

Campina Grande, PB / Março, 2026

Conversão de uma carriola pulverizadora com acionamento mecânico por sistema de acionamento elétrico com bomba de diafragma

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



**Embrapa**

Algodão

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Algodão  
Ministério da Agricultura e Pecuária**

ISSN 0103-0205 / e-ISSN 2966-0343

# **Documentos 302**

Março, 2026

Conversão de uma carriola  
pulverizadora com acionamento  
mecânico por sistema de  
acionamento elétrico com  
bomba de diafragma

*Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva  
Valdinei Sofiatti  
Waltemilton Vieira Cartaxo  
Marleide Magalhães de Andrade Lima  
Adriana Gregolin  
Gibran Oliveira Medeiros  
Karla Paloma Rodrigues de Lima Silva*

**Embrapa Algodão**  
Campina Grande, PB  
2026

### **Embrapa Algodão**

Rua Osvaldo Cruz, 1.143, Centenário  
58428-095, Campina Grande, PB  
www.embrapa.br/algodao  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

*Daniel da Silva Ferreira*

Secretária-executiva

*Magna Maria Macedo Nunes Costa*

Membros

*Joao Henrique Zonta*

*Lucia Vieira Hoffmann*

*Marcone Cesar Mendonça das Chagas*

*Roseane Cavalcanti dos Santos*

*Ziany Neiva Brandão*

Edição executiva

*Geraldo Fernandes de Sousa Filho*

Revisão de texto

*Marcela Bravo Esteves*

Projeto gráfico

*Leandro Sousa Fazio*

Diagramação

*Geraldo Fernandes de Sousa Filho*

Foto da capa:

*Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva*

Publicação digital: PDF

### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Algodão

---

Conversão de uma carriola pulverizadora com acionamento mecânico por sistema de acionamento elétrico com bomba de diafragma / Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva ... [et al.]. – Campina Grande : Embrapa Algodão, 2026.  
PDF (25 p.). – (Documentos / Embrapa Algodão ; e-ISSN 2966-0343 ; 302).

1. Tecnologia agrícola. 2. Manejo. 3. Pulverização. 4. Aplicação química. 5. Aplicação biológica. 6. Carriola. I. Silva, Odilon Reny Ribeiro Ferreira da. II. Sofiatti, Valdinei. III. Cartaxo, Waltermilton Vieira. IV. Lima, Marleide Magalhães de Andrade. V. Gregolin, Adriana. VI. Medeiros, Gibran Oliveira. VII. Silva, Karla Paloma Rodrigues de Lima. VIII. Embrapa Algodão. IX. Série.

CDD (21. ed.) 633.193

---

*Enyomara L. Silva* (CRB-4/1569), com registro no CRB-15 em andamento © 2026 Embrapa

# Autores

---

## **Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva**

Engenheiro agrícola, D.Sc. em Mecanização Agrária, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

## **Valdinei Sofiatti**

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

## **Waltemilton Vieira Cartaxo**

Administrador de Empresas, M.Sc em Desenvolvimento Regional, Analista da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

## **Marleide Magalhães de Andrade Lima**

Engenheira Florestal, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

## **Adriana Gregolin**

Engenheira-agrônoma M.Sc. em Ciências Agrárias Agronegócio, coordenadora regional de projeto de cooperação internacional, na Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, Oficina Regional para America Latina e Caribe (FAORLC)

## **Gibran Oliveira Medeiros**

Engenheiro agrícola, Bolsista da Fundação Parque Tecnológico da Paraíba - PaqTcPB

## **Karla Paloma Rodrigues de Lima Silva**

Graduanda de Engenharia agrícola, Bolsista do CNPq/PIBIC da Embrapa Algodão



Agradecemos à parceria estabelecida no âmbito do Projeto de cooperação Sul-Sul trilateral +Algodão, uma iniciativa da cooperação internacional implementada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a Agência Brasileira de Cooperação do Ministério de Relações Internacionais (ABC/MRE), com participação da Embrapa.



# Apresentação

---

Em pequenas propriedades agrícolas, produtos fitossanitários são geralmente aplicados com o uso de pulverizadores costais manuais. Entretanto, esses equipamentos apresentam limitações significativas, pois exigem grande esforço físico do operador — tanto para suportar o peso do depósito nas costas quanto para bombear de forma manual — e oferecem baixa eficiência, pelo fato de a pressão no bico de distribuição ser inconstante. Além de problemas ergonômicos, a proximidade ao corpo do trabalhador durante a aplicação representa um risco à saúde.

Nos últimos anos, surgiram avanços como a adaptação do pulverizador sobre uma carriola (chassi com roda pneumática). Embora essa mudança elimine o peso nas costas e melhore a produtividade por meio de barras de bicos, ainda exige esforço físico para tracionar o equipamento e gerar a pressão.

A solução mais eficiente surge com o uso de bombas elétricas à bateria. Um exemplo é a carriola pulverizadora de acionamento elétrico desenvolvida pela Embrapa Algodão. Essa tecnologia reduz drasticamente o esforço físico, aumenta a área pulverizada e otimiza os custos da operação.

Trata-se de uma tecnologia poupadora de mão de obra no âmbito da agricultura familiar — e uma importante contribuição da Embrapa, vinculada às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS-2) – Fome Zero e Agricultura Sustentável, promovendo a sustentabilidade econômica, social e ambiental no campo.

*Nair Helena Castro Arriel*  
Chefe-Geral da Embrapa Algodão



# Sumário

---

<b>Introdução</b>	11
<b>Carriola pulverizadora</b>	11
<b>Conversão da carriola pulverizadora</b>	13
<b>Considerações finais</b>	22
<b>Anexos</b>	23



## Introdução

---

Aplicações químicas ou biológicas nas culturas se constituem em uma das etapas mais importantes da lavoura para o aumento da produtividade. Na agricultura familiar, essa atividade pode ocorrer várias vezes durante o ciclo de uma cultura e é realizada por meio de pulverizador costal manual, equipamento amplamente utilizado em todas as partes do mundo devido à sua versatilidade, facilidade de manusear e baixo custo de aquisição.

Entretanto, esse equipamento apresenta sérias limitações por necessitar que o operador transporte o depósito nas costas, produza de forma manual a pressão da calda durante a pulverização, esteja submetido a riscos constantes de contaminação por vazamentos do equipamento, além dos aspectos ergonômicos, que podem prejudicar a saúde do trabalhador. Portanto, utilizar um pulverizador costal manual causa grande desgaste físico, resultando em baixo rendimento, aplicações irregulares e de alto custo.

Nesses últimos anos, alguns avanços foram alcançados na adaptação do pulverizador costal manual sobre um suporte do tipo carriola, visando reduzir o esforço do operador no transporte do equipamento e na produção da pressão uniforme nos bicos de pulverização.

A carriola pulverizadora disponível comercialmente é um equipamento que facilita a operação de pulverização e possibilita incremento significativo da produtividade do aplicador em relação à aplicação com pulverizador costal.

## Carriola pulverizadora

---

A empresa Knapik® desenvolveu uma carriola pulverizadora associada a um pulverizador costal. A carriola é constituída por um chassi que possui, em uma das extremidades, duas rabiças, ou braços, para

o operador controlar, sustentar e tracionar o equipamento e, na outra extremidade, uma roda pneumática de aro 20, com função de apoio ao solo e transmissão da força motriz — por meio de corrente para um mecanismo excêntrico, o qual, por sua vez, aciona o pistão do pulverizador costal, gerando pressão na calda.

O depósito de 20 litros é de um pulverizador costal da marca Jacto®, o qual é conectado a uma barra pulverizadora de alumínio com oito bicos e 3,35 m de comprimento (Figura 1). O operador, ao deslocar o equipamento e com o giro da roda motriz, aciona o mecanismo de pressão constituído de coroa, corrente, pinhão e um excêntrico que aciona o pistão da bomba para produzir a pressão na calda e possibilitar a pulverização (Figura 2).

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



**Figura 1.** Pulverizador costal manual adaptado a uma carriola, no qual a força da roda aciona a bomba de pressão da calda (adaptação Knapik).



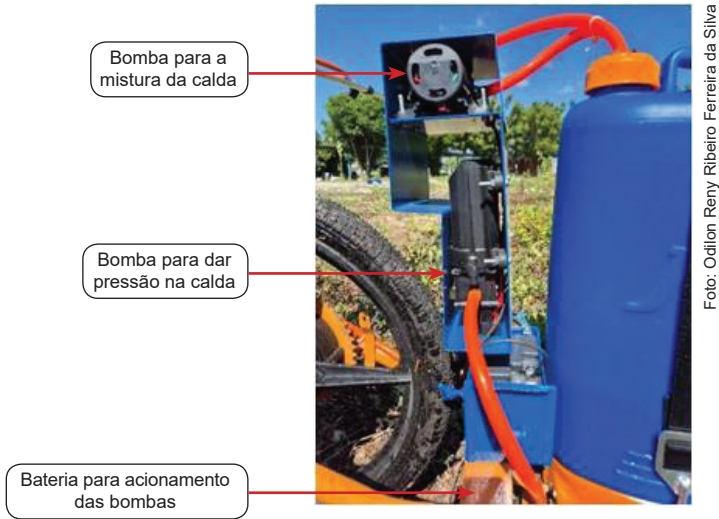
Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva

**Figura 2.** Detalhe do mecanismo de acionamento da bomba de pressão — coroa, corrente, pinhão, mecanismo de regulação e haste (Knapik).

## Conversão da carriola pulverizadora

Com o surgimento de bombas elétricas de diafragma para uso agrícola, acionadas por baterias automotivas, tornou-se possível ofertar novos sistemas de geração de pressão em equipamentos de pulverização. Nessa nova versão da carriola pulverizadora, o sistema de pressão original foi substituído por duas bombas elétricas de diafragma, de uso agrícola, sendo uma para proporcionar pressão ao líquido, e a outra para fazer a mistura e homogeneização da calda (água + produto fitossanitário), que é inserida entre o depósito e a roda de sustentação (Figuras 3 e 4).

As bombas usadas possuem uma voltagem de 12 V, corrente elétrica de até 6 A (Figuras 5 e 6) e são acionadas por uma bateria de motocicleta de 12 V – 5 A h. Essa adaptação tem a finalidade de



**Figura 3.** Detalhe das bombas elétricas de diafragma para misturar a calda e dar pressão para a pulverização (Embrapa).



**Figura 4.** Detalhe das bombas de acionamento para a mistura e pressão da calda (Embrapa).

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



**Figura 5.** Detalhe das bombas de diafragma para misturar a calda destinada à pulverização (Embrapa).

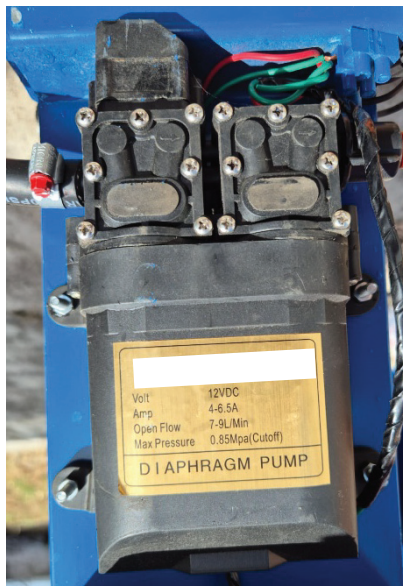


Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva

**Figura 6.** Detalhe das bombas de diafragma para realizar a pressão da calda destinada à pulverização (Embrapa).

reduzir o esforço do operador na tração do equipamento para produzir a pressão desejada de trabalho, uma vez que a roda de apoio não terá mais a finalidade de acionar o pistão hidráulico, tendo apenas a função de apoio do equipamento ao solo, o que reduz a força necessária para a movimentação do equipamento.

Para iniciar a pulverização na carriola adaptada (elétrica), é necessário o acionamento elétrico das bombas de pressão e da calda por meio de dois interruptores liga/desliga (tique-taque universal) (Figura 7), que foram inseridos junto à manopla da rabiça direita do equipamento para um melhor controle da operação. Desse modo, para interromper a pulverização, é necessário desligar os dois interruptores (Figura 7). Os fios elétricos foram posicionados dentro da estrutura metálica da rabiça para uma melhor proteção, chegando até as bombas para os devidos acionamentos.

Foto: Odilon Rery Ribeiro Ferreira da Silva



**Figura 7.** Detalhe dos interruptores para ligar e desligar as bombas de mistura e pressão.

Como forma de facilitar as pulverizações mais específicas, tais como retoque, corredor ou faixas específicas, foram colocadas duas válvulas (registros de esfera) na barra, sendo uma na metade da barra e a outra no lado direito da barra, antes dos dois últimos bicos. Isso permite pulverizar faixas com seis bicos, com quatro bicos e com dois bicos (Figuras 8 e 9).

Em avaliações de campo, o equipamento tracionado por um operador desenvolveu velocidade média de 3,6 km/h. Nessa situação, sua capacidade operacional foi de realizar a pulverização em um hectare no tempo de uma hora. Para aplicação de produtos fitossanitários ou biofertilizantes, usando um bico do tipo leque 11002, aplicou-se volume de calda de aproximadamente 200 L/ha. Por sua vez, na aplicação de inseticidas, usando bicos do tipo cônico de

Foto: Odilhon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



**Figura 8.** Detalhe da barra de oito bicos de pulverização, em que foram colocados dois registros interruptores (Embrapa).



Foto: Odilhon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

**Figura 9.** Detalhe da miniválvula com macho colocado na barra para permitir, ou não, a passagem da calda. (Embrapa).

latão JD 12, aplicou-se volume de calda entre 130 e 150 L/ha, necessitando de dez abastecimentos para o herbicida, e entre 6,5 e 7,5 para o inseticida.

Observando-se, na Tabela 1, a relação de peso dos equipamentos, a carriola elétrica apresenta uma diferença de peso de 3,6 kg superior à da versão mecânica em todas as situações (sem ou com calda), por causa do peso da bateria, das duas bombas de pressão e da estrutura para suporte desses dispositivos.

Sobre o esforço de sustentação dos equipamentos, medidos nos braços de comando, observou-se que houve um maior peso na carriola elétrica em relação à carriola mecânica, variando entre 0,7 e 1,0 kg, dependendo da condição da calda no tanque. A carriola elétrica com o tanque cheio alcançou o peso de 10,3 kg, enquanto a carriola normal chegou a 9,6 kg.

Com relação ao esforço de tração (Tabela 1), em terreno com planta daninha, o operador terá que exercer na carriola elétrica uma força de 3,4 kgf na condição do tanque vazio e de 7,2 kgf na condição de tanque cheio, enquanto na carriola mecânica, o operador terá que exercer um esforço de 3,6 kgf para tanque vazio e 11,2 kgf para cheio.

Quando se compara a carriola mecânica com a elétrica, a diferença de esforço de tração na condição de tanque cheio é de 4,0 kgf e 2,4 kgf no que se refere ao tanque pela metade. Essa diferença de esforço do operador é considerável, especialmente quando o tanque de calda está entre a metade e com 100% da sua capacidade de armazenamento de calda. Outra vantagem da carriola pulverizadora

**Tabela 1.** Características técnicas da carriola mecânica e da carriola elétrica em aplicações no campo com grama e recém-preparado.

Equipamentos	Peso do equipamento (kg) <sup>(*)</sup>			
	Vazio	Com 5 L de calda	Com 10 L de calda	Com 20 L de calda
Carriola mecânica	18,0	23,0	28,0	38,0
Carriola elétrica	21,6	26,6	31,6	41,6
<b>Peso de sustentação nos braços (kg)</b>				
Carriola mecânica	3,0	4,8	6,7	9,6
Carriola elétrica	3,7	5,8	7,7	10,3
<b>Esforço de tração em terreno gramado (Kgf)</b>				
Carriola mecânica	3,6	4,8	7,7	11,2
Carriola elétrica	3,4	4,2	5,3	7,2
<b>Esforço de tração em área recém preparada (Kgf)</b>				
Carriola mecânica	6,10	6,6	8,4	11,8
Carriola elétrica	5,8	6,2	7,3	9,2

(\*)Medidas determinadas por um dinamômetro CRANE SCALE modelo: MNCS-M, com precisão de 100 gramas.

elétrica é que ela dispensa o uso da corrente e da coroa que está associada à roda de suporte e acionamento. Com o tempo de uso da carriola pulverizadora de acionamento mecânico, pode ocorrer empeneamento da roda, o que faz com que ocorra um desalinhamento entre a coroa e o pinhão. Esse desalinhamento, por sua vez, faz com que a corrente comece a cair durante a pulverização. Isso traz uma redução da capacidade operacional e desconforto para o operador, o qual precisa encaixar novamente a corrente no seu devido lugar. Outra vantagem da eliminação da corrente é que não será mais necessário fazer a lubrificação diária da corrente.

Quando a área de aplicação é em solo preparado, o esforço que o operador terá que exercer para tracionar os equipamentos com o tanque vazio será de 5,8 kgf na carriola elétrica e 6,1 kgf na mecânica. Porém, à medida que se adiciona calda no tanque, essa diferença se intensifica, chegando à condição de tanque cheio, quando a carriola mecânica necessita de um esforço de 11,8 kgf, e a carriola elétrica de 9,2 kgf, resultando em uma diferença de 2,6 kgf favorável à carriola elétrica. Essa condição também é observada quando o tanque está com metade da sua capacidade de calda (Tabela 1).

O esforço do operador no final da jornada de trabalho, trabalhando com a carriola mecânica, será maior, podendo acarretar esgotamento físico, cansaço e menor área pulverizada.

Ressalta-se que a autonomia da carga da bateria para acionar as bombas elétricas está em torno de 1 hora e 20 minutos, havendo a necessidade de recarregá-la ou substituí-la após decorrido esse tempo (Figuras 10 e 11).

A carriola pulverizadora elétrica é de fácil concepção e de baixo custo, constituindo-se em uma alternativa para o agricultor que visa facilitar as aplicações de produtos fitossanitários e de biofertilizantes em sua pequena propriedade, e promover um alto rendimento, em comparação com os pulverizadores costais e outros similares.

Cabe também salientar que é necessário o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) na execução desse trabalho, incluindo máscara facial com filtro combinado (partículas sólidas e vapores orgânicos), vestimentas de proteção ou macacão descartável hidrorrepelente, avental frontal impermeável, luva nitrílica e bota de PVC impermeável.

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



**Figura 10.** Detalhe da bateria de motocicleta utilizada para o acionamento das bombas.

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



**Figura 11.** Detalhe do carregador da bateria.

Na Tabela 2, são apresentados os materiais necessários para transformar a carriola pulverizadora mecânica em carriola pulverizadora elétrica e respectivos custos de aquisição e instalação. Apesar de implicar em custos, essa adaptação torna a carriola pulverizadora muito mais fácil de ser operada e, portanto, gera um esforço menor do operador, além das demais vantagens relatadas.

**Tabela 2.** Relação de materiais e custos da conversão mecânica para a elétrica de uma carriola pulverizadora, julho de 2025.

<b>Material necessário para a transformação</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Valor da carriola a ser adaptada.	1	1.600,00
Bomba para pressão da calda corpo duplo de diafragma, 12 V DC, amperagem 4,6 A, com vazão de 7–9 L/min, pressão 130 psi.	1	194,00
Bomba para fazer a mistura da calda de diafragma 12 V, 3 amperes, fluxo de líquido 4–5 L/min, pressão 110 psi.	1	91,00
Bateria para o acionamento: Bateria de motocicleta, 12 V, 5 Amp.	2	158,00
Carregador de bateria.	1	80,00
Chapa de ferro 18: tamanho: 1,50 x 0,15 m para confecção da estrutura de fixação das bombas e bateria e parafusos de fixação.	1	30,00
Fio elétrico de cobre revestido 2,5 mm, tamanho 2 m.	1	9,00
Interruptores liga/desliga do tipo tique-taque para acionamento das bombas.	2	46,00
Registros de esfera para passagem da calda na barra de ¼".	2	56,00
Bicos macho para mangueira 5/16.	4	19,00
Abraçadeiras de 3/8".	4	12,00
Mão de obra para instalação e montagem (5h) R\$ 100,00/hora.	5	500,00
<b>Total do investimento.</b>		<b>2.795,00</b>

## Considerações finais

---

O processo de desenvolvimento e validação da carriola pulverizadora elétrica demonstra que a adaptação de tecnologias voltadas à otimização e à redução do esforço físico representa uma inovação significativa no campo. A multiplicação de tais soluções constitui um desafio para as instituições envolvidas, o que demanda o fortalecimento da apropriação tecnológica por parte das famílias agricultoras.

## Anexos

Configuração das chapas e tamanho para suportar as bombas e bateria.

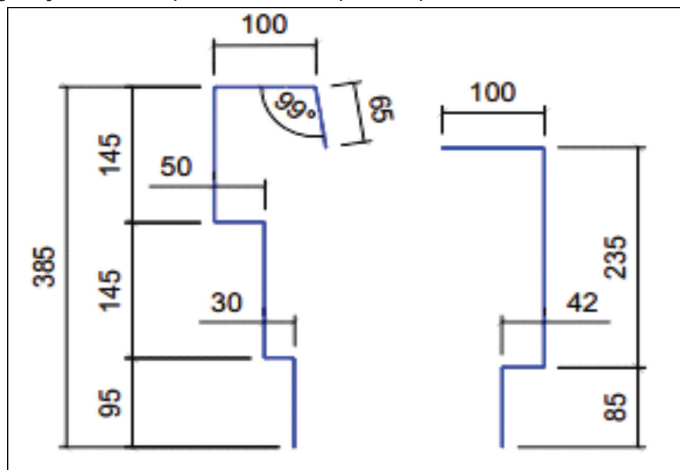


Ilustração: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

Detalhes das bombas e bateria montadas na estrutura de suporte: (A) vista em perspectiva direita; (B) vista em perspectiva esquerda.

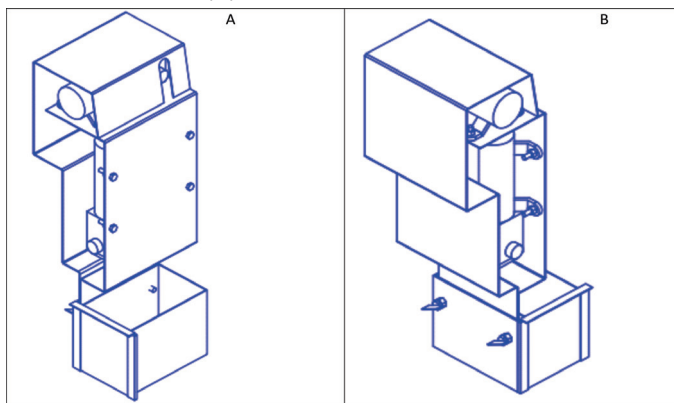


Ilustração: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

Detalhes das bombas e bateria montadas na estrutura de suporte: (A) vista interior direita (1 - Compartimento das bombas; 2 - Caixa de suporte da bateria); (B) vista interior esquerda.

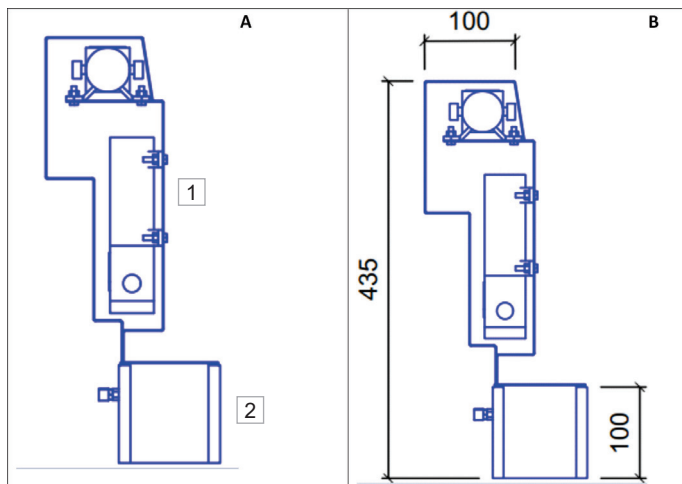


Ilustração: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

Detalhe das dimensões das chapas do suporte das bombas e bateria. (A) chapa anterior; (B) chapa posterior.

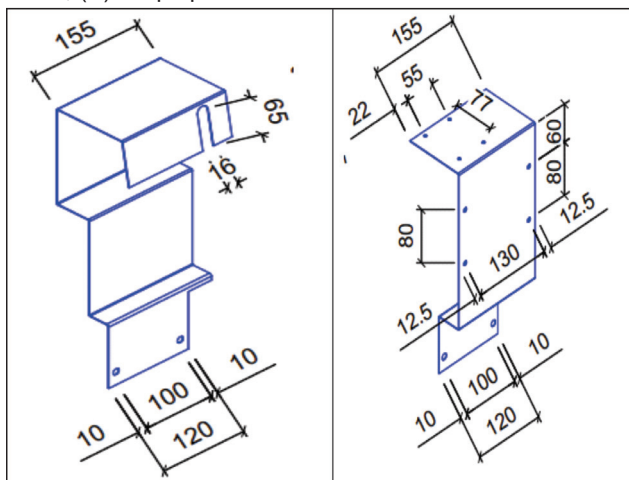


Ilustração: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

Dimensões dos componentes da caixa de suporte da bateria.

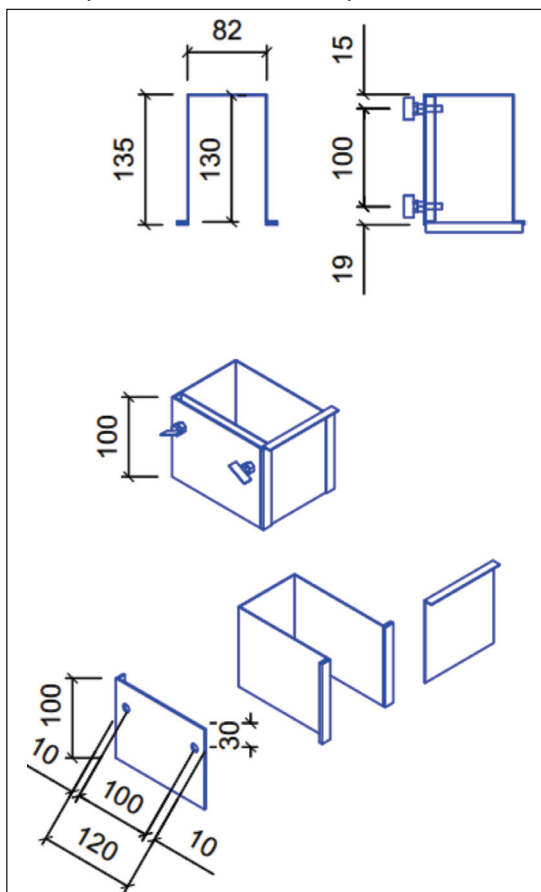


Ilustração: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

Patrocínio



Organização das Nações  
Unidas para a Alimentação  
e a Agricultura

**ALGODÃO**



**IBA** Instituto  
Brasileiro  
do Algodão

**Embrapa**