, levando em consideração a fauna, flora e contaminação dos lençóis freáticos. Por isso a busca por inovações que minimizem estes problemas é incessante e com ela diversas soluções têm sido propostas e testadas a fim de ter uma maior aceitação por parte da população.

Os pulverizadores passaram por um longo processo de desenvolvimento, chegando ao cenário atual, no qual apresentam sistemas integrados de leitura e salvamento de dados. Estando em posse deles, o acompanhamento da lavoura é facilitado, possibilitando um melhor estudo desta.

O intuito da elaboração do presente projeto é auxiliar no conhecimento e aprimorar o uso dos pulverizadores com um olhar crítico visando um rendimento melhor desses equipamentos. Além disso, ser um guia de todos os sistemas existentes dentro deste maquinário, desde os elementos mecânicos até os computacionais.

2. JUSTIFICATIVA

O tema deste Trabalho de Conclusão de Curso foi escolhido com o intuito de apresentar uma apostila didática que auxiliasse os estudantes de engenharia agrícola no conhecimento/uso de pulverizadores de barra e autopropelidos. Além disso, foram citados alguns outros tipo de pulverizadores a fim de comparação, como a pulverização aérea, por exemplo. A escolha da elaboração da apostila se deu por conta de eventos de força maior (pandemia do vírus COVID-19), os quais impossibilitaram a reforma, com algumas modificações, de um pulverizador antigo presente na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI), tema inicialmente escolhido para elaboração do TCC.

3. OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo a elaboração de uma apostila didática sobre pulverizadores de barra e autopropelidos, para consulta em disciplinas que abordam este tema, como a disciplina FA573 - Laboratório de Máquinas Agrícolas. Sendo assim, foi feita uma extensa revisão bibliográfica junto com a reprodução de diversas fotografias, para que a apostila ficasse bastante didática e de fácil compreensão por parte dos alunos.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. PULVERIZAÇÃO

A pulverização é uma operação agrícola fundamental no ciclo produtivo da agricultura. Segundo a JACTO (2020), pulverizar defensivos agrícolas é uma das principais maneiras de realizar o controle de pragas e doenças. Para esse fim, existem vários tipos de pulverização que podem ser empregados. A técnica também é utilizada para a aplicação de nutrientes via foliar (pulverização das folhas). Além disso, a

pulverização permite, também, a aplicação de dessecantes, estes por sua vez auxiliam na etapa da colheita.

O vídeo 1, “*Fundamentos da pulverização*”, do canal “John Deere Brasil”, publicado em 04 de abril de 2019, que está disponível em “<https://www.youtube.com/watch?v=YRyrTnSF9kw&t=21s>”, apresenta uma breve explicação sobre o que é a pulverização e os fundamentos presentes nesta operação agrícola.

A proteção da lavoura contra pragas, doenças e insetos e a disponibilização de nutrientes para as plantas estão entre as principais práticas para assegurar a produtividade no campo. E para garantir que os produtos utilizados atinjam o alvo desejado, é recomendado o uso de um pulverizador agrícola de qualidade (JACTO, 2017).

De acordo com a Coleção SENAR (2018), os agroquímicos podem ser utilizados preventivamente ou de maneira corretiva, quando o nível de dano econômico for atingido. A tecnologia de aplicação deve proporcionar a correta colocação desse produto no alvo em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação em outras áreas.

A tabela 1, abaixo, apresenta os tipos de agroquímicos com suas respectivas finalidades e a figura 1 apresenta a classificação por cores referentes a toxicidade de cada tipo:

Tabela 1. Tipo de agroquímico e praga controlada.

Tipo de agroquímico	Praga a ser controlada
Inseticida	Insetos
Acaricida	Ácaros
Fungicida	Fungos
Bactericida	Bactérias
Nematicida	Nematoides
Herbicida	Plantas daninhas

Fonte: Coleção SENAR 2018. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/224-PULVERIZADOR-EM-BARRA.pdf>

Figura 1. Classificação Toxicológica dos agroquímicos.

CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA		
CLASSE	GRAU	COR DA FAIXA
Classe I	Extremamente tóxicos	 Vermelha
Classe II	 Altamente tóxicos	Amarela
Classe III	Medianamente tóxicos	 Azul
Classe IV	 Pouco tóxicos	Verde

Fonte: Equipe eCycle, 2020. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/3671-agrotoxicos.html>

O vídeo 2, “*Agrotóxicos serão classificados conforme nível de toxicidade*”, do canal “TV Cachoeira Novo Tempo”, publicado em 26 de julho de 2019, que está disponível em “<https://www.youtube.com/watch?v=WHCKDJK-BVE>”, mostra como funciona a nova classificação dos agroquímicos, cada qual com seu nível de toxicidade e cor correspondente.

4.2. PULVERIZADORES

Como é possível notar, existe uma infinidade de pulverizadores cada qual com suas vantagens em determinada situação, sendo assim se faz necessária uma análise de parâmetros para a escolha ideal de qual equipamento escolher.

Um dos principais parâmetros a ser levado em conta é o tipo de cultura, podendo ela ser anual ou perene. Em culturas anuais é recomendado o uso de pulverizadores de barra e autopropelidos, uma vez que a altura das plantas é coberta pela altura das barras. No caso de culturas perenes, que geralmente são uma vegetação arbórea, o uso de destes pulverizadores fica inviável, sendo a melhor opção os atomizadores.

Outro importante elemento a ser considerado é a extensão da área. Uma vez que, durante a aplicação toda a lavoura deve ser percorrida, deve-se levar em conta o tempo gasto com esta operação, fator que, assim como o tipo da cultura escolhida, influencia diretamente a escolha de qual pulverizador deve ser utilizado.

Desta forma se faz necessária uma breve apresentação dos tipos de pulverizadores existentes atualmente nos tópicos que seguem abaixo:

4.2.1. TIPOS

Existem diversos tipos de pulverizadores como dito anteriormente, os quais podem ser apresentados como:

- Costal (Figura 2) - Geralmente é composto de um reservatório com alças que pode ser carregado nas costas, como uma mochila. Pode ter acionamento manual, elétrico ou a combustível. De qualquer jeito, esse modelo precisa ser carregado por um operador, o que o torna inviável para aplicação em grandes extensões de terra (JACTO, 2017).

Figura 2. Pulverizador costal.



Fonte: <https://diafer.vteximg.com.br/arquivos/ids/167330/Pulverizador-Costal-Manual-Jacto-PJH20-20-Litros.jpg?v=636918780158970000>

- Pistola (Figura 3) - As pistolas de pulverização geralmente trabalham com ar comprimido e podem possuir acionamento manual ou elétrico. Quando manuais, são indicadas somente para quem tem hortas, pomares e jardins pequenos (JACTO, 2017).

Figura 3. Pistola pulverizadora.



Fonte: <https://www.canalagricola.com.br/media/catalog/product/optimized/7/8/783e9310e84ab9d4173ad4253193d081/hz-40gt.jpg>

- De barra (Figura 4) - Esse pulverizador agrícola consiste de uma barra com múltiplas pontas de pulverização, geralmente montadas em um trator. Com isso, é possível cobrir grandes áreas em um intervalo de tempo pequeno, ao contrário do que aconteceria nos modelos não tratorizados. Por isso, esse tipo de máquina é recomendada para agricultores que trabalham com qualquer volume de produção e que buscam alta eficiência na lavoura. A barra normalmente é usada em culturas anuais, tais como soja, milho, trigo, batata e horticultura no geral (JACTO, 2017).

Figura 4. Pulverizador de barra.



Fonte: <https://img.olx.com.br/images/59/596026006448740.jpg>

- Atomizadores (Figura 5) - Nos atomizadores, o produto é pulverizado sobre a plantação por força de uma corrente de ar de grande velocidade. Como resultado, o produto pode atingir longas distâncias. Esse tipo de pulverizador é mais utilizado em culturas perenes, por exemplo, café e laranja (JACTO, 2017).

Figura 5. Pulverizador atomizador.



Fonte: <https://imagens.mfrural.com.br/mfrural-produtos-us/82050-107692-669520-pulverizador-e-atomizador-500-litros-fruticultura.jpg>

- Drones (Figura 6) - Apresentam uma aplicação bastante precisa e possibilitam um bom mapeamento das áreas de aplicação. Recomendado em áreas de difícil acesso.

Figura 6. Drone pulverizador.



Fonte: https://droneshowla.com/wp-content/uploads/Agras-MG-1P_.jpg

- Aviões e helicópteros (Figura 7) - Uso recomendado para aplicação em extensas áreas pelo alto alcance e velocidade de cobertura da área. Recomendado também em áreas com relevo muito acentuado e áreas alagadas, estas apresentam dificuldade na entrada dos pulverizadores de arrasto.

Figura 7. Avião pulverizador.



Fonte: <https://www.brasquimica.ind.br/sistema/public/img/files/pulverizacao-aerea-1200x570.jpg>

O vídeo 3, “*Tipos de Pulverizadores*”, do canal “Murilo Mesquita Baesso”, publicado em 19 de julho de 2020, que está disponível em “<https://www.youtube.com/watch?v=P6fFsmADio>”, apresenta os tipos de pulverizadores com suas respectivas características e funcionamentos. Quanto a sua classificação são separados em pneumáticos, hidráulicos, hidro-pneumáticos e termonebulizadores.

A tabela 2 abaixo apresenta um resumo dos tipos de pulverizadores:

Tabela 2. Tipos de pulverizadores.

Tipo	Capacidade (L)	Descrição
Manual	1~20	Pequeno porte para aplicação manual; usado principalmente em pequenas propriedades
Acoplado	200~800	Acoplados ao sistema de três pontos do trator; barra articulável a ser estendida na aplicação
De arrasto	500~4.000	Ligados na barra de tração do trator; auxílio de sistema de ar - turbopulverizador: presença de ventilador potente
Autopropelido	2.000~4.500	Altamente ligado a agricultura de precisão; capacidade de cobertura de grandes áreas; aplicação de insumos de forma otimizada
Aéreos	~1000	Aplicação à áreas muito extensas; uso de aviões, drones e helicópteros;

4.2.2. SISTEMA DE PULVERIZAÇÃO E COMPONENTES

Todos os pulverizadores apresentam pelo menos um tanque, uma fonte de energia para acionamento do líquido (bomba) e um elemento formador de gotas (pontas). No entanto, para se obter o controle sobre todas as condições operacionais, muitos outros acessórios e partes se fazem necessários. Para facilitar o preparo da calda, os pulverizadores contam com um sistema incorporador de agrotóxicos anexado ao circuito hidráulico da pulverização, o que garante também maior segurança e menor risco de contaminação (COLEÇÃO SENAR, 2016).

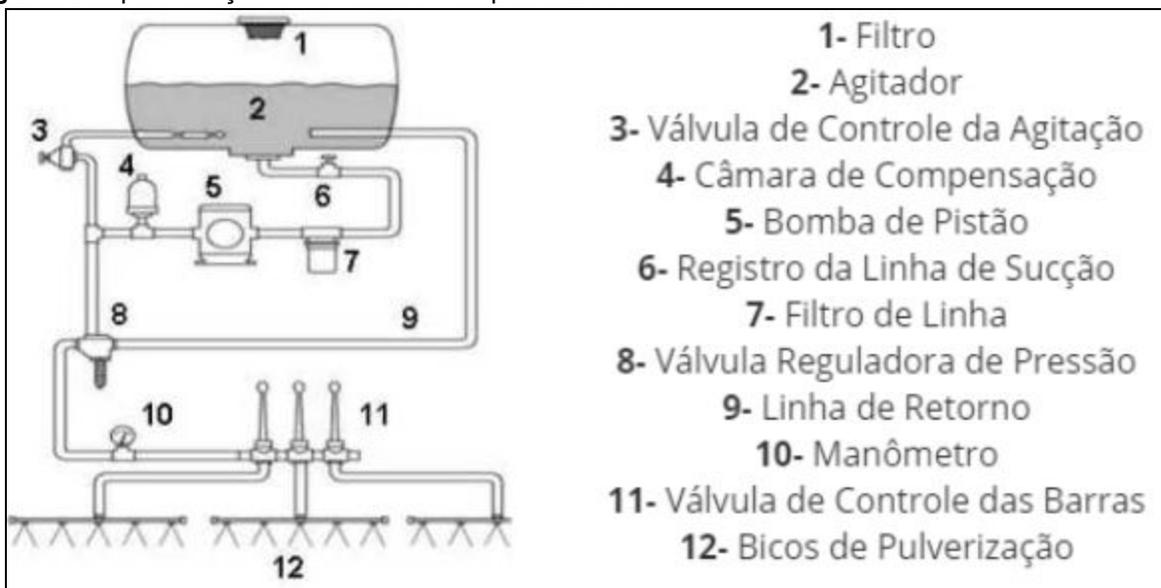
Segundo a JACTO (2017), os pulverizadores, em geral, costumam conter os seguintes componentes:

- tanque ou reservatório onde a calda fica armazenada;
- bomba;
- agitador mecânico ou hidráulico;
- filtros;
- manômetro;
- regulador de pressão;
- mangueiras;
- conjunto de acionamento;
- dispositivo de aplicação;
- bicos de pulverização.

Essas são as partes básicas, mas eles podem envolver outros itens, dependendo da tecnologia aplicada. Atualmente, eles costumam ter também medidores de volume aplicado, localizador GPS, sistemas de controle remoto, entre outras facilidades (JACTO, 2017).

A Figura 8, abaixo, apresenta uma representação do sistema completo de um pulverizador tratorizado de arrasto, que se assemelha bastante em relação aos outros tipos de pulverizadores.

Figura 8. Representação do sistema de um pulverizador.



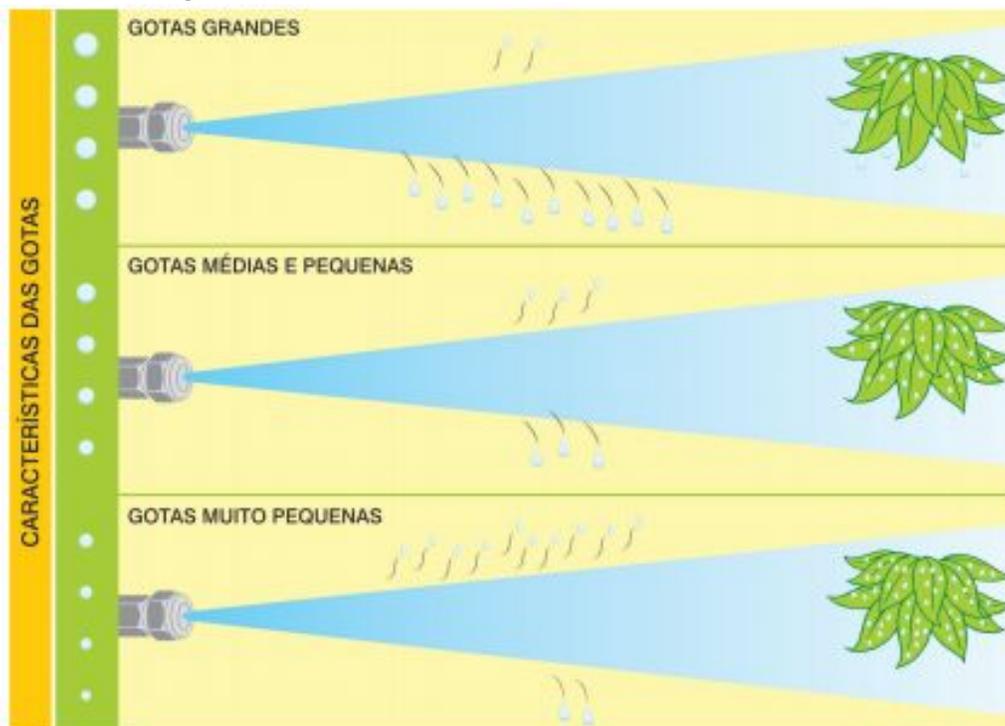
Fonte: Portal São Francisco 2020. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/biologia/pulverizador-tratorizado>

4.2.3. BICOS

De modo geral, os pulverizadores tem a função de aplicar o produto desejado na dosagem e pressão corretas a fim de evitar problemas, sejam estes por contaminação do solo ou superdosagem, que pode levar a morte das plantas. Com isso foram desenvolvidos diversos tipos de bicos de aplicação, cada qual com determinada utilidade.

Existem, basicamente, os bicos do tipo leque, do tipo cone, de impacto e outros modelos especiais, como os bicos com indução de ar. Cada um deles gera gotas de tamanhos diferentes (Figura 9) e proporciona um padrão de propagação do jato. A faixa de pressão de trabalho também é definida pelo tipo de bico. Ou seja, ao trocar o bico é possível variar diversos parâmetros do processo. O bico adequado é determinado pelo alvo biológico, posição da área de aplicação (solo, folha etc.), condições climáticas, cobertura e volume desejados (JACTO, 2017).

Figura 9. Tamanhos de gotas e suas características.



Fonte: Manual de Tecnologia de aplicação de Produtos Fitossanitários. Disponível em: <http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Leitura%20-%20Manual%20Tecnologia%20de%20Aplicacao.pdf>

Abaixo estão apresentados alguns tipos de bico mais comuns disponíveis no mercado com suas respectivas finalidades:

- Cone vazio - Esse tipo de bico distribui o produto de forma circular, com poucas gotas no centro do cone. Os ângulos variam entre 20 e 100 graus e são utilizados em pulverizadores de barra e em turboatomizadores (JACTO, 2017).
- Cone cheio - O bico do tipo cone cheio também pulveriza o produto de maneira circular. A diferença é que o bico cone cheio distribui o produto também no centro. Nesse tipo, os ângulos costumam ser fechados, variando entre 20 e 100 graus. Por isso, são recomendados para aplicação em áreas de alta densidade foliar (JACTO, 2017).
- Leque plano padrão - esse tipo de bico costuma ser utilizado em pulverizadores de barra. Por isso, é importante considerar o espaçamento entre cada bico para que os jatos se cruzem e propiciem uma cobertura perfeita das plantas (BELAGRO, 2019).
- Leque plano uniforme - esse modelo é mais usado em pulverizadores costais, já que faz a distribuição da calda de maneira uniforme, sem necessidade de cruzamento, como no caso do leque padrão. Com isso, ele é ideal para a aplicação em toda a faixa (BELAGRO, 2019).
- Impacto - Produzido para trabalhar em ampla escala de pressão (entre 15 a 90 psi), esse tipo de bico é indicado para a aplicação de fungicidas, inseticidas e herbicidas (JACTO, 2017).
- Com indução de ar - Esse tipo de bico com indução de ar, de última geração, é capaz de adequar velocidade de aplicação e redução de deriva, o que proporciona menor risco de contaminação do meio ambiente. Além disso, ele é capaz de gerar maior número de gotas por litro do produto aplicado. Ideal para pulverização de plantas eretas, potencializando a penetração e a cobertura (JACTO, 2017) A figura 10, abaixo, apresenta alguns tipos de bicos de pulverizadores.

Figura 10. Tipos de bicos de pulverizadores.



Fonte: KYUMY INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE BICOS DE PULVERIZAÇÃO. Disponível em: <http://www.kyummy.com.br/>

A tabela 3, abaixo, apresenta o código de cores dos bicos de pulverização com suas respectivas pressões e vazões de operação:

Tabela 3. Código de cores bicos de pulverização.

Cor do bico	Sistema Americano	Sistema Normativo ISO
	q = galão USA/min Pressão = 40 PSI	q = litros/min Pressão = 3 bar
Laranja	0,1	0,4
Verde	0,15	0,6
Amarelo	0,2	0,8
Lilás	0,25	1,0
Azul	0,3	1,2
Vermelho	0,4	1,6
Marrom	0,5	2,0
Cinza	0,6	2,4
Branco	0,8	3,2
Preto	1,0	4,0

1 galão = 3,785 litros

3 bar = 43,5 psi

Fonte: Coleção SENAR 2016. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/170-AUTOPROPELIDO.pdf>

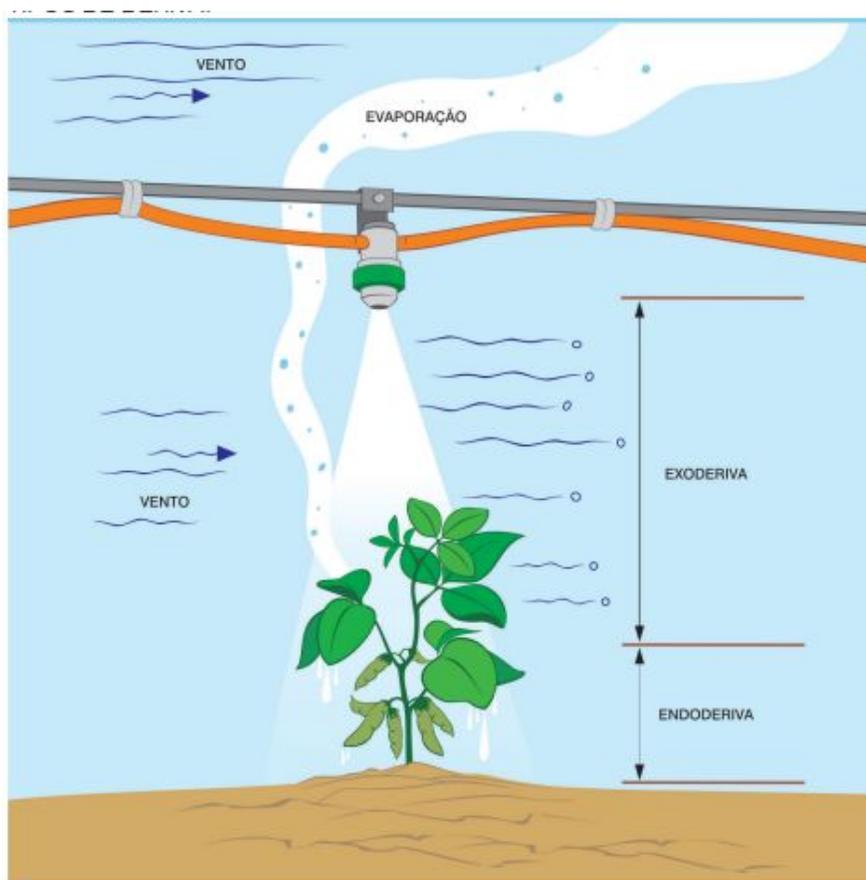
O vídeo 4, “Modelos de pontas de pulverização”, do canal “John Deere Brasil”, publicado em 04 de abril de 2019, que está disponível em

[“https://www.youtube.com/watch?v=zj8CWDXSfM”](https://www.youtube.com/watch?v=zj8CWDXSfM) apresenta alguns tipos de pontas de pulverização bem como as situações em que são mais recomendados.

4.3. DERIVA

Segundo Campos, Ferreira e Almeida (2020), a deriva é o movimento de um produto no ar durante ou depois da aplicação para um local diferente do planejado, ou seja, é tudo aquilo que não atinge o alvo durante a aplicação. Também se define deriva pela parte da pulverização agrícola que é carregada para fora da área alvo pela ação do vento. Assim, este desvio de trajetória que impede que as gotas produzidas atinjam o alvo está relacionado diretamente ao tamanho de gotas produzido pelo modelo de ponta de pulverização e às condições ambientais no momento da aplicação (Figura 11).

Figura 11. Tipos de deriva.



Fonte: Manual de Tecnologia de aplicação de Produtos Fitossanitários. Disponível em: <http://www.ipv.esalq.usp.br/sites/default/files/Leitura%20-%20Manual%20Tecnologia%20de%20Aplicacao.pdf>

Uma possível solução para a deriva é o uso de adjuvantes (polímeros) na calda. Os adjuvantes têm essa capacidade de afastar as moléculas de água, facilitando a agitação, pois dá características de fluidez na mesma, melhorando duas características fundamentais na mistura de produtos: a Emulsificação e a Dispersão de moléculas e partículas dos herbicidas, melhorando a homogeneidade da mistura (LOPES, 2019).

Ainda segundo Lopes (2019), o adjuvante corrige um erro de todas as pontas de pulverização: o atrito da água com a cerâmica da ponta, que faz com que gotas muito finas, próximas do estado de vapor da água, sejam produzidas, o que pode levar a perdas frequentes e normais de até 20% da calda. Por dar elasticidade na ligação entre as moléculas de água e reduzir esse atrito, ele Padroniza Gotas, e perdas por evaporação são diminuídas, observando-se um aumento de deposição na superfície aplicada (LOPES apud ROSA, 2019).

O vídeo 5, *“Quanto que se perde por Deriva nas Pulverizações Agrícolas?”*, do canal “Agronomia em foco”, publicado em 14 de dezembro de 2019, que está disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=ihyaVkgAHdA>, exemplifica a quantidade de calda que atinge a planta em dois cenários, com o uso de adjuvantes nas soluções, no qual as perdas são menores e sem o uso de adjuvantes, no qual as perdas são maiores.

4.4. PULVERIZADOR DE BARRA

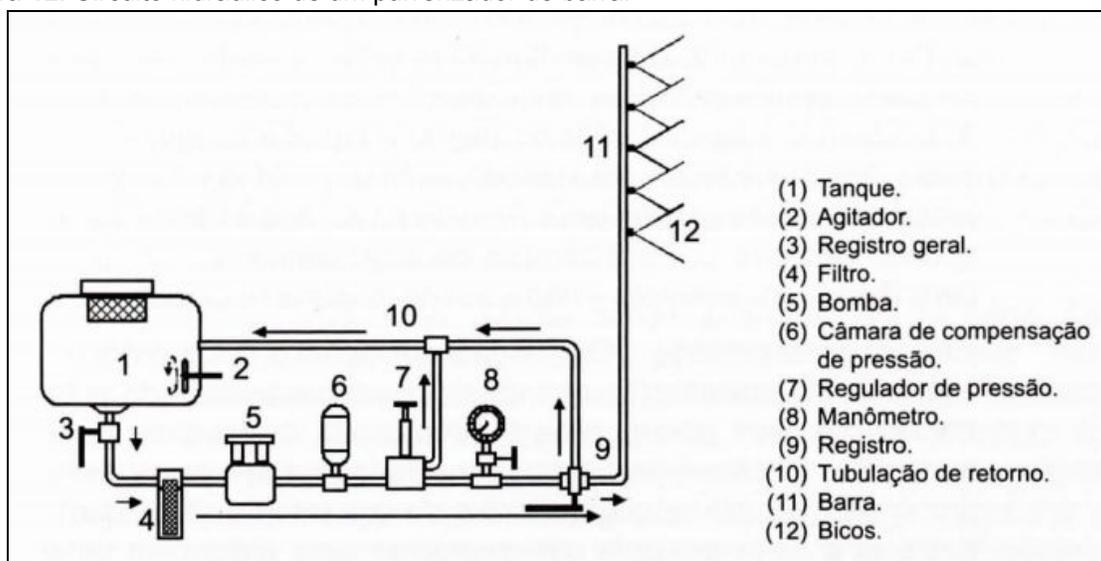
Segundo a Coleção SENAR (2018), pulverizadores de barras tratorizados são máquinas cuja função é aplicar agrotóxico em diversas culturas. Os pulverizadores de barras tratorizados são diferenciados principalmente quanto à forma de acoplamento ao trator, forma construtiva da barra e capacidade do tanque. O acoplamento no trator pode-se ser feito de duas formas, sendo elas o acoplamento nos três pontos ou na barra de tração.

De acordo com Chaim (2009), esses equipamentos são destinados à aplicação de agrotóxicos em cultura de porte rasteiro e têm uma faixa de aplicação definida pela largura da barra. Como há vários modelos e marcas no mercado, a escolha do

pulverizador deve ser definida pela facilidade de operação, bem como pela especificidade de utilização. Basicamente, trata-se de equipamento indispensável para a aplicação de herbicidas. Constituem-se de um depósito, ou tanque, de uma bomba hidráulica e de bicos de pulverização. Entretanto, para controle de outras operações, mais dispositivos são necessários na composição de um pulverizador, tal como um circuito hidráulico completo.

A Figura 12, abaixo, apresenta o circuito hidráulico completo do sistema de um pulverizador de barra:

Figura 12. Circuito hidráulico de um pulverizador de barra.



Fonte: CHAIM, Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/663946/1/CNPMAMAN.DETEC.DEAPLIC.DEAGROT.092.pdf>.

Os pulverizadores de barra têm uma faixa de deposição definida, conforme a distância entre bicos e o comprimento da barra. Nestas máquinas normalmente utilizam-se bombas de pistão e um número variável de bicos. O volume aplicado, normalmente é superior a 100 L/ha (VELLOSO; GASSEN; JACOBSEN, 1984).

De acordo com a Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF) os pulverizadores de barra apresentam características comuns em relação às barras de aplicação. Algumas delas estão apresentadas abaixo:

- A grande maioria é montada na parte traseira do trator. Em alguns casos, como na aplicação de herbicidas em faixas, a barra pode ser montada no meio ou na

frente para possibilitar o fácil posicionamento dos bicos em relação às linhas de cultura (ANDEF, 2010).

- As barras com até 12 metros são geralmente fixadas diretamente no quadro do pulverizador (ANDEF, 2010).
- As barras acima de 17 metros são dotadas de sistemas pendulares, amortecimento e suportes elásticos. Tais sistemas tornam a barra independente da estrutura do trator, fazendo com que as oscilações deste não sejam transmitidas diretamente à barra, sendo absorvidas pelo sistema de suspensão (ANDEF, 2010).
- Os sistemas de amortecimento procuram manter a barra paralela ao solo, o que faz com que em terrenos inclinados, o paralelismo precise ser corrigido através de cilindros hidráulicos. Qualquer que seja o sistema de fixação, ele não deve permitir um movimento horizontal na ponta da barra superior a 20 mm por metro de barra, sem distorcer a estrutura da mesma (ANDEF, 2010).
- Normalmente compreendem três ou mais seções e partes adjacentes, as quais podem ser dobradas para dentro ou para cima quando não em uso. Os movimentos de dobra e desdobra das barras podem ser feitos manualmente ou, em pulverizadores mais sofisticados, controlados através de um sistema hidráulico (ANDEF, 2010).
- Possuem um sistema de ajuste da altura de trabalho, possibilitando a regulação desta para os diversos estágios de desenvolvimento da cultura (ANDEF, 2010).
- São normalmente equipadas com um mecanismo de destravamento que permite que a barra, ao bater em qualquer obstáculo, dobre-se para trás, para prevenir danos à mesma, retornando posteriormente à posição original (ANDEF, 2010).

4.5. PULVERIZADOR AUTOPROPELIDO

Segundo a Coleção SENAR (2016), com a expansão da agricultura, em regiões emergentes, com o plantio de grandes áreas, a oferta de pulverizadores autopropelidos no mercado brasileiro aumentou, principalmente para suprir a demanda desses

agricultores, que requerem maquinários com grande ritmo operacional. Como máquina agrícola, o pulverizador autopropelido possui duas funções distintas: veículo (autopropelido) e implemento (pulverizador).

Ainda segundo a Coleção SENAR (2016), como veículo autopropelido, é possível caracterizá-lo quanto a potência do motor, tipo de transmissão, tipo de suspensão, bitola e vão livre. O implemento pulverizador é caracterizado pelos itens: capacidade do tanque, tamanho e localização da barra e tipo de bomba do circuito do agrotóxico.

Segundo Casali (2015), no Brasil predominam o uso de dois tipos de pulverizadores autopropelidos: máquinas projetadas originalmente como pulverizadores autopropelidos, que são produzidas em uma linha de montagem e possuem padronização quanto a suas especificações; e pulverizadores autopropelidos adaptados à estrutura de um trator.

Ainda segundo Casali (2015), mesmo os pulverizadores originalmente projetados para este fim apresentam distinções quanto a sua configuração. Entre os itens que apresentam variação, pode-se citar transmissão mecânica, hidrostática, 4x2 e 4x4, capacidade de reservatório de calda, tamanho das barras de pulverização, vão livre e bitola. Já os pulverizadores adaptados à estrutura de um trator são geralmente de menor porte e têm sua velocidade operacional limitada à velocidade de um trator.

Dornelles (2008), afirma que equipamentos autopropelidos são projetados para trabalho em grandes velocidades de trabalho, normalmente dotados de grandes reservatórios de calda e maiores larguras de barras, o que permite maiores velocidades de trabalho, capacidades e eficiências operacionais. Como desvantagens, as máquinas autopropelidas apresentam maior custo inicial de aquisição em comparação aos outros modelos disponíveis no mercado, no entanto esse custo é facilmente diluído pela pontualidade de ação das aplicações, melhor qualidade de pulverização e menores gastos com operadores.

Ainda, Dornelles (2008), apresenta um comparativo quanto à alguns fatores entre três tipos de pulverizadores: barra, ligado no sistema de três pontos; barra com engate de arrasto; e autopropelido, o qual está apresentado na Tabela 4, abaixo:

Tabela 4. Comparativo entre três tipos de pulverizadores.

Fator / item	Tipo de máquina		
	Sistema de três pontos (1)	Engate de arrasto (2)	Autopropelido (3)
Velocidade (km.h ⁻¹)	6,41	5,75	10,4
Área atendida (ha.ano ⁻¹)	116,2	576,7	1.023,0
Área aplicada (ha.ano ⁻¹)	638,5	3.182,0	5.620,9
Proporção	1,0	5,0	8,8
Horas de trabalho por ano	148,3	473,1	386,9
Largura de barra (m)	11,70	14,83	20,57
Capacidade operacional (ha.h ⁻¹)	4,38	6,42	13,28

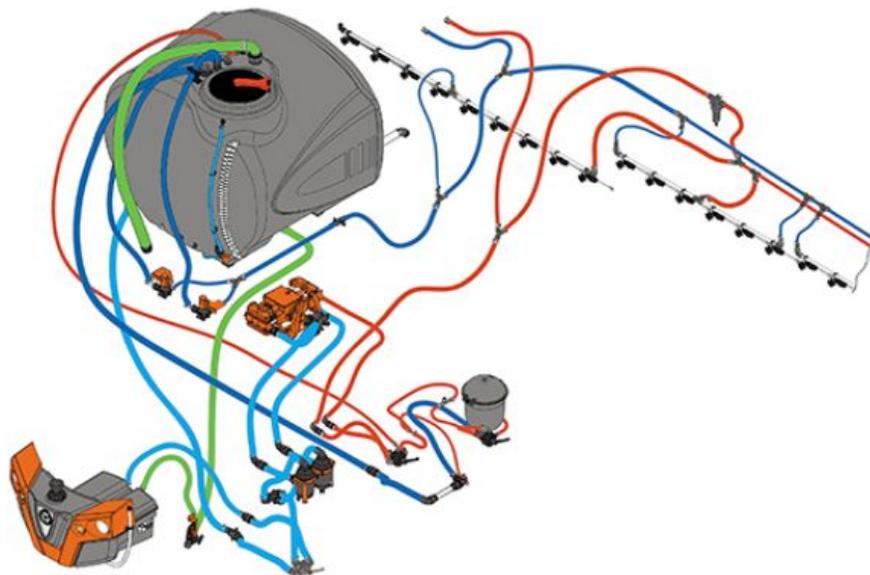
Fonte: Dornelles 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7508/MARCALELIZANDRODECARVALHODORNELLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quanto à velocidade operacional dos sistemas mecanizados, é possível visualizar a alta velocidade operacional possível com uso de pulverizadores autopropelidos, o que explica os grandes valores de capacidade operacional destas máquinas em relação aos demais tipos de sistemas (DORNELLES, 2008).

Schlosser et al. (2020), afirma que os pulverizadores autopropelidos - que são máquinas independentes, ou seja, tanto o sistema de pulverização quanto o de deslocamento são acionados por um motor de combustão interna - possuem o acionamento da bomba de pulverização de maneira independente, geralmente através de fluxo hidráulico de óleo. A velocidade de trabalho destes equipamentos é elevada, dessa forma, a bomba deve atender a vazão demandada pelo sistema, para manter a taxa de aplicação constante, atingindo um considerável número de pontas.

A Figura 13, abaixo, apresenta um sistema de pulverização de um pulverizador autopropelido.

Figura 13. Esquema de sistema de pulverização de um pulverizador autopropelido.



Fonte: Grupo Cultivar, 2020. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/como-conservar-e-manter-bombas-de-pulverizacao>.

Nos pulverizadores autopropelidos, é importante destacar a presença de toda a parte computacional, na qual estão englobados os sensores, sistemas de georreferenciamento, softwares de aquisição/registo de dados para o mapeamento das áreas/talhões, entre outros fatores.

Segundo a Coleção SENAR (2016), em pulverizadores autopropelidos, destacam-se as tecnologias de direcionamento, como a barra de luzes e o piloto automático, além do controle de seção das barras.

Ainda segundo a Coleção SENAR (2016), o piloto automático é um sistema de orientação que direciona automaticamente as máquinas agrícolas, com precisão no paralelismo entre as passadas, diminuindo as sobreposições ou falhas nas operações. É uma evolução da “barra de luz”, que é o primeiro sistema de orientação por georreferenciamento a auxiliar no direcionamento da máquina.

O piloto automático apresenta as seguintes vantagens (COLEÇÃO SENAR, 2016):

- Reduz a compactação;
- Opera em velocidades maiores;

- Diminui os erros de paralelismo;
- Não acumula erros de paralelismo entre passadas;
- Aumenta a capacidade operacional;
- Permite a operação com mais de um conjunto na mesma área;
- Pode iniciar o trabalho em qualquer ponto da lavoura;
- Permite o planejamento prévio das linhas de operação;
- Permite a integração das operações automatizadas sob a mesma base de percursos gravados;
- Aumenta o conforto do operador, diminuindo o cansaço e o estresse, resultando numa maior qualidade de trabalho, pois fica com mais tempo para observar outras funções do equipamento.

A tabela 5, abaixo, apresenta alguns dos componentes do piloto automático com suas respectivas funções:

Tabela 5. Componentes do piloto automático.

Nº	Componente	Função
1	Receptor GNSS	Receber o sinal dos sistemas GNSS (GPS, GLONASS, etc.)
2	Monitor	Interface entre o operador e o piloto automático que permite a visualização dos dados e a configuração de tarefas
3	Controlador de navegação	Processa as correções de posição pelos sinais GNSS e envia comandos aos sensores do controle de direção
4	Válvula de controle do sistema de direção hidráulica	Válvula solenoide que controla o fluxo de óleo para o sistema de direção, de acordo com o comando do Controle de Navegação
5	Sensor de esterçamento	Tem a função de monitorar o ângulo e a movimentação das rodas

Fonte: Coleção Senar 2016. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/170-AUTOPROPELIDO.pdf>.

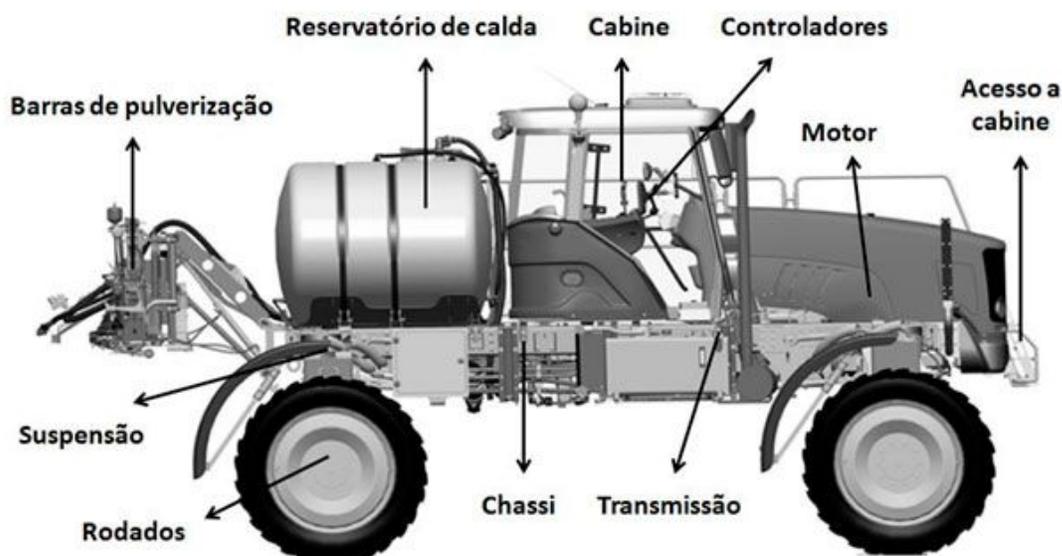
A Figura 14, abaixo, apresenta um modelo de pulverizador autopropelido e a Figura 15 mostra suas partes.

Figura 14. Pulverizador autopropelido.



Fonte: https://www.deere.com.br/assets/images/region-3/products/nutrient-application/sprayer-m4040/r3c006531_NK_pulverizador_m4040_foto_no_campo_large_475c87a6d7b39d14322e3c6ce8f2e0695021fb67.jpg

Figura 15. Partes de um pulverizador autopropelido.



Fonte: https://stefanimassey.com.br/wp-content/uploads/sites/78/2019/09/blog_componentes_Autopropelido.jpg

O vídeo 6, “*Pulverizadores: Calibração do Piloto Automático AutoTrac™*”, do canal “John Deere Brasil”, publicado em 26 de junho de 2018, que está disponível em “https://www.youtube.com/watch?v=O_Sdi1PPbmE”, mostra como realizar a calibração do piloto automático dos pulverizadores autopropelidos modelos John Deere 4630 e 4730.

Existem inúmeros modelos de pulverizadores autopropelidos no mercado de diferentes marcas. Cada modelo apresenta características próprias, das quais pode-se destacar o tamanho da bitola, vão livre, tamanho de barra, capacidade do tanque, potência do motor, número de pontas, posição da barra, entre outros.

O vídeo 7, “*Aula N° 1 Pulverização @redopp*”, do canal “Zoomaq Pulverização”, publicado em 14 de agosto de 2020, que está disponível em “<https://www.youtube.com/watch?v=n663P8CdLUY>”, mostra todos os elementos do pulverizador autopropelido John Deere 4730.

REFERÊNCIAS

ANDEF. Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. 1ª. ed. Campinas-SP: [s. n.], 2010. 52 p. Disponível em: <http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Leitura%20-%20Manual%20Tecnologia%20de%20Aplicacao.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2020.

BELAGRO. Bicos de pulverização: saiba quais são os tipos e o que analisar para escolher o melhor. [S. l.], 2 ago. 2019. Disponível em: <https://blog.belagro.com.br/bicos-de-pulverizacao/#:~:text=Existem%20diversos%20tipos%20de%20bicos,c%C3%B4nico%2C%20que%20tem%20padr%C3%A3o%20circular>. Acesso em: 10 jul. 2020.

CAMPOS, H. B. N.; FERREIRA, M. C.; ALMEIDA, D. P. Quais os cuidados para diminuir a deriva da aplicação de defensivos agrícolas?: Deriva Cultivar. [S. l.]. Disponível em: <https://sabri.com.br/material/quais-os-cuidados-para-diminuir-a-deriva-da-aplicacao-de-defensivos-agricolas/#:~:text=A%20deriva%20%C3%A9%20o%20movimento,alvo%20pela%20a%C3%A7%C3%A3o%20do%20vento>. Acesso em: 13 jul. 2020.

CASALI, A. L. Revisão Bibliográfica: Pulverizadores Autopropelidos. In: CASALI, A. L. Caracterização, Avaliação E Classificação Dos Pulverizadores Autopropelidos Produzidos No Brasil. Orientador: Prof. Dr. Arno Udo Dallmeyer. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Centro De Ciências Rurais, Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria-RS, 2015. p. 127. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3632/CASALI%2C%20ANDRE%20LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 jul. 2020.

CHAIM, A. Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 73 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/663946/1/CNPMAMAN.D ETEC.DEAPLIC.DEAGROT.092.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

COLEÇÃO SENAR: Mecanização: operação de pulverizador de barras tratorizado. Brasília: [s. n.], 2018-. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/224-PULVERIZADOR-EM-BARRA.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2020.

COLEÇÃO SENAR: Mecanização: operação de pulverizadores autopropelidos. Brasília: [s. n.], 2016-. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/170-AUTOPROPELIDO.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2020.

DORNELLES, M. E. C. Índices de Mecanização Agrícola: Pulverizadores Agrícolas. In: DORNELLES, M. E. C. Inspeção Técnica De Pulverizadores Agrícolas No Rio Grande Do Sul. Orientador: Prof. Dr. José Fernando Schlosser. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro De Ciências Rurais, Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008. p. 136. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7508/MARCALELIZANDRODECARVALH ODORNELLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 jul. 2020.

JACTO, GRUPO. Como escolher o bico certo para a pulverização agrícola?. [S. l.], 25 ago. 2017. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/como-escolher-o-bico-certo-para-a-pulverizacao-agricola/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

JACTO, GRUPO. Conheça os 5 principais tipos de pulverizadores. [S. l.], 8 jun. 2020. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/tipos-de-pulverizadores/>. Acesso em: 8 jul. 2020.

JACTO, GRUPO. Pulverizador agrícola: tudo o que você precisa saber. [S. l.], 1 nov. 2017. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/pulverizador-agricola-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 8 jul. 2020.

LOPES, C. Vantagens do uso de adjuvantes na calda de pulverização. Revista Cultivar, 25 jul. 2019. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/vantagens-do-uso-de-adjuvantes-na-calda-de-pulverizacao>. Acesso em: 07 dez 2020.

SCHLOSSER, J. F.; CASALI, L.; CELLA, M. C.; TASCHETTO, A.; FARIAS, M. S. Como conservar e manter bombas de pulverização. [S. l.]: Revista Cultivar, 25 jun. 2020. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/como-conservar-e-manter-bombas-de-pulverizacao>. Acesso em: 16 jul. 2020.

VELLOSO, J. A. R. de O.; GASSEN, D. N.; JACOBSEN, L. A. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra. Passo Fundo-RS: EMBRAPA, 1984. 53 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/846533/tecnologia-de-aplicacao-de-defensivos-agricolas-com-pulverizadores-de-barra>. Acesso em: 16 jul. 2020.