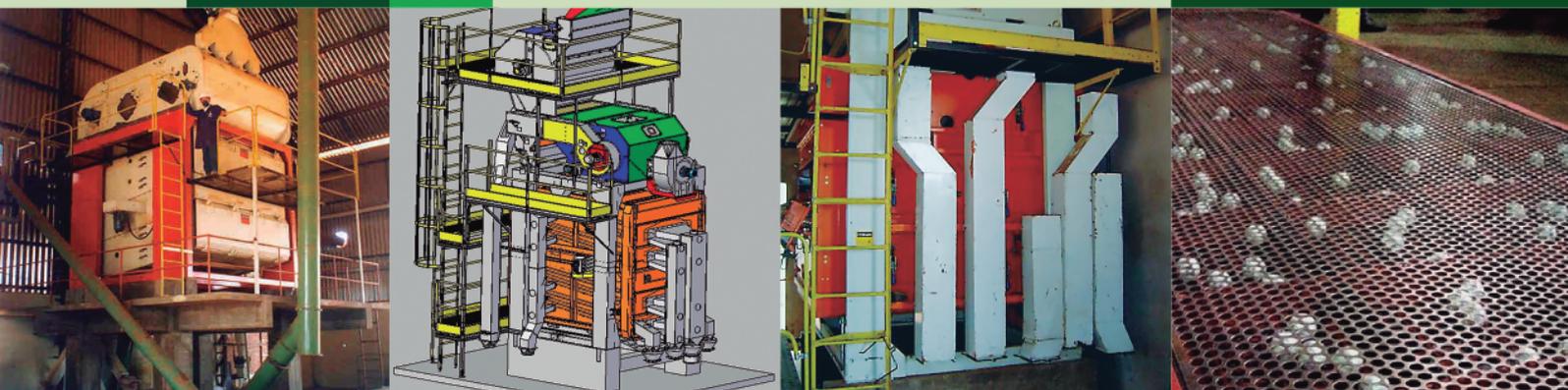


# ARMAZENAGEM DE GRÃOS



LIMPEZA

**SISTEMA FAEP**



**SENAR – ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ**

**CONSELHO ADMINISTRATIVO**

**Presidente:** Ágide Meneguette

**Membros Titulares**

Rosanne Curi Zarattini

Nelson Costa

Darci Piana

Alexandre Leal dos Santos

**Membros Suplentes**

Livaldo Gemin

Robson Mafioletti

Ari Faria Bittencourt

Ivone Francisca de Souza

**CONSELHO FISCAL**

**Membros Titulares**

Sebastião Olímpio Santarozza

Paulo José Buso Junior

Carlos Alberto Gabiatto

**Membros Suplentes**

Ana Thereza da Costa Ribeiro

Ciro Tadeu Alcântara

Aparecido Callegari

**Superintendente**

Carlos Augusto C. Albuquerque

**FLÁVIO LUIS BUENO HEMING**

**ARMAZENAGEM DE GRÃOS:  
LIMPEZA**



**2016**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n. 164, datada de 22 de julho de 1994, e junto a Fundação Biblioteca Nacional e Senar-PR.

Autor: Flávio Luis Bueno Heming

Coordenação técnica: Leandro Alegransi CREA PR - 125189/D

Coordenação metodológica: Patrícia Lupion Torres

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

Coordenação gráfica: Adilson Kussem

Ilustrações: Kepler Weber e Sincronia Design

Diagramação: Sincronia Design

Catálogo no Centro de Editoração, Documentação  
e Informação Técnica do SENAR-PR.

Heming, Flávio Luis Bueno.

Armazenagem de grãos : limpeza / Flávio Luis Bueno Heming. – Curitiba : SENAR  
- Pr., 2016. – 1 v.

ISBN 978-85-7565-134-6

1. Agricultura. 2. Armazenagem. 3. Limpeza de grãos 4. Máquinas de limpeza. I.  
Título.

CDU631.4  
CDD633

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

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



## APRESENTAÇÃO

O SENAR Nacional – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei n. 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 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 levado pelo SENAR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O intuito é assegurar 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

<b>1 LIMPEZA DE GRÃOS .....</b>	<b>7</b>
1.1 POR QUE LIMPAR OU PRÉ-LIMPAR.....	8
1.2 PRINCÍPIOS DE LIMPEZA DE GRÃOS.....	9
<b>2 MÁQUINAS DE LIMPEZA .....</b>	<b>11</b>
2.1 MÁQUINAS DE LIMPEZA ROTATIVAS .....	11
2.2 MÁQUINAS DE LIMPEZA VIBRATÓRIAS.....	12
2.3 MÁQUINAS DE LIMPEZA COM MOVIMENTO LINEAR .....	12
2.4 MÁQUINAS DE LIMPEZA COM PENEIRAS OSCILATÓRIAS.....	13
2.5 PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA MÁQUINA DE LIMPEZA.....	14
2.6 MÁQUINAS DE LIMPEZA ANTIGAS .....	15
2.7 MÁQUINAS DE LIMPEZA ATUAIS.....	16
2.8 OPERAÇÃO DE MÁQUINAS DE LIMPEZA.....	17
2.8.1 Regulagens iniciais, fluxos de grãos e ar.....	24
2.8.2 Saída e recolhimento de impurezas.....	31
2.8.3 Ajustes durante a operação .....	36
<b>3 CUIDADOS ESPECIAIS.....</b>	<b>38</b>
3.1 LIMPEZA DA MÁQUINA.....	39
3.2 MANUTENÇÃO .....	41
3.3 CUIDADOS COM A SEGURANÇA EM MÁQUINAS DE LIMPEZA .....	43
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>



## 1 LIMPEZA DE GRÃOS

Neste volume, será abordado o processo de limpeza dos grãos, mostrando por que ele deve ser realizado, quais são os princípios básicos de limpeza, os tipos e modelos de máquinas utilizados para esse fim, além de como devem ser realizadas as regulagens, a operação, a manutenção e a limpeza dessas máquinas.

O foco são os modelos de máquinas comerciais mais comuns no mercado brasileiro atualmente, de forma que este manual possa ser utilizado como um guia geral para equipamentos de diversos tipos, porte e fabricantes diferentes, tendo em vista que os princípios de funcionamento e demais temas abordados se aplicam à grande maioria das máquinas existentes e em produção no país.

Espera-se que as informações aqui contidas possam ser de grande utilidade nas unidades de recebimento de grãos, servindo para que os profissionais envolvidos tanto na operação direta e na manutenção, gerências, chefias e demais pessoas que participam do dia a dia de uma unidade de recebimento e armazenagem de grãos utilizem esses equipamentos com a maior eficácia possível. O objetivo é minimizar as perdas qualitativas e quantitativas dos grãos, prolongando a vida útil dos equipamentos e reduzindo custos operacionais e de manutenção, com um cuidado especial no que se refere à segurança de todos.

As duas imagens da Figura 1 apresentam máquinas de limpeza típicas, encontradas normalmente nas unidades de recebimento e armazenagem de grãos.

Figura 1 – Máquinas de limpeza de grãos.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

## 1.1 POR QUE LIMPAR OU PRÉ-LIMPAR

A limpeza se faz necessária porque os grãos oriundos da lavoura possuem normalmente uma quantidade de elementos estranhos (impurezas), em quantidade acima das recomendadas para os processos de secagem, transporte e armazenagem, bem como para sua comercialização.

No que tange à secagem, sabe-se que as impurezas se mostram extremamente prejudiciais, pois elas podem causar vários transtornos, desde uma secagem desuniforme e de má qualidade, até contribuir para causar graves problemas nos secadores, inclusive incêndios.

Na movimentação dos grãos entre um equipamento e outro por meio de transportadores e/ou canalizações, a presença de impurezas em elevado percentual, entre outros inconvenientes, pode ser causa de embuchamentos, vazamentos, queda de capacidade dos equipamentos e seu desgaste prematuro.

Também na armazenagem, as impurezas podem ser extremamente prejudiciais e, no volume referente à conservação dos grãos, será visto com detalhes o que a sua presença pode ocasionar, sendo que neste volume vai-se destacar algumas informações básicas sobre os problemas que elas podem causar.

Elementos estranhos que possuem maior tamanho, como ramas, partes de plantas, sabugos e outros, tendem a se acumular junto às paredes laterais dos silos e também se concentram em determinadas regiões da massa de grãos formando "bolsões".

Salienta-se que, mesmo que as impurezas tenham sofrido secagem junto com os grãos, ainda poderão conter um alto teor de umidade ao serem levadas para os silos ou armazéns.

No volume sobre armazenagem, será melhor detalhado o quanto o teor de umidade de uma massa de grãos interfere no processo de conservação. Por outro lado, as impurezas menores que os grãos como pó, terra, areia ou mesmo "meio-grãos" tendem a se acumular no centro do silo, e esse acúmulo de finos dificulta a passagem do ar de aeração e também é local propício para desenvolvimentos de fungos e insetos.

Neste capítulo, salienta-se que as impurezas, por tenderem a se acumular em determinados locais e terem normalmente uma umidade elevada, são extremamente nocivas à conservação.

Também na hora da comercialização do produto (ver volume sobre recebimento de grãos), a presença de impurezas em níveis acima do previsto ocasionará descontos nos valores pagos e até mesmo recusa de recebimento da carga. Para realizar a separação e retirada dessas impurezas presentes na massa de grãos e/ou grãos com alguma irregularidade, como meio-grão, por exemplo, utilizam-se equipamentos denominados de máquinas de limpeza, que promovem a redução do percentual de impurezas a níveis aceitáveis, de acordo com sua destinação.

Nesse ponto, é importante que se conheçam dois termos básicos muito utilizados nas unidades de armazenagem que são "pré-limpeza" e "limpeza" de grãos.

A pré-limpeza normalmente é efetuada assim que os grãos chegam às unidades de recebimento, logo após a recepção e antes de qualquer outro processo.

Em um passado recente, os grãos que vinham da lavoura possuíam teores de impureza muito mais elevados que atualmente, sendo que esses teores podiam chegar a valores de 8% ou mais. Então, era mandatário que se executasse o processo denominado de pré-limpeza, visando reduzir o teor de impurezas para menos 4% e, assim, permitir que o produto passasse para as outras etapas de processamento antes da armazenagem. Porém, antes de o produto ser colocado nos silos ou armazéns para serem guardados, era necessário realizar a limpeza, também comumente chamada de "pós-limpeza".

Nessa operação de pós-limpeza, o conteúdo de impurezas é reduzido para valores próximos ou abaixo de 1%, ficando assim em condições adequadas para uma armazenagem segura.

Com as evoluções tecnológicas dos últimos anos, entre as quais podem-se citar o desenvolvimento de grãos geneticamente modificados (transgênicos) e a evolução construtiva dos equipamentos para colheita, os teores de impureza dos grãos trazidos da lavoura vêm sendo drasticamente reduzidos.

Pode-se afirmar que se tem encontrado frequentemente produtos que chegam com teores de impureza abaixo de 1% e, em menor proporção percentuais acima desse valor, porém raramente acima de 4%. Esse fato, aliado ao uso de secadores de colunas, tem possibilitado às unidades de recebimento não executar a etapa de pré-limpeza.

O produto recebido com baixos índices de impurezas pode ir diretamente para o secador (de coluna) e, após isso, é feita a limpeza definitiva para armazenagem.

## **1.2 PRINCÍPIOS DE LIMPEZA DE GRÃOS**

As máquinas de limpeza comerciais existentes no mercado utilizam dois princípios básicos, os quais, em conjunto, fazem a separação das impurezas dos grãos.

O primeiro deles é a separação pela diferença de densidade (peso específico), entre impurezas e grãos. Essa separação é conseguida com a passagem de uma corrente de ar pelos grãos, com uma velocidade preestabelecida, de forma que o ar arraste as impurezas mais leves.

A velocidade dessa corrente de ar é muito importante, pois se ela for muito baixa, não conseguirá arrastar as impurezas, mas se por outro lado for muito elevada, arrastará também os grãos, o que não deve ocorrer.

Após passar pelos grãos e retirar as impurezas leves, o ar é direcionado para dispositivos separadores, como filtros ou ciclones, sendo que nesses separadores as partículas sólidas são retidas e o ar é expelido ao ambiente.

O segundo princípio de separação presente em uma máquina de limpeza utiliza a diferença de forma e/ou granulometria entre grãos e impurezas e, para isso, são utilizadas peneiras de chapas perfuradas. Essas peneiras podem ser planas ou cilíndricas, conforme o projeto e concepção da máquina.

A separação ocorre quando os grãos com impurezas passam pelas peneiras em movimento e, pelo princípio de “passa não passa”, as impurezas maiores ou menores que os grãos são separadas.

O movimento das peneiras pode ser realizado de várias maneiras, sendo que nas máquinas de limpeza comerciais pode-se ter movimento rotativo (cilíndricas), linear de vai e vem, vibratórios ou oscilatórios.

## 2 MÁQUINAS DE LIMPEZA

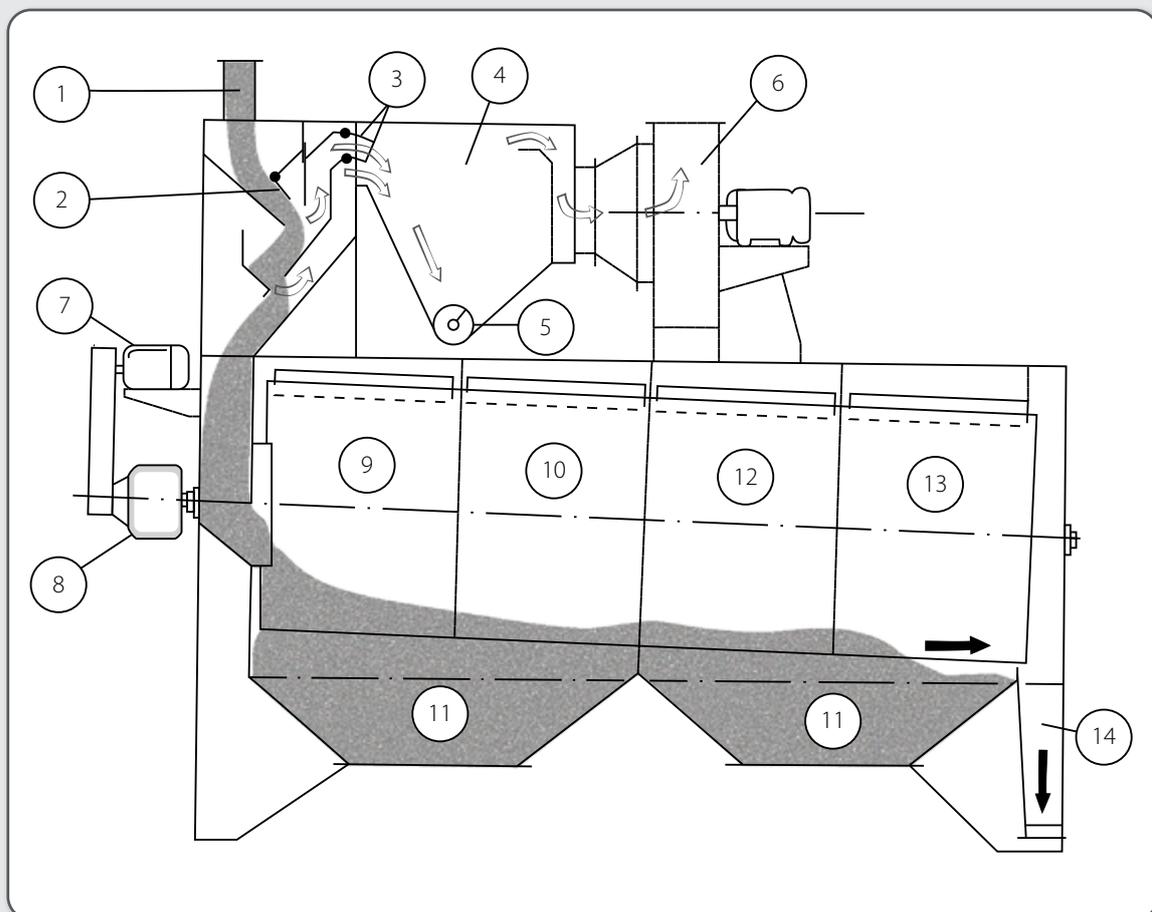
### 2.1 MÁQUINAS DE LIMPEZA ROTATIVAS

Essas máquinas possuem um tambor cilíndrico de peneiras de tela ou chapa perfurada, o qual executa um movimento giratório. Esse tambor fica em posição quase horizontal, com uma pequena inclinação.

O produto entra no tambor e, com o giro deste, as impurezas são separadas pela tela ou chapa perfurada.

A Figura 2 mostra um corte esquemático de uma máquina desse tipo.

**Figura 2** – Esquema de funcionamento de uma máquina de limpeza rotativa.



- |  |   |
|--|---|
| 1. Entrada de produto                      | 8. Redutor de velocidade do acionamento |
| 2. Regulagem do fluxo de grãos             | 9. Peneira separação de finos           |
| 3. Regulagem do fluxo de ar                | 10. Peneira separação de finos          |
| 4. Câmara de aspiração                     | 11. Funis de saída de impurezas         |
| 5. Saída de palha e impurezas leves        | 12. Peneira separação impurezas grossas |
| 6. Ventilador                              | 13. Peneira separação impurezas grossas |
| 7. Motor de acionamento do tambor rotativo | 14. Saída de produto limpo              |

Fonte: Adaptado de Kepler Weber, 2013.

Atualmente, no Brasil não são utilizadas máquinas desse tipo, mas é possível que venham a ser novamente utilizadas, pois possuem construção simples e podem ser uma alternativa para separar algum tipo específico de impurezas, como vagens.

## 2.2 MÁQUINAS DE LIMPEZA VIBRATÓRIAS

São máquinas que possuem peneiras planas inclinadas acopladas a um dispositivo vibrador que faz o movimento das peneiras. Com a vibração, o produto flui por cima das peneiras e, assim, se obtém a separação das impurezas.

A Figura 3 mostra um exemplo desse tipo de máquina.

Normalmente, as máquinas desse tipo são pequenas e de baixa capacidade. São muito utilizadas em maltarias e cervejarias para realizar a separação do malte, não sendo normalmente utilizadas como máquinas de limpeza propriamente ditas para grãos comerciais.

**Figura 3** – Máquina de limpeza com peneiras vibratórias.



**Fonte:** Kepler Weber, 2013.

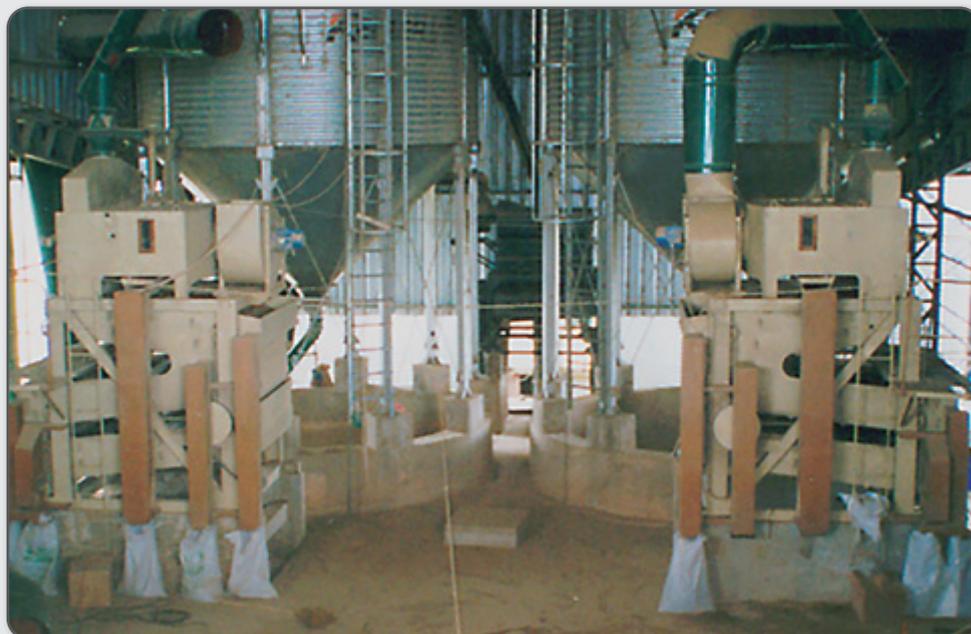
## 2.3 MÁQUINAS DE LIMPEZA COM MOVIMENTO LINEAR

São máquinas com peneiras planas inclinadas com movimento de vai e vem linear. Esse princípio de funcionamento é muito utilizado no Brasil, principalmente para máquinas de médio porte, de até 60 t/h, sendo que alguns fabricantes utilizam essa forma de movimento para máquinas de até 120 t/h.

Para capacidades acima desse valor, essas máquinas não se mostram adequadas, devido ao fato de que as massas e forças envolvidas para acelerar e desacelerar as peneiras ficam muito elevadas e acabam criando reações indesejadas, e essas reações causam vibrações e desequilíbrios que originam sérios problemas estruturais.

Na Figura 4, vemos um exemplo de máquina desse tipo, com capacidade para 60 t/h de pré-limpeza.

**Figura 4** – Máquina de limpeza, peneiras com movimento linear.



**Fonte:** Kepler Weber, 2013.

A grande maioria das máquinas de limpeza existentes e em funcionamento hoje no Brasil são desse tipo. Porém, como sua capacidade de produção (t/h) é limitada, a tendência é que em futuro próximo elas acabem ficando obsoletas ou se restringindo só às de pequena capacidade.

## 2.4 MÁQUINAS DE LIMPEZA COM PENEIRAS OSCILATÓRIAS

Essas máquinas possuem peneiras planas inclinadas com movimento oscilatório (circular) em um “plano”. Essa forma construtiva demonstrou ser a mais adequada para as máquinas de alta capacidade, podendo chegar até a 300 t/h na pré-limpeza.

O que caracteriza essas máquinas é que as caixas de peneiras ficam suspensas por cabos de aço fixados nos quatro cantos e, embaixo destas, existe um motor elétrico com um sistema de contrapeso excêntrico acoplado.

**Figura 5** – Máquina de limpeza com peneiras oscilantes.



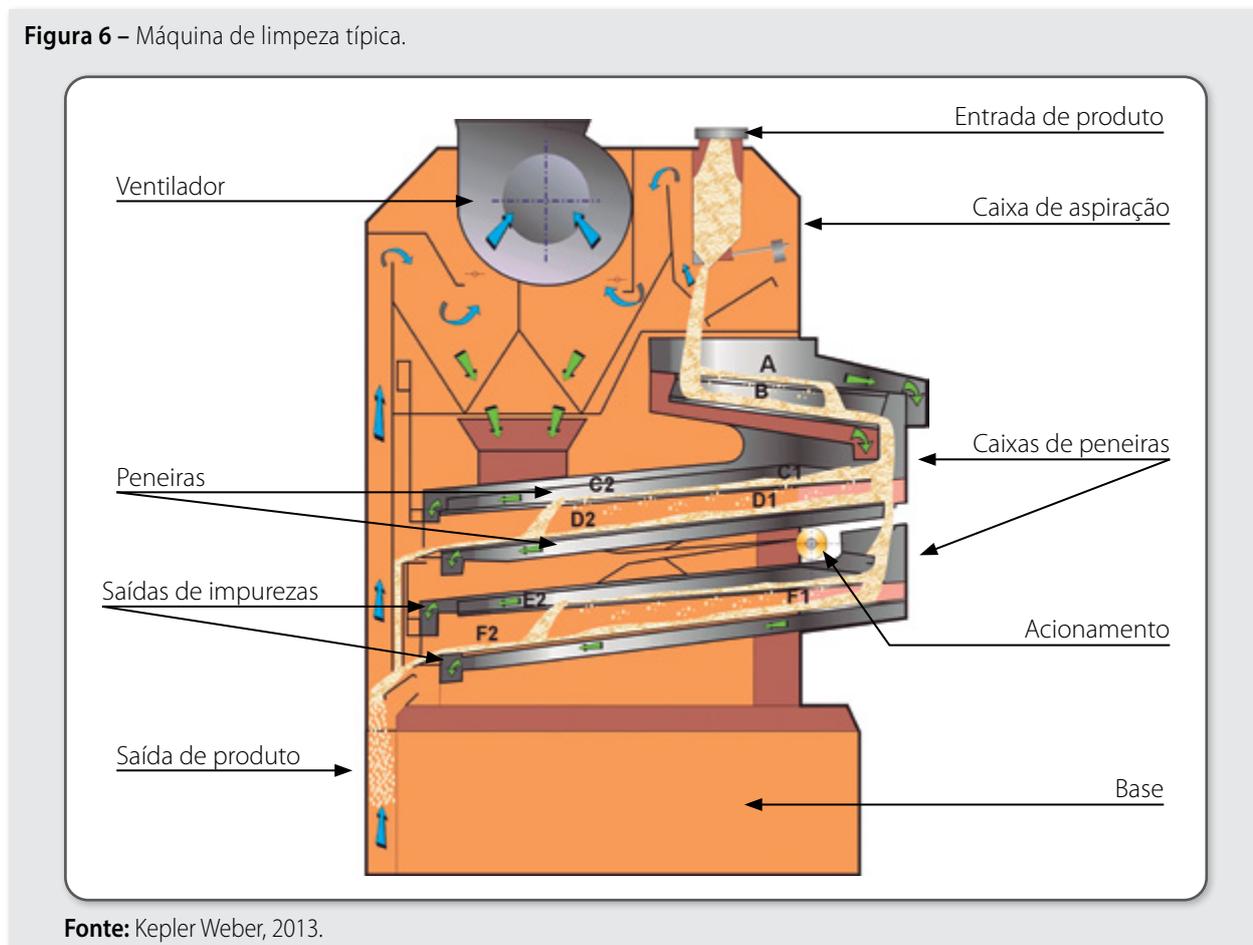
**Fonte:** Kepler Weber, 2013.

As peneiras possuem uma inclinação em relação à horizontal, que tem por objetivo auxiliar os grãos a escoarem sobre as peneiras.

Com a rotação do motor e o movimento do excêntrico, as caixas de peneiras executam um movimento circular no plano horizontal, e esse movimento oscilatório faz com que os grãos se espalhem sobre a área de peneiramento e, assim, ocorra a separação das impurezas.

## 2.5 PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA MÁQUINA DE LIMPEZA

A Figura 6 apresenta um corte esquemático de uma máquina de limpeza típica, com seus componentes principais.



A seguir, descreve-se sucintamente cada um desses componentes.

- Entrada de produto: é por onde os grãos entram e abastecem a máquina, localizando-se no topo dela. Na entrada, é realizada a distribuição da massa de grãos em toda largura da máquina.
- Caixa de aspiração: é onde ocorre a passagem de ar que remove as partículas leves e, nela, existe uma câmara de decantação que separa a maior parte dessas partículas da corrente do ar.

- Ventilador: componente que cria a corrente de ar que retira as partículas leves. Pode se localizar dentro da própria caixa de aspiração, como no exemplo acima, ou fora dela.
- Caixas de peneiras: são estruturas móveis que contêm as peneiras propriamente ditas. Sua função é suportar as peneiras e calhas de saída de impurezas e receber o movimento oriundo do acionamento.
- Quadros de peneiras: são os suportes das peneiras e podem ser de fabricação metálica ou de madeira.
- Peneiras: são fabricadas em chapas e possuem furações de acordo com o tipo de impureza a ser separada.
- Acionamento: composto pelo motor elétrico e demais componentes, os quais imprimem movimento às caixas de peneiras.
- Saídas de impurezas: também podem ser chamadas de "bancas de ensaque", direcionam as impurezas para serem coletadas.
- Saída de produto: canal localizado após todas as peneiras e direciona o produto para a canalização e transportadores.
- Base: pode ser de alvenaria ou metálica e serve para apoiar a máquina e descarregar as cargas da mesma no piso.

Cabe salientar que o esquema de funcionamento mostrado serve tanto para as máquinas com movimentos de peneiras vai e vem como para máquinas com peneiras oscilatórias.

## **2.6 MÁQUINAS DE LIMPEZA ANTIGAS**

A forma construtiva e os conceitos de limpeza não mudaram significativamente ao longo dos anos.

Basicamente, o que ocorreu foi o aumento no tamanho e capacidade das máquinas e a adoção do movimento oscilatório das peneiras para as máquinas de maior porte.

Uma mudança significativa que ocorreu há mais de 30 anos é com relação ao material de construção das máquinas, pois até a década de 1960 as máquinas de limpeza tinham o corpo e caixas de peneira fabricados com madeira e, a partir dos anos 1970, elas foram alteradas e começaram a ser produzidas em aço.

Um exemplo de máquina antiga é mostrado na Figura 7. Observa-se a máquina já confeccionada em aço, porém esse é um modelo originalmente feito em madeira de uma máquina de baixa capacidade, para 20 t/h na pré-limpeza.

**Figura 7** – Máquina de limpeza modelo PPSA fabricada pela Kepler Weber.



**Fonte:** Kepler Weber, 2013.

A madeira é um material que possui algumas características que se mostram adequadas à utilização em máquinas de limpeza, pois ela absorve bem as vibrações e sofre menos fadiga que o aço.

## 2.7 MÁQUINAS DE LIMPEZA ATUAIS

Nos dias atuais, praticamente todos os fabricantes estão produzindo as máquinas de limpeza metálicas, abandonando as de madeira, isso porque a madeira exige maior mão de obra em sua produção, por ser um trabalho totalmente artesanal.

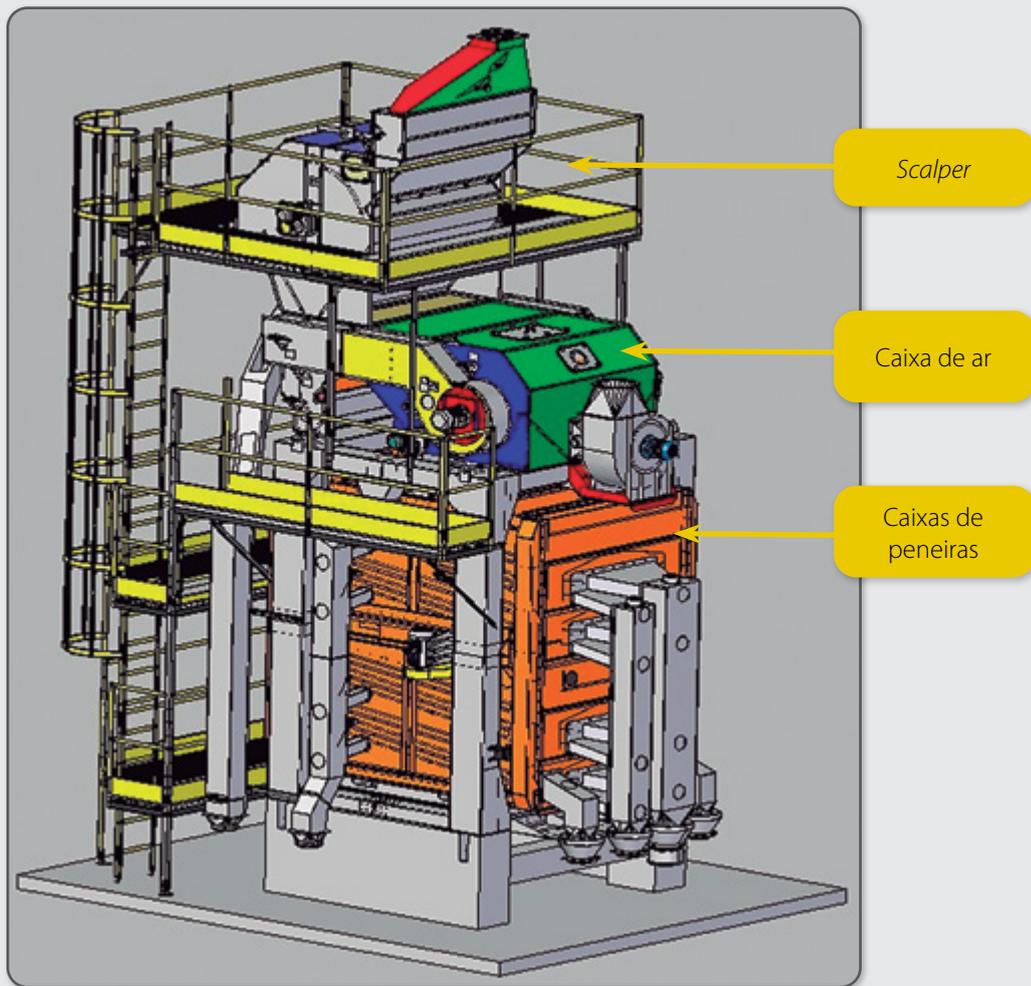
As poucas máquinas não metálicas, em vez da madeira, estão utilizando MDF (*high density fiberboard*) em sua fabricação.

Para máquinas com capacidades acima de 120 t/h, todos os fabricantes conhecidos utilizam o princípio das peneiras oscilatórias e fabricação metálica.

Entre os modelos atuais, tem-se uma diversidade muito grande de modelos e capacidades, porém é impossível referenciar todos, sendo que as maiores máquinas que se conhecem são para uma capacidade de 300 t/h de pré-limpeza.

Na Figura 8, tem-se um exemplo de uma máquina de limpeza de grande porte com movimento oscilatório das peneiras.

**Figura 8** – Máquina de limpeza para 240 t/h, modelo SCS 240 da empresa Kepler Weber.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Essas máquinas possuem a singularidade de serem modulares e, ainda, podem contar com acessórios extras, como, por exemplo, um *scalper* colocado na entrada do produto, como mostrado na Figura 8.

O *scalper* é dispositivo que utiliza um tambor de peneira rotativa e tem por objetivo retirar elementos muito maiores que os grãos e assim auxiliar o desempenho da máquina.

Ele é particularmente útil em situações em que se sabe que o produto é recebido com esse tipo de impureza de grandes dimensões, o que normalmente prejudica o desempenho das máquinas normais.

## 2.8 OPERAÇÃO DE MÁQUINAS DE LIMPEZA

A seguir, abordam-se a operação e o uso das máquinas de limpeza de grãos. Os pontos básicos apresentados servem tanto para as máquinas com movimento linear como para as que possuem movimento oscilatório das peneiras.

## Verificações iniciais

Antes de iniciar a operação de qualquer tipo de máquina de limpeza, deve-se realizar uma checagem geral.



### VERIFIQUE

- estado geral do equipamento;
- existência de corpos estranhos ou produto acumulado nos pontos de carga e descarga;
- giro dos motores para o lado correto;
- sistemas de bielas ou contrapeso corretos;
- quando ligadas em vazio existe algum ruído estranho;
- nivelamento correto dos cabos de sustentação das peneiras;
- passagens de ar livres, sem obstruções;
- se o ciclone / filtro não está entupido.

## Quadro de comando

As de máquinas de limpeza são fornecidas com um quadro de comando próprio para acionamento dos motores do ventilador e da movimentação das peneiras.

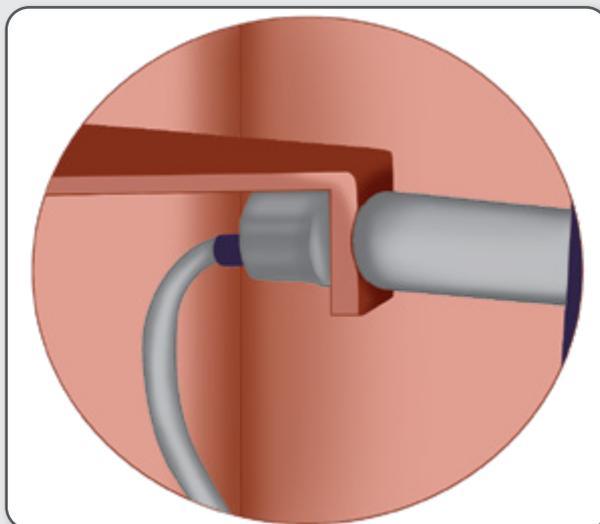
Entre as funções desse quadro, podem-se destacar:

- proteção e comando dos motores elétricos;
- partida automática e sequencial dos motores;
- alarmes de partida e parada dos motores;
- saída para comando a distância;
- bloqueio em cascata para os equipamentos de carga e de descarga;
- bloqueio instantâneo por meio de freio elétrico e de sensores;
- necessita somente de alimentação elétrica.

O quadro de comando deve ficar em local acessível e, de preferência, onde se possa enxergar a máquina.

O freio é utilizado nas máquinas oscilatórias e ele é acionado por um sensor indutivo, mostrado na Figura 9.

**Figura 9** – Sensor do freio de uma máquina de limpeza.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Se ocorrer um movimento indesejado das caixas de peneiras, elas se aproximarão do sensor, e este, ao identificar a situação anormal, bloqueará o motor de acionamento do contrapeso que movimentava as peneiras.

Essa função de freio possui um temporizador que não permite ligar a máquina antes de um período de tempo, normalmente cinco minutos. Isso se dá em função da segurança, pois impede que se religue a máquina em seguida e o problema se agrave.

Se ocorrer o desligamento por meio do sistema sensor/freio, a causa do ocorrido deve ser investigada **de imediato**, pois alguma coisa grave pode ter acontecido.

O mais frequente, nesses casos, é a ocorrência de um desnivelamento das caixas de peneiras, o que causa o seu movimento anormal.

Recomenda-se que, mesmo no caso das máquinas adquiridas sem o quadro de comando, seja realizada a instalação de um *kit* freio, pois ele é fundamental para a **segurança** da operação.

### **Impurezas na massa de grãos**

Como já visto no primeiro volume deste trabalho e também no volume sobre secadores, os grãos normalmente possuem elementos estranhos e indesejados, denominados de impurezas. Essas impurezas possuem forma, tamanho, densidade e muitas outras propriedades diferentes entre si.

Sabe-se que elas podem ser de origem orgânica ou inorgânica, e possuir tamanho desde microscópico, na forma de pó, até grandes dimensões, como partes de plantas e elementos originados do processo de colheita, inclusive partes e elementos de máquinas que entraram em contato com os grãos.

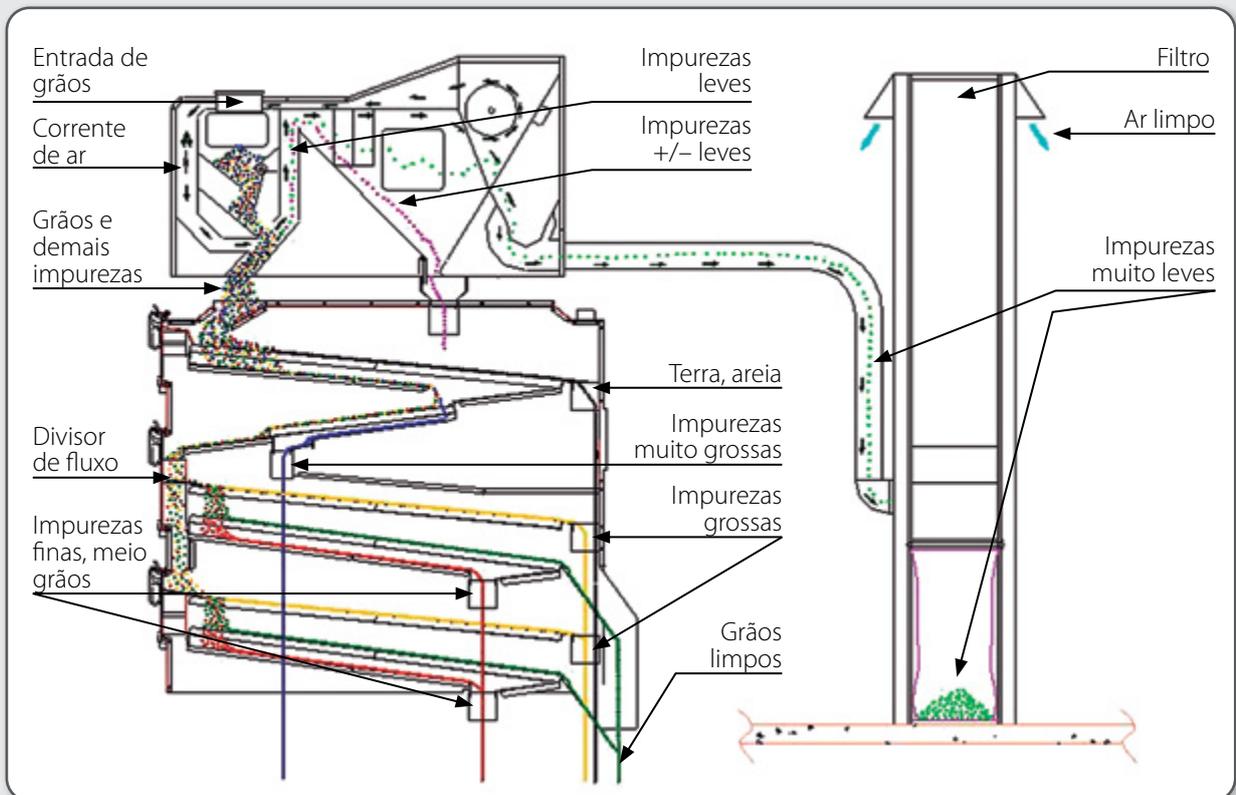
Também podem possuir peso específico baixo, mais leve que os grãos, ou elevado, como no caso da areia e outros inorgânicos, ou seja, essa diversidade das impurezas torna o serviço de retirá-las da massa de grãos uma tarefa até certo ponto complexa.

Por isso, as máquinas modernas utilizam os princípios de limpeza já citados de separação por densidade e separação por tamanho e forma trabalhando juntos.

No que tange à separação por tamanho e forma, as máquinas mais eficientes realizam uma separação em quatro ou mais tamanhos de impurezas.

Na Figura 10, destacam-se quais tipos de impurezas e seus pontos de separação dos grãos em uma máquina típica.

**Figura 10** – Separação de impurezas em uma máquina de limpeza.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Pode-se ver na Figura 10 as diversas separações de impurezas realizadas por uma máquina de limpeza.

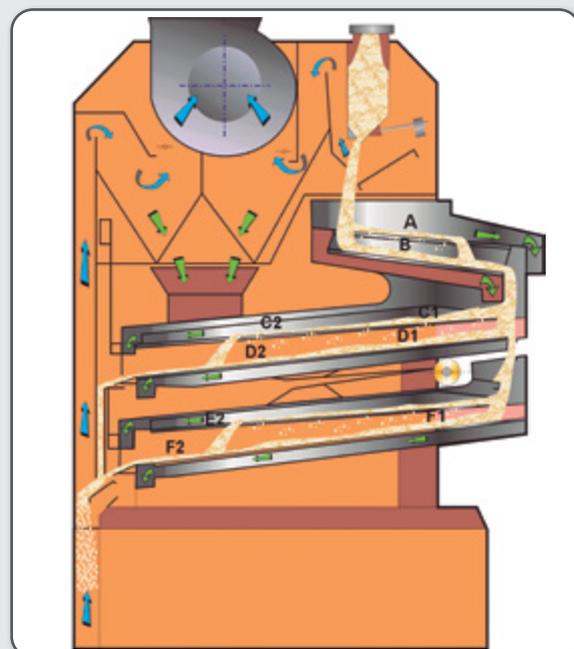
### Peneiras

Como cada nível de peneiras é destinado a separar uma impureza com uma faixa de tamanho específico, deve-se possuir furações apropriadas em cada nível.

Na Figura 11, apresenta-se um esquema de distribuição de peneiras em uma máquina de limpeza típica, identificando sua localização em níveis "A", "B", "C", "D", "E" e "F".

A partir dessa distribuição, na Tabela 1 são indicadas as furações recomendadas em função do tipo de grãos mais comuns comercialmente.

**Figura 11** – Esquema de distribuição da furação das peneiras em uma máquina de limpeza.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

A dimensão dos furos é dada em milímetros e se refere ao seu diâmetro. Furações tipo "4 × 12" representam furos oblongos, sendo que a maior dimensão fica no sentido do deslocamento dos grãos.

**Tabela 1** – Furações de peneiras recomendadas conforme o tipo de grão. Medidas em milímetros.

FURAÇÃO/ PRODUTO	SOJA	MILHO	TRIGO	ARROZ
A1	Ø 18	Ø 18	Ø 11	Ø 15
A2	Ø 15	Ø 18	Ø 11	Ø 15
B1 e B2	Ø 2,5	Ø 3,5	Ø 2,5	Ø 2,5
C1 e C2	Ø 9	Ø 12	4 × 10*	4 × 12*
D1 e D2	Ø 3,5	Ø 5	1,5 × 22*	1,5 × 22*
E1 e D2	Ø 9	Ø 12	4 × 10*	4 × 12*
F1 e F2	Ø 3,5	Ø 5	1,5 × 22*	1,5 × 22*

\*Furos oblongos.

**Fonte:** Kepler Weber, 2013

A seguir, mostra-se como se deve proceder para selecionar as furações de peneira para outros produtos, ou para quando a máquina não apresentar um bom desempenho com as peneiras padrão recomendadas acima.

### **Kit teste de peneiras**

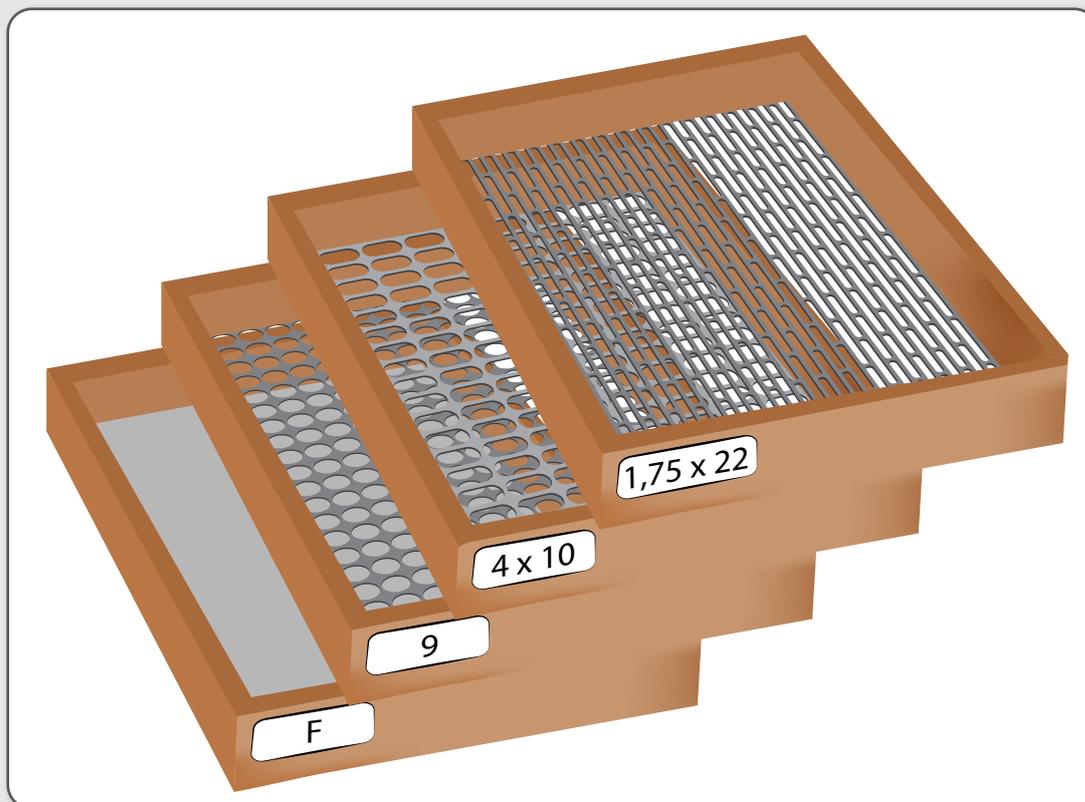
Devido à grande diversidade de tipos e espécies de grãos, é praticamente impossível tabular todas as furações de peneira adequadas.

Também é preciso salientar que fatores ambientais, desde o plantio até a colheita dos grãos, podem causar alterações nas suas dimensões em relação a um determinado padrão. Entre essas variáveis, podem-se citar: índice pluviométrico, intensidade de radiação solar, fatores do solo como falta de nutrientes, entre outros. E ainda fatores relacionados com os próprios grãos, como variedade da semente, precocidade, entre outros, e das plantas invasoras presentes na lavoura, podem alterar a seleção de peneiras.

Para determinar então quais as furações mais adequadas para cada grão e impurezas em particular existem os *kits* de teste de peneiras.

Na Figura 12, apresenta-se um *kit* típico desses.

**Figura 12** – *Kit* de peneiras para classificação de grãos.



**Fonte:** Sincronia design, 2016.

O *kit* é composto por diversas caixas de madeira sem o fundo. Em uma delas é colocado um fundo "cego" de chapa metálica, e esta é utilizada em conjunto com as demais. As outras possuem um fundo de chapa metálica perfurada. Cada perfuração é identificada na própria caixa, conforme mostrado na Figura 12.

Para saber a peneira adequada, escolhe-se aquela com furação aproximada em relação à sua posição na máquina de limpeza e, embaixo, coloca-se a caixa com fundo cego.

O procedimento, então, é simples. Basta colocar uma amostra dos grãos com impurezas sobre a chapa perfurada e realizar alguns movimentos manuais de vai e vem, simulando o funcionamento das peneiras.

Conforme o desempenho da separação, pode-se avaliar se a furação está adequada. Se não estiver satisfatório, deve-se repetir a operação com outras furações até ser possível escolher as que melhor se adequam ao grão em questão.

### **Troca de peneiras**

As peneiras são confeccionadas em chapas de aço perfuradas e são afixadas em peças denominadas "quadros de peneiras", que lhes conferem rigidez estrutural, já que as peneiras em si são bastante flexíveis.

Em muitas máquinas de limpeza, essa fixação das peneiras nos quadros é realizada na forma de encaixes, não sendo parafusadas, e isso foi concebido para permitir que se faça a troca das peneiras de forma rápida e prática. No entanto, existem outros modelos em que as peneiras são rebitadas nos quadros, e isso dificulta sua substituição.

Cada fabricante possui um sistema de fixação das peneiras nos quadros, porém o princípio segue um dos métodos expostos acima.

A troca das peneiras deve ser realizada sempre que o desempenho da limpeza não estiver satisfatório conforme desejado, ou quando as peneiras apresentarem desgaste, empenamento, corrosão, ou qualquer outra anomalia.

Ao realizar a troca das peneiras cuidar para não apoiar nada sobre elas, pois como são feitas de chapa de aço bastante delgadas, elas não possuem resistência para suportar nenhum tipo de carga.

Na Figura 13, pode-se ver o detalhe de uma peneira que sofreu deformações, provavelmente durante o procedimento de troca ou por batidas com rodos por exemplo.

**Figura 13** – Deformação da peneira em uma máquina de limpeza.



Peneira deformada

Fonte: Autor, 2013.

Ao realizar a troca das peneiras, observar bem os encaixes dela com as peças de acabamento e vedação e ao recolocar os quadros nas caixas de peneiras observar para que não fiquem frestas ou empenamentos por onde possa ocorrer vazamento de grãos.

Salienta-se que, para saber os detalhes e procedimentos de troca de peneiras em cada modelo de máquina de limpeza, deverá ser consultado o manual do proprietário específico.

## 2.8.1 Regulagens iniciais, fluxos de grãos e ar

Para iniciar a operação da máquina e fazer com que ela opere de forma adequada, deve-se proceder as regulagens necessárias de acordo com o tipo de produto em processo, seu conteúdo inicial de impurezas, conteúdo desejado final de impurezas e modelo de máquina.



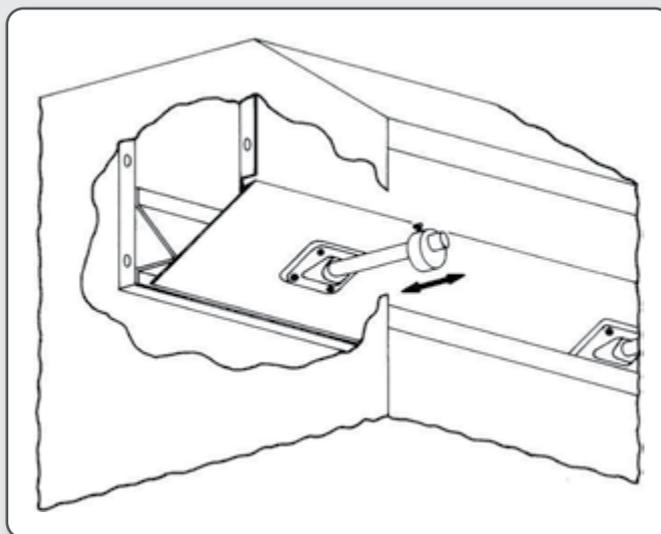
### REGULE

- distribuição do produto na alimentação por meio das "réguas" e/ou registros de distribuição dos grãos;
- fluxo e velocidade do ar na caixa de aspiração, por vários registros existentes na caixa ou pela variação da rotação do ventilador;
- velocidade e vazão de ar na tubulação que vai para o ciclone/filtro, por meio dos registros de ar existentes na tubulação ou no próprio ciclone ou filtro;
- tamanhos e tipos de perfuração das peneiras, o que é conseguido somente por troca das peneiras.

## Distribuição do produto

Na Figura 14, apresenta-se um detalhe da peça típica que as máquinas normalmente utilizam para promover uma distribuição uniforme dos grãos em toda largura da máquina.

**Figura 14** – "Régua" de distribuição de grãos em uma máquina de limpeza típica.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Cabe salientar a grande importância que tem a perfeita distribuição dos grãos em toda largura da máquina.

Em primeiro lugar, para promover a retirada das partículas leves presentes na massa de grãos, precisa-se de uma velocidade de arraste constante e uniforme.

Se a distribuição dos grãos nesse ponto não for homogênea, teremos regiões com menos grãos e maior velocidade de ar e outras regiões com acúmulo de grãos e baixa velocidade, o que certamente prejudicará muito a limpeza.

Também deve-se considerar que, em pontos com maior acúmulo de grãos, onde essa "cortina" estiver mais espessa, muitas impurezas nem entrarão em contato com o ar de arraste, descendo assim com os grãos sem serem removidas.

Em segundo lugar, para um bom processo de peneiramento, que ocorre na sequência, é necessário que os grãos estejam espalhados da forma mais homogênea possível sobre as peneiras para que se utilize todo o potencial de área perfurada existente, e também para que não ocorra de impurezas seguirem junto com os grãos sem entrar em contato com as peneiras.

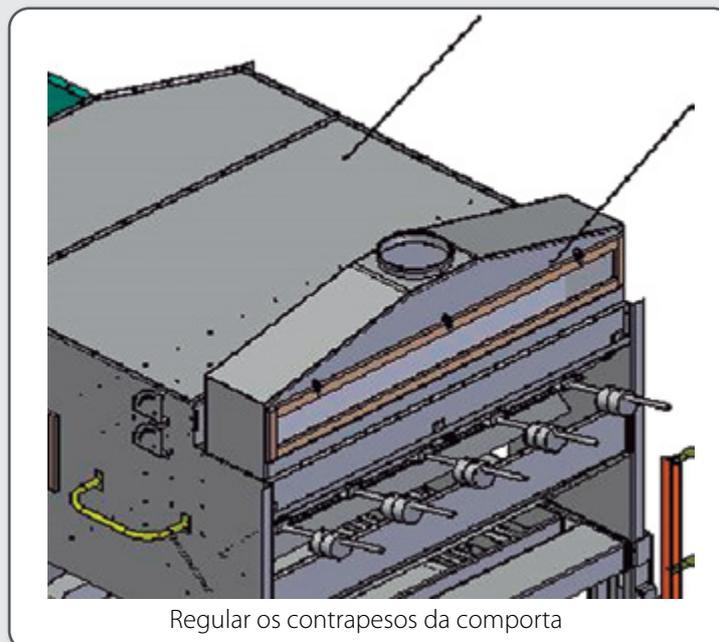
Em resumo, a regulagem da distribuição dos grãos já na entrada é fator determinante para a eficiência de todo o processo de limpeza.

No exemplo da Figura 14, mostrou-se a regulagem da "régua", que é realizada movendo os contrapesos sobre a sua haste suporte de forma que quanto mais afastados do ponto de apoio maior será a pressão da régua naquele ponto e vice-versa.

Pode ocorrer de ser preciso retirar contrapesos de algum ponto e/ou colocar mais de um em outro ponto.

Na Figura 15, apresenta-se outro detalhe desses contrapesos e sua localização na máquina.

**Figura 15** – Detalhe dos contrapesos da "régua" de distribuição de grãos em uma máquina de limpeza.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Na Figura 16, tem-se um exemplo da "cortina" de grãos que se forma logo após a passagem pelo distribuidor.

**Figura 16** – Distribuição dos grãos na máquina de limpeza.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Na Figura 16, observa-se que a "cortina" está quase perfeita. Existe uma pequena desigualdade no lado direito, destacado em vermelho, onde os grãos deveriam estar alinhados com os demais, e a cortina mais homogênea, mas esse comportamento pode ser considerado aceitável.

### **Velocidade do ar na caixa de aspiração**

A velocidade do ar é muito importante, pois é ela que determina quais partículas serão arrastadas pela corrente de ar. Se a velocidade for muito baixa não se consegue remover as impurezas; se, por outro lado, essa velocidade for excessiva, além das impurezas leves, também serão arrastados grãos, o que não deve ocorrer.

Na Figura 17, pode-se ver um operador realizando a regulagem do registro em uma máquina típica.

Esses registros podem estar posicionados em diversos locais, dependendo do modelo da máquina. É importante, então, que o operador verifique no manual do proprietário da máquina onde estão localizados esses registros, que normalmente são mais de um, e como realizar a regulagem.

**Figura 17** – Registro de ar sendo regulado.



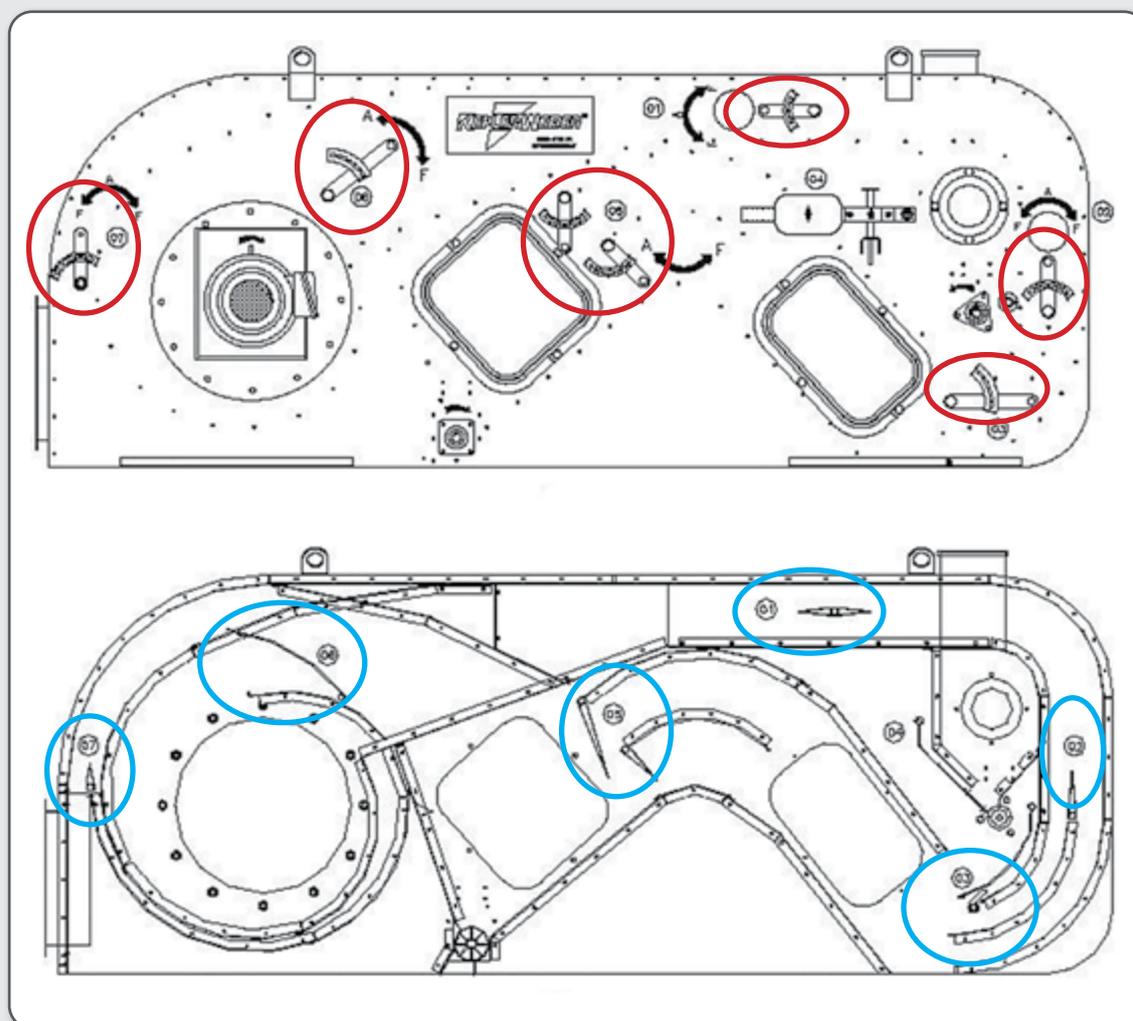
Fonte: Kepler Weber, 2013.

O que se pode sugerir é que se inicie com uma regulagem que proporcione uma maior velocidade do ar, ou seja, com os registros totalmente abertos. A partir disso, deve-se ir fechando os registros e verificando o comportamento dos grãos, impurezas e pó. O ponto ideal sugerido é que se fixe(m) o(s) registro(s) logo após a corrente de ar parar de arrastar grãos.

Salienta-se que, se existir mais de um registro, a regulagem deve ser feita em uma sequência, um pouco por vez em cada registro. Nunca fechar totalmente ou quase totalmente um registro sem atuar nos outros antes. Assim, como comentado em secadores, a alteração na regulagem de um determinado registro afeta o comportamento em todos os pontos da máquina.

Na Figura 18, tem-se outro modelo de máquina de limpeza e os registros de regulagem da velocidade do ar.

**Figura 18** – Registros de ar em máquina de limpeza de grande porte.



**Fonte:** Kepler Weber, 2013.

Observa-se, destacado em vermelho na Figura 18, a localização e os acionamentos dos diversos registros de regulagem de ar em uma máquina de limpeza de grande capacidade com recirculação do ar de limpeza.

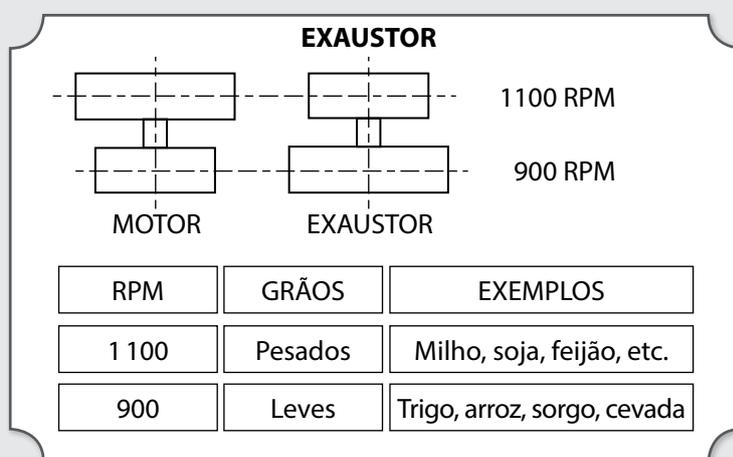
No corte transversal apresentado na parte inferior da Figura 18, apresenta-se o interior da câmara de ar, identificando em azul os registros propriamente ditos.

Podem ocorrer casos em que a regulagem dos registros existentes não consiga eliminar o arraste de grãos pela corrente de ar, especialmente se os grãos possuírem um baixo peso específico, como no caso do arroz. As máquinas de limpeza possuem recursos para evitar que isso ocorra, esses recursos se baseiam em dois princípios.

Um deles é a redução da rotação do ventilador. Esse recurso é utilizado nas máquinas em que a transmissão de velocidade entre motor e ventilador é realizado por meio de polias e correias.

Nas Figuras 19 e 20, apresenta-se um exemplo desse tipo de acionamento e as possibilidades de variação existente.

**Figura 19** – Velocidades de ventilador de máquina de limpeza de acordo com o tipo de produto.



Placa de rotação do ventilador

Fonte: Kepler Weber, 2013.

**Figura 20** – Vista das polias e correias do ventilador sendo ajustadas.

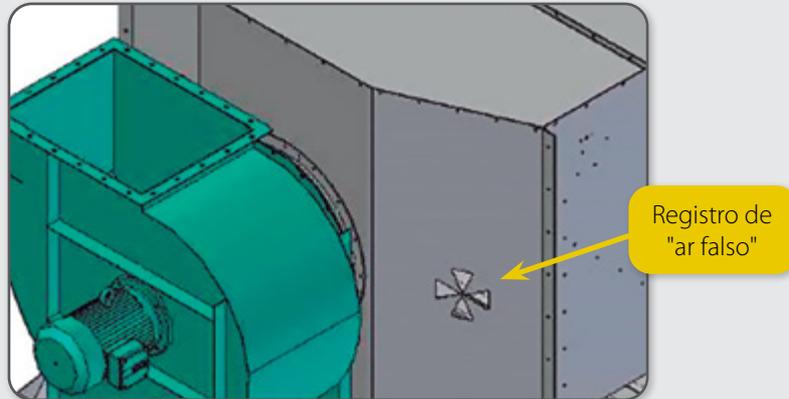


Fonte: Kepler Weber, 2013.

O outro meio de alterar a velocidade do ar na câmara, de forma independente dos registros de regulagem, pode ser realizado pela abertura de entradas de "ar falso" direto para o ventilador.

A Figura 21 mostra um exemplo de máquina de limpeza que utiliza esse recurso.

**Figura 21** – Detalhe de registro para entrada de ar falso na câmara de aspiração de uma máquina de limpeza.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

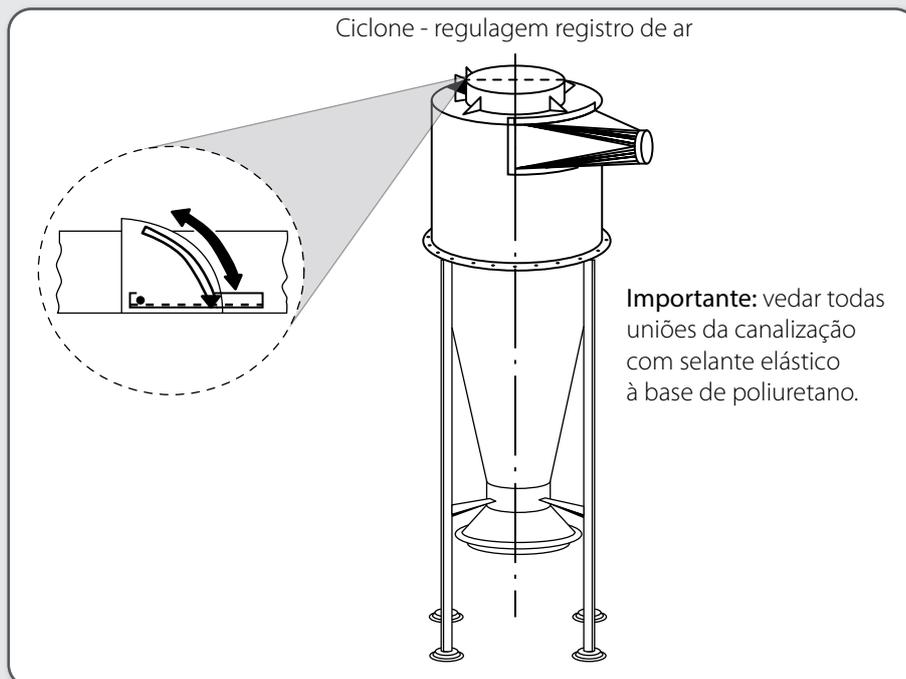
### Velocidade do ar na tubulação e no filtro/ciclone

A corrente de ar que sai da máquina de limpeza é conduzida por uma tubulação até um equipamento separador que pode ser um ciclone ou filtro de mangas.

Normalmente, nessa tubulação e também no equipamento de separação existem registros para auxiliar a regulagem da velocidade e vazão do ar.

Na Figura 22, pode-se ver um ciclone em que é mostrado o registro na sua saída de ar.

**Figura 22** – Ciclone de separação ar e impurezas.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Um registro semelhante ao mostrado no detalhe da Figura 22 normalmente é colocado na tubulação entre a máquina e o ciclone.

Na operação, é importante cuidar para que a velocidade do ar na tubulação não seja muito baixa, a fim de que não ocorra cúmulo de impurezas ao longo dela.

Também a velocidade de ar no interior do ciclone é muito importante para que ele consiga realizar a separação do ar e pó de forma eficiente. Observando a saída de ar do ciclone e a presença de pó nele, devemos aumentar ou diminuir a velocidade do ar até se chegar à melhor situação.

É importante salientar que os ciclones utilizados em máquinas de limpeza de grãos não possuem uma eficiência muito elevada, e o mesmo se aplica se o equipamento de separação for um filtro de mangas.

Na Figura 23, pode-se ver um exemplo de filtro bastante simples igual aos normalmente utilizados para máquinas de limpeza.

**Figura 23** – Filtro de mangas com limpeza manual para máquinas de limpeza de grãos.

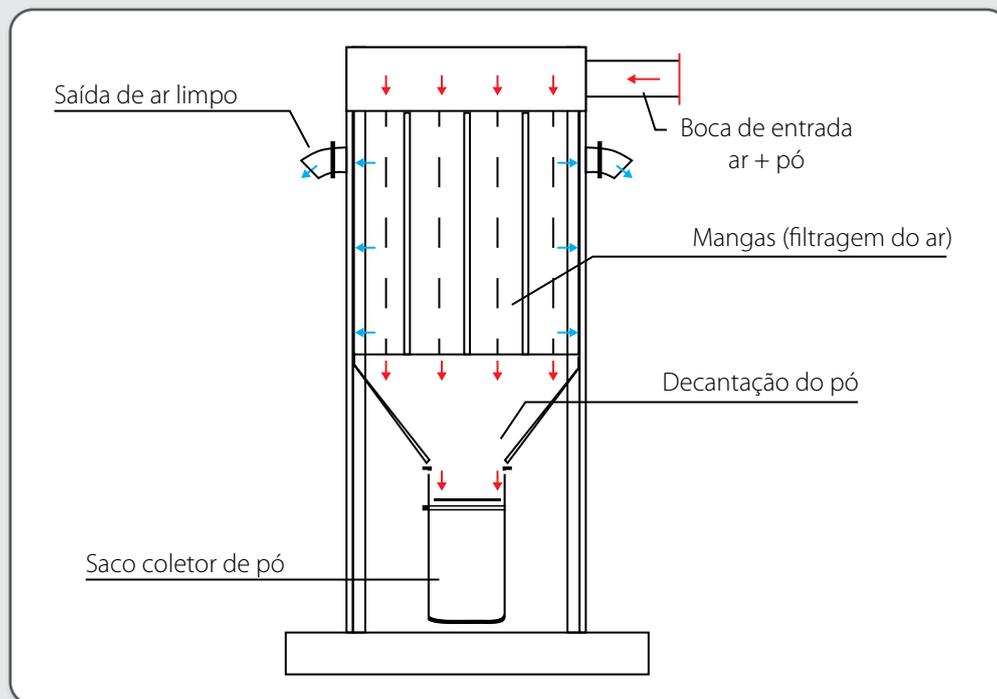


**Fonte:** Kepler Weber, 2013.

No filtro de mangas representado pela Figura 24, o ar contaminado entra na parte superior e é forçado a passar pelo tecido filtrante, denominado de mangas. O ar então atravessa o tecido e sai limpo, sendo conduzido ao exterior por aberturas nas laterais da caixa do filtro.

O pó e as partículas retidos pelas mangas decantam em um funil coletor e são direcionados ao ensaque e futura remoção para destinação final.

**Figura 24** – Componentes principais de um filtro de manga e esquema básico de funcionamento.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Para que o filtro continue funcionando, é necessário fazer a limpeza das mangas de tempo em tempo. Neste caso específico, a limpeza é realizada manualmente, sendo que para isso se movimentam as mangas dentro do filtro utilizando dispositivos próprios para essa operação.

Em filtros mais complexos, essa limpeza é automática e se utilizam jatos pulsantes de ar comprimido. A velocidade do ar que entra no filtro é importante para sua eficiência, porém esse aspecto não é tão determinante como nos ciclones.

## 2.8.2 Saída e recolhimento de impurezas

Como as máquinas de limpeza servem para separar as impurezas contidas nos grãos, é preciso prever a destinação dessas impurezas.

Como, na sua origem, as máquinas de limpeza possuíam baixa capacidade de produção, como 10 ou 15 t/h ou até menos, os volumes separados de impurezas não eram muito significativos. Então, a forma que se adotou e que continua sendo utilizada nas máquinas até médio porte é o ensaque das impurezas e remoção manual.

A Figura 25 mostra as "bancas de ensaque" de uma máquina de limpeza de médio porte.

**Figura 25** – Detalhe de ensaque de impurezas.

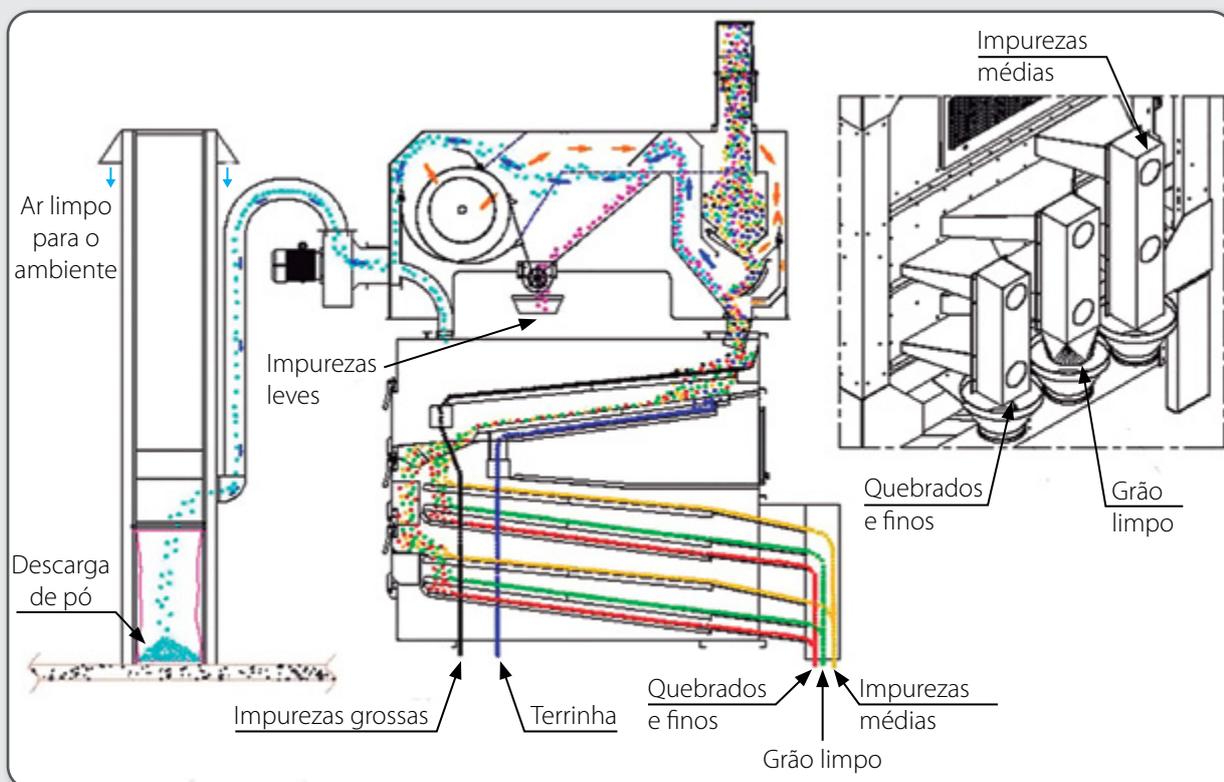


Ensaque de impurezas

Fonte: Kepler Weber, 2013.

Na Figura 26, tem-se o esquema de distribuição das impurezas nas diversas bancas de ensaque.

**Figura 26** – Esquema de saída de impurezas em uma máquina de limpeza.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Com a evolução das máquinas e, principalmente, devido ao aumento de seu tamanho e conseqüente aumento de capacidade, o recolhimento manual de impurezas por intermédio de sacarias tornou-se uma operação complicada e, em alguns casos, até inviável. Então, começaram a ser desenvolvidos sistemas mecanizados de recolhimento de impurezas.

Na Figura 27, mostra-se uma máquina de grande porte na qual as impurezas são canalizadas e direcionadas para transportadores.

**Figura 27** – Máquina de limpeza com recolhimento mecanizado.



**Fonte:** Kepler Weber, 2013.

Após recolhidas pelos transportadores, as impurezas serão armazenadas em locais próprios, como silos ou caixas adequadas, que facilitem sua retirada futura, ou também podem ser direcionadas diretamente para destinação final.

É importante salientar que o destino final das impurezas é muito importante e deve ser planejada com antecedência. Impurezas como terra e pedras, não representam maiores problemas, mas mesmo assim devem ser descartados em locais que não causem transtornos.

No caso das impurezas orgânicas, o cuidado deve ser bem maior, pois com o tempo elas vão fermentar, causando mau cheiro e poderão se tornar ponto de proliferação de insetos, fungos e roedores.

Esse cuidado deve ser maior ainda quando as impurezas forem separadas antes da secagem e, nesses casos, é comum que se utilizem secadores de impurezas.

Porém, existe a tendência de que se faça a secagem do produto e impurezas em conjunto utilizando secadores de coluna ou outro modelo adequado para isso. Dessa forma, fica mais fácil o tratamento posterior das impurezas, pois elas estarão secas.

Os "meio-grãos" não devem ser simplesmente descartados, pois possuem alto valor nutritivo e podem vir a integrar em parte novamente a massa de grãos, dentro dos limites permitidos, ou serem utilizados diretamente para produção de ração.

## Recolhimento de pó

O pó que é separado em filtros ou ciclones também deve ser recolhido e direcionado para locais adequados.

A Figura 28 mostra máquinas de limpeza de médio porte com ciclones para separação do pó.

**Figura 28** – Máquinas de limpeza com ciclones.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

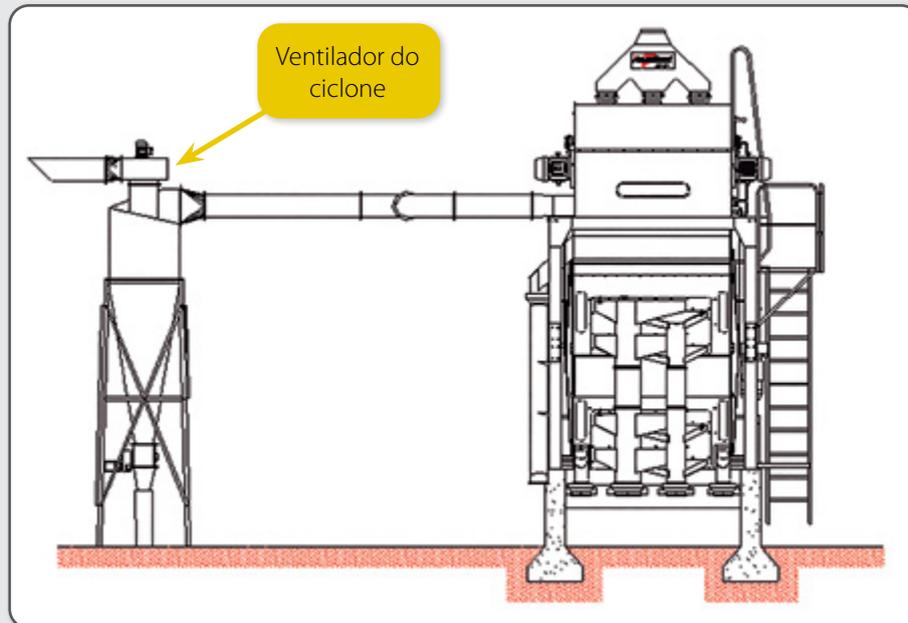
Esses ciclones possuem forma construtiva bastante simples e devem trabalhar pressurizados, ou seja, com pressão positiva. Nesses casos, os sacos de recolhimento não podem ter nenhum escape de ar, sendo que devem ficar perfeitamente vedados na boca de saída inferior do ciclone.

Eles são confeccionados em "lona leve" e não se aconselha a utilização de sacos tipo "estopa" ou ráfia.

Além desses, existem ciclones com projeto mais elaborado, que possuem um ventilador próprio acoplado e trabalham em pressão negativa.

Na Figura 29, vê-se um exemplo de máquina que utiliza esse tipo de ciclone.

**Figura 29** – Máquina de limpeza com ciclone trabalhando em pressão negativa.



**Fonte:** Kepler Weber, 2013.

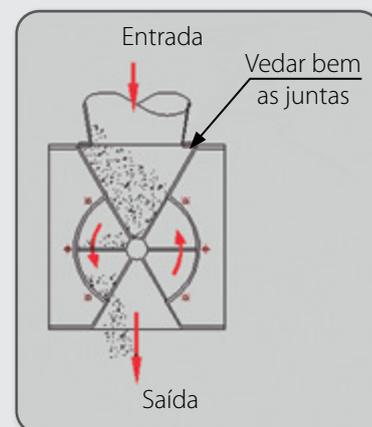
Estes ciclones trabalham com pressões maiores e possuem uma melhor eficiência do que os mostrados anteriormente. Porém, como eles trabalham com pressão negativa, precisam ter um dispositivo que isole o corpo do ciclone do saco de recolhimento de pó.

A Figura 30 mostra um detalhe do que está sendo colocado.

**Figura 30** – Detalhe de eclusa rotativa em ciclone.



**Fonte:** Kepler Weber, 2013.

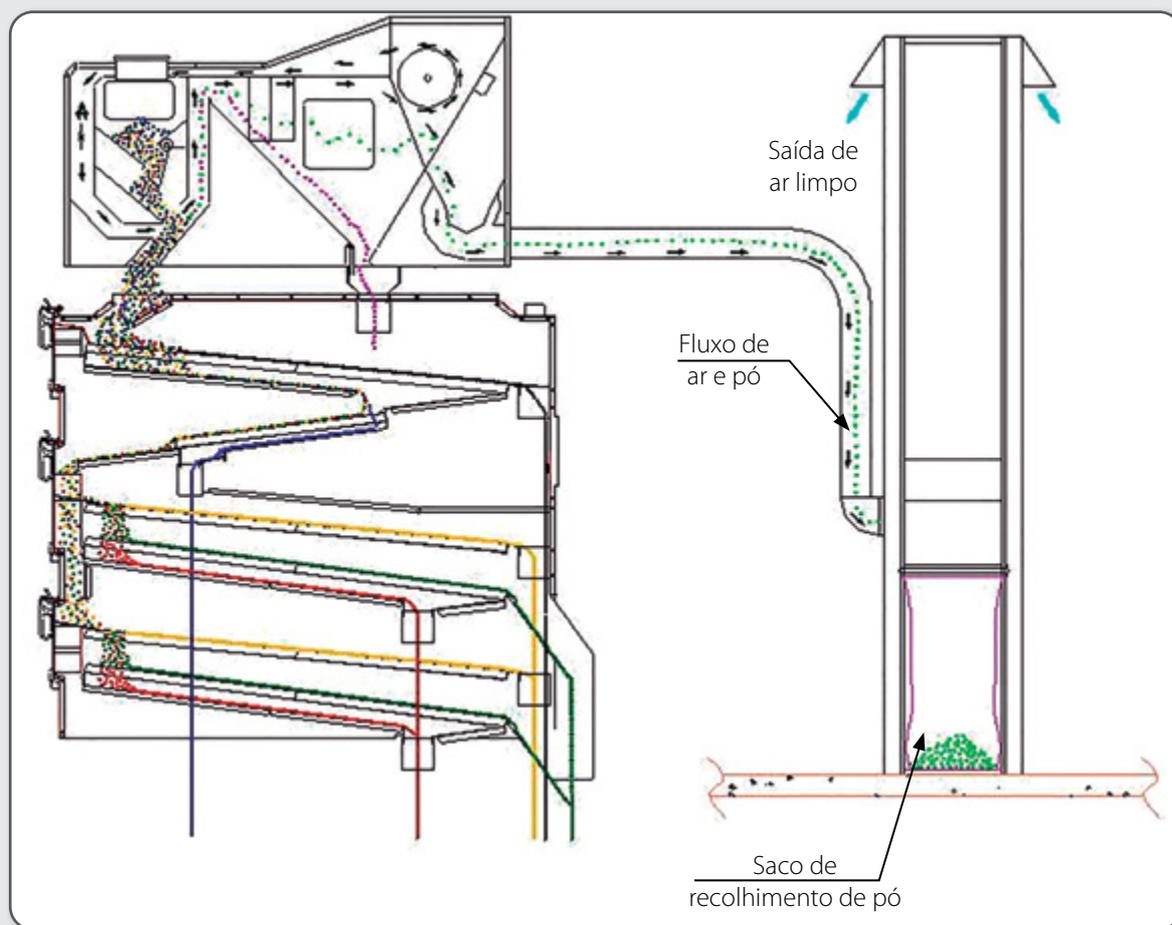


Essas eclusas impedem que a depressão existente no interior do ciclone traga o pó de volta, ou seja, permitem que o pó caia no saco de recolhimento.

É importante salientar que o sistema deve ser todo muito bem vedado, pois qualquer entrada de ar falso desequilibrará as pressões e criará correntes de ar que arrastarão o pó, impedindo que ele decante.

No caso da utilização de filtros de mangas, o procedimento de coleta de pó é semelhante à dos ciclones.

**Figura 31** – Esquema de recolhimento de pó em um filtro de mangas.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

### 2.8.3 Ajustes durante a operação

Após as regulagens iniciais e início de operação efetiva, pode ser necessário que se façam ajustes, de forma a aperfeiçoar o desempenho da máquina e eficiência da limpeza.

Nesse momento, sugere-se que sejam repetidos os passos que constam na seção "Regulagens iniciais".

Como normalmente o produto em processo vem de diversas fontes diferentes, é normal que ele apresente variações em forma, tamanho, conteúdo e tipo de impurezas. Em vista disso, deve-se ficar atento e fazer medições de impurezas em amostras regulares para evitar que ocorra

uma queda na eficiência da máquina e aumento de impurezas na saída dela. Para que as peneiras tenham eficiência na limpeza, é importante que estas trabalhem desobstruídas.

As máquinas de limpeza normalmente são dotadas de um sistema que promove a limpeza "automática" das peneiras. Esse sistema é muito simples e utiliza esferas de borracha que ficam dentro do quadro das peneiras, embaixo destas, e que, pelo movimento, são projetadas contra as chapas perfuradas, realizando assim a desobstrução dos orifícios.

Na Figura 32, esse sistema é apresentado.

**Figura 32** – Quadro de peneiras com esferas de borracha para limpeza automática.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

## Troca de produto

Quando houver necessidade de trocar o produto a ser limpo, devem-se tomar alguns cuidados.



### AÇÕES

- nunca permitir a presença de dois tipos diferentes de produto dentro da máquina de limpeza.
- antes da troca, certificar-se de que todo o produto anterior saiu da máquina;
- fazer uma limpeza geral, observando os pontos indicados no item "limpeza";
- realizar a troca de peneiras conforme a necessidade de limpeza do novo produto;
- iniciar a operação de limpeza e realizar as "regulagens iniciais" de forma que atenda às novas condições;
- após isso, realizar os ajustes necessários nos registros de ar, registros de tubulação e ciclone ou filtro;
- medir os conteúdos de impurezas para se certificar de que todos os ajustes necessários foram realizados.

### 3 CUIDADOS ESPECIAIS

Assim como qualquer tipo de equipamento, as máquinas de limpeza devem ser operadas por pessoal treinado e capacitado para isso.

No Quadro 1, são apresentados os problemas mais comuns que ocorrem durante a operação das máquinas de limpeza, quais suas causas prováveis e quais medidas corretivas são sugeridas.

**Quadro 1** – Situações anormais em máquinas de limpeza .

PROBLEMA	CAUSA PROVÁVEL	AÇÃO CORRETIVA RECOMENDADA
Máquina (ou algum dos motores) não liga	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Problemas elétricos</li> <li>▪ Componente “trancado/travado”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar quadro, ligações e alimentação de energia.</li> <li>▪ Verificar a existência de corpos estranhos ou “engripamentos”.</li> </ul>
Saída de grãos junto com pó	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Má alimentação</li> <li>▪ Velocidade excessiva de ar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar distribuição do produto na câmara de aspiração (chapa defletora).</li> <li>▪ Verificar regulagem dos registros da câmara de aspiração.</li> </ul>
Máquina não retira o pó do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Má distribuição dos grãos na alimentação</li> <li>▪ Velocidade de ar muito baixa</li> <li>▪ Ciclone / filtro / cano entupido</li> <li>▪ Saco furado (ou cheio)</li> <li>▪ Entrada de ar falso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar distribuição do produto na câmara de aspiração (chapa defletora).</li> <li>▪ Verificar regulagem dos registros da câmara de aspiração.</li> <li>▪ Verificar e limpar todo o circuito de ar.</li> <li>▪ Esvaziar/remendar saco de pó.</li> <li>▪ Verificar se tampas e janelas estão bem fechados.</li> </ul>
Saída de impurezas leves com o produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Má distribuição dos grãos na alimentação</li> <li>▪ Entrada de ar falso</li> <li>▪ Velocidade de ar muito baixa</li> <li>▪ Sentido de giro do ventilador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar distribuição do produto na câmara de aspiração (chapa defletora).</li> <li>▪ Verificar se tampas e janelas estão bem fechadas.</li> <li>▪ Verificar regulagem dos registros da câmara de aspiração.</li> <li>▪ Verificar ligação elétrica e corrigir se necessário.</li> </ul>
Saída de produto com impurezas leves (pó)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Velocidade de ar muito alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar regulagem dos registros da câmara de aspiração.</li> </ul>
Saída de impurezas (finas e/ou grossas) com produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peneiras inadequadas</li> <li>▪ Excesso de carga</li> <li>▪ Produto muito úmido</li> <li>▪ Produto com grau de impurezas acima do nominal</li> <li>▪ Esferas de limpeza gastas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fazer teste do produto com <i>kit</i> de peneiras e trocá-las.</li> <li>▪ Reduzir a alimentação (capacidade).</li> <li>▪ Reduzir a alimentação (capacidade).</li> <li>▪ Reduzir a alimentação (capacidade).</li> <li>▪ Verificar as esferas e substituir caso necessário.</li> </ul>
Vazamento de grãos entre as peneiras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quadro solto</li> <li>▪ Excesso de carga</li> <li>▪ Peneira(s) entupida(s)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar aperto dos quadros.</li> <li>▪ Reduzir a alimentação (capacidade).</li> <li>▪ Verificar quantidade e estado das esferas de borracha.</li> </ul>

PROBLEMA	CAUSA PROVÁVEL	AÇÃO CORRETIVA RECOMENDADA
Saída produto com as impurezas (nas peneiras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peneiras inadequadas</li> <li>▪ Excesso de carga</li> <li>▪ Produto muito úmido</li> <li>▪ Produto com grau de impurezas acima do nominal</li> <li>▪ Esferas de limpeza gastas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fazer teste do produto com <i>kit</i> de peneiras e trocá-las.</li> <li>▪ Reduzir a alimentação.</li> <li>▪ Reduzir a alimentação.</li> <li>▪ Reduzir a alimentação.</li> <li>▪ Verificar as esferas e substituir caso necessário.</li> </ul>
Saída de grãos junto com a palha	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Má alimentação</li> <li>▪ Velocidade excessiva de ar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar distribuição do produto na câmara de aspiração (chapa defletora).</li> <li>▪ Verificar regulagem dos registros da câmara de aspiração.</li> </ul>
Ruídos estranhos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desnívelamento da máquina</li> <li>▪ Presença de corpos estranhos</li> <li>▪ Peças móveis danificadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar nivelamento e corrigir.</li> <li>▪ Verificar caixa de aspiração, peneiras e canais de saída (grãos e impurezas) promovendo a retirada do(s) objeto(s).</li> <li>▪ Verificar rolamentos, eixos, bielas, excêntrico, ventiladores, entre outros.</li> </ul>
Vibrações	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desnívelamento da máquina</li> <li>▪ Fixação à base deficiente</li> <li>▪ Peças móveis danificadas</li> <li>▪ Cabos de aço soltos ou frouxos</li> <li>▪ Caixas de peneiras desniveladas ou soltas</li> <li>▪ Ventilador obstruído ou desbalanceado</li> <li>▪ Presença de produto parado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar alinhamento e corrigir.</li> <li>▪ Verificar chumbadores.</li> <li>▪ Verificar rolamentos, eixos, tambores, acionamento, correia, entre outros.</li> <li>▪ Verificar os cabos e corrigir aperto.</li> <li>▪ Verificar as fixações e o nivelamento das caixas.</li> <li>▪ Verificar entupimentos e balanceamento do rotor.</li> <li>▪ Ver item "Limpeza".</li> </ul>

### 3.1 LIMPEZA DA MÁQUINA

A limpeza adequada de uma máquina de limpeza de grãos ou de qualquer equipamento é de fundamental importância para o seu bom funcionamento, durabilidade e principalmente para a **segurança**.

A falta de uma limpeza adequada em máquinas de limpeza de grãos é um dos principais fatores de causa de mau funcionamento e **acidentes!**

#### **Problemas potenciais causados por sujeira, pó, impurezas e outros:**

- redução da vida útil do equipamento;
- mau funcionamento;
- contaminação do produto;
- mistura de produtos diferentes;
- diminuição da capacidade de limpeza;
- desbalanceamentos;
- vibrações;

- quebra de componentes;
- **acidentes.**

### Frequência da limpeza

Recomenda-se realizar uma limpeza geral na máquina ao final da safra de grãos. Também, **sempre** que houver troca de produto, o equipamento deve sofrer uma limpeza geral.

Ao realizar uma troca de peneiras, o equipamento também deverá ser verificado e limpo.



#### IMPORTANTE

Sempre antes de qualquer limpeza interna no equipamento, desligá-lo e retirar os fusíveis do quadro de comando.

### Locais a serem verificados e limpos

No Quadro 2, são mostrados os componentes que devem sofrer a limpeza.

**Quadro 2** – Locais que devem ser limpos e procedimentos recomendados.

COMPONENTE	AÇÃO RECOMENDADA
Câmara de aspiração	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpeza interna geral da câmara, inspecionando e limpando todos os canais de passagem de ar, defletores, eclusas, entre outros.</li> <li>▪ Limpar externamente a câmara, especialmente os acionamentos dos registros de ar e janelas de inspeção.</li> </ul>
Ciclones/filtros de manga	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpeza geral no corpo do ciclone/filtro de mangas, no funil de descarga do pó e na canalização de ar.</li> <li>▪ Verificar e esvaziar com frequência o saco de recolhimento de pó.</li> <li>▪ Limpar as mangas (filtro) a cada 6 horas de trabalho.</li> </ul>
Caixa de peneiras, canais de saída de impurezas e outra parte interna da máquina	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpeza dos canais de distribuição dos grãos.</li> <li>▪ Limpeza das calhas de saída de impurezas.</li> <li>▪ Limpeza das peneiras.</li> <li>▪ Limpeza dos funis de saída.</li> <li>▪ Desobstrução dos orifícios das peneiras uma vez por dia ou com maior frequência, caso haja muita impureza.</li> </ul>
Corpo da máquina	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpar externamente, retirando todo pó e impurezas presentes.</li> </ul>

Nas Figuras 33 a 35, apresenta-se alguns pontos que devem ser verificados e limpos.

**Figura 33** – Câmara de aspiração.



Fonte: Autor, 2013.

**Figura 34** – Peneiras.



Fonte: Autor, 2013.

**Figura 35** – Calha de saída de impurezas.



Fonte: Autor, 2013.

## 3.2 MANUTENÇÃO

Uma manutenção adequada, utilizando peças originais de reposição e serviço autorizado, aumenta a vida útil das máquinas de limpeza e de qualquer equipamento. Além disso, minimizam-se a probabilidade de ocorrerem “surpresas” desagradáveis durante os períodos em que o equipamento é mais solicitado que é durante a safra de grãos.

É **imprescindível** que se realize a leitura do “Manual do Proprietário” antes de operar com o equipamento e também que se sigam as orientações nele contidas com relação à manutenção.

Quando ocorrer a quebra de algum componente, deve-se investigar e corrigir a sua **causa**, e não apenas consertar ou substituir o item danificado.

### Pontos que devem ser revisados

No Quadro 3, encontramos listados os principais pontos que devem ser verificados quando da manutenção **preventiva** de uma máquina de limpeza de grãos e da verificação geral recomendada acima.

**Quadro 3** – Pontos de verificação durante a manutenção preventiva .

COMPONENTE	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA
Mancais de rolamentos (todos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar estado geral dos rolamentos e caixas com relação a ruídos, folgas, vibrações, temperatura, trincas (nas caixas), entre outros.</li> <li>▪ Realizar a troca caso algum componente apresente sinais de desgaste ou qualquer anomalia.</li> <li>▪ Se estiver tudo OK, proceder a lubrificação do conjunto seguindo as orientações do Manual do Proprietário.</li> </ul>
Borrachas e vedações da câmara de aspiração	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar o estado geral das borrachas, se não estão danificadas ou ressecadas.</li> <li>▪ Proceder à substituição caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Distribuidores de grãos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar se as chapas defletoras/registros não apresentam desgaste.</li> <li>▪ Verificar se não falta nenhum contrapeso.</li> <li>▪ Se existirem eclusas ou qualquer peça rotativa, se elas giram sem obstrução.</li> <li>▪ Proceder à substituição das peças caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Ventilador(es)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar se os componentes internos não sofreram desgaste devido ao atrito com pó e impurezas.</li> <li>▪ Verificar se o rotor está balanceado.</li> <li>▪ Verificar vedações e possíveis fugas de ar.</li> <li>▪ Proceder à substituição caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Manípulos e acionadores dos registros e linguetas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar o seu estado geral.</li> <li>▪ Verificar se não existem obstruções ao movimento.</li> <li>▪ Verificar o a falta de algum manípulo.</li> <li>▪ Proceder a substituição/reposição caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Registros e linguetas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar se os registros ou linguetas não possuem qualquer obstrução ao seu movimento e se abrem e fecham totalmente.</li> <li>▪ Verificar a vedação, se não ocorre nenhum vazamento de produto.</li> <li>▪ Proceder à correção caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Cabos de aço (máquinas com movimento oscilatório)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar o estado geral dos cabos, se não apresentam desgaste.</li> <li>▪ Verificar o nivelamento das caixas.</li> <li>▪ Verificar o aperto dos parafusos de fixação.</li> <li>▪ Proceder à substituição caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>

COMPONENTE	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA
Bielas (máquinas de funcionamento linear)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar se as bielas não apresentam qualquer tipo de trinca ou rachadura.</li> <li>▪ Verificar o aperto dos parafusos de fixação.</li> <li>▪ Proceder à substituição caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Bancas de ensaque	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar o estado geral das bancas e se não estão obstruídas.</li> <li>▪ Verificar se o sistema de fixação dos sacos de impureza está com bom funcionamento.</li> <li>▪ Proceder à correção caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Bicas e funis de saída	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar o seu estado geral e se não estão obstruídos.</li> <li>▪ Proceder à correção caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Caixas de peneiras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar se estão niveladas.</li> <li>▪ Verificar se não existe nenhuma obstrução ao movimento.</li> <li>▪ Verificar a fixação dos quadros de peneiras.</li> <li>▪ Verificar se não existe nenhum vazamento de uma peneira para outra.</li> <li>▪ Verificar estado geral das bolinhas de borracha.</li> <li>▪ Verificar se não existem peneiras enferrujadas/deformadas.</li> <li>▪ Proceder à correção e/ou substituição caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Calhas de saída de produto e impurezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar o estado geral das calhas.</li> <li>▪ Verificar se as calhas não apresentam desgaste.</li> <li>▪ Verificar o aperto dos parafusos de fixação.</li> <li>▪ Proceder à substituição das peças caso apresente qualquer anomalia.</li> </ul>
Acionamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Examinar se os componentes, como motores, eixos, mancais, polias, correias, entre outros, estão em bom estado geral e limpos.</li> <li>▪ Verificar se não existe nenhuma obstrução ao movimento de qualquer parte móvel.</li> <li>▪ Verificar a fixação dos componentes do acionamento.</li> <li>▪ Verificar a tensão e condições das correias em "V".</li> <li>▪ Proceder à correção e/ou substituição dos componentes caso algum apresente qualquer anomalia.</li> </ul>

### 3.3 CUIDADOS COM A SEGURANÇA EM MÁQUINAS DE LIMPEZA



#### IMPORTANTE

Nunca coloque a mão dentro do equipamento em operação.

Sempre, antes de qualquer atividade interna no equipamento, desligá-lo e retirar os fusíveis do quadro de comando.

Também se deve avisar aos colegas e colocar cartazes no quadro de comando indicando que o equipamento não deve ser ligado em nenhuma hipótese. O ideal é colocar cadeados que impeçam que qualquer pessoa ligue o equipamento inadvertidamente.

Qualquer imprudência pode causar graves acidentes. Um acidente, por menor que seja, pode trazer sérias consequências para o resto da vida.

Nunca realize qualquer trabalho sozinho.

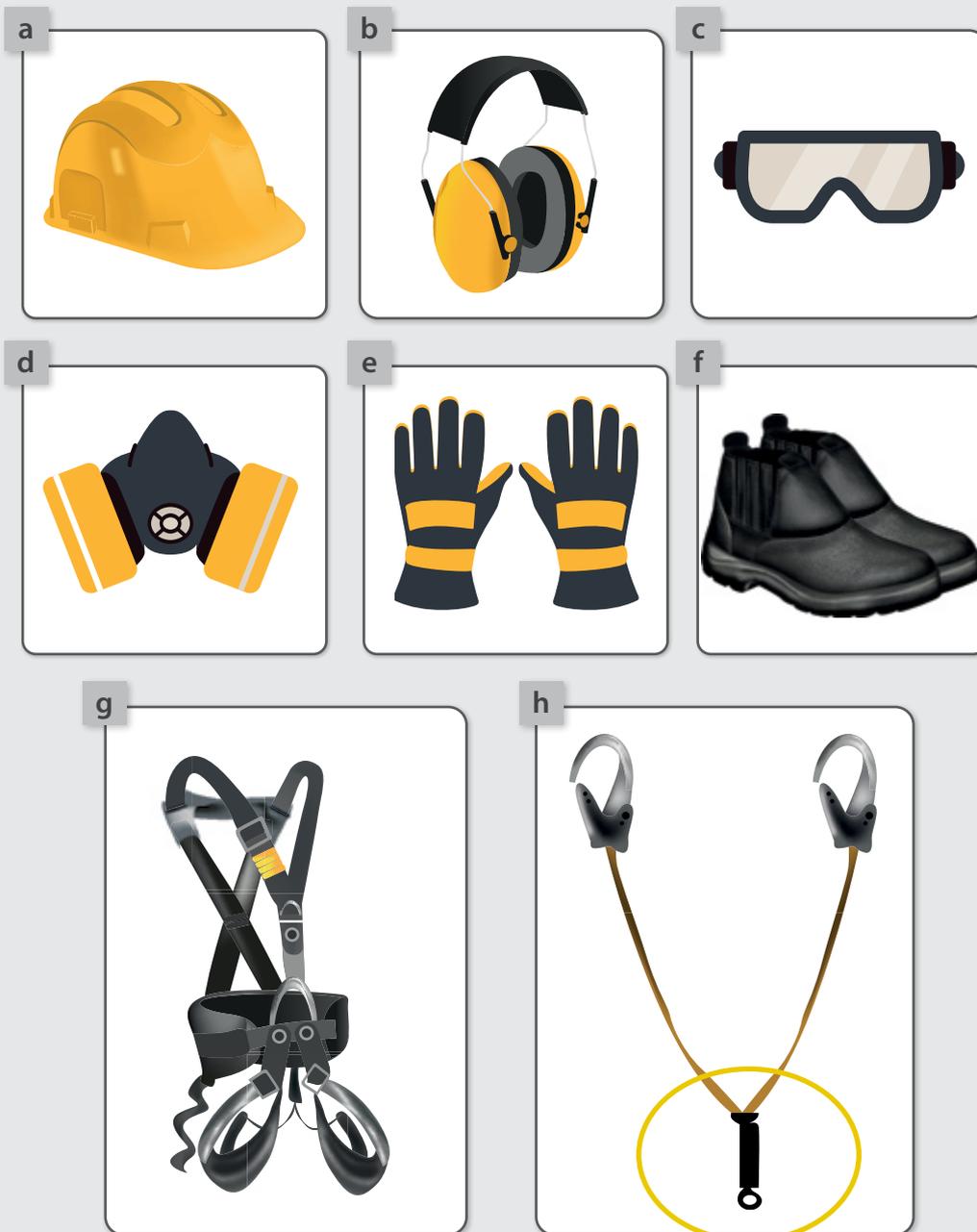


## IMPORTANTE

Sempre utilize os EPIs indicados para o trabalho específico, como:

- cintos e trava-quedas para trabalhos em altura;
- botinas, luvas e óculos de segurança (em todos os trabalhos);
- capacete;
- máscaras para espaços confinados ou onde houver emissão de pó;
- protetores de ouvido para locais com ruído;
- protetores faciais de acordo com o tipo de trabalho;
- roupa adequada e demais proteções necessárias conforme o tipo de trabalho.

**Figura 36** – EPIs recomendados para trabalhos em máquinas de limpeza: capacete (a), protetor auricular (b), óculos de segurança (c), respirador (d), luvas (e), botas de segurança (f), cinto de trabalho em altura (g) e talabarte (h).



Fonte: Kepler Weber, 2013.

## 4 CONCLUSÃO

Espera-se que as informações aqui apresentadas sejam utilizadas na prática pelas pessoas atuantes nas unidades de recebimento e armazenagem de grãos.

Sugere-se que esta cartilha esteja sempre à mão, de fácil acesso para todos que estão envolvidos nos temas abordados e que ela sirva como base para estabelecer procedimentos operacionais na operação, limpeza e manutenção do equipamento.

Importante também que os quadros referentes às possíveis anomalias sejam consultados sempre que ocorrer algum tipo de problema, pois é provável que a maioria das não conformidades que possam ocorrer nos equipamentos estejam relacionadas neles, com as suas causas prováveis e soluções recomendadas.

Da mesma forma, entende-se que as “verificações iniciais” e os quadros onde constam os locais e componentes que devem ser limpos e revisados podem servir para confecção de um *check list*, a ser utilizado tanto para início de operação, antes de cada safra, bem como para realizar as manutenções necessárias e manter um registro histórico dos equipamentos.

Salienta-se que os procedimentos relacionados à manutenção, limpeza e especialmente à **segurança** não devem se limitar aos aqui apresentados, sendo que cada empresa deverá buscar instruir e qualificar seu pessoal de forma a aprimorar todos os procedimentos.





## REFERÊNCIAS

HARRIS K.; LINDBLAD C. **Postharvest Grain Loss Assessment Methods Paperback**. Virgínia: Vita, jun. 1990.

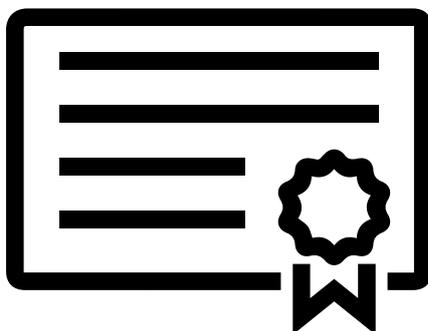
KEPLER WEBER. **Apostila Operação e manutenção de equipamentos KW**. Panambi, RS: Kepler Weber, 2013.

KEPLER WEBER. **Apostila Treinamento de empreiteiros**. Panambi, RS: Kepler Weber, 2014.

VENTILADORES: conceitos gerais, classificação, curvas características e as 'leis dos ventiladores'. Campinas: Unicamp. Disponível em: <[www.fem.unicamp.br/~em712/sisflu09.doc](http://www.fem.unicamp.br/~em712/sisflu09.doc)>. Acesso em: 12 jan. 2015.



## CERTIFICADO DO CURSO



O certificado de conclusão é emitido, no mínimo, 30 dias após encerramento do curso, tempo necessário para o instrutor realizar a análise de desempenho de cada aluno, para que, posteriormente, a área de certificação do Sistema FAEP/SENAR-PR realize a emissão.

Você pode acompanhar a emissão de seu certificado em nosso site ***sistemmafaep.org.br***, na seção Cursos SENAR-PR > Certificados ou no QRCode ao lado.



Consulte o catálogo de curso e a agenda de datas no sindicato rural mais próximo de você, em nosso site ***sistemmafaep.org.br***, na seção Cursos ou no QRCode abaixo.



***Esperamos encontrar você novamente  
nos cursos do SENAR-PR.***







# KEPLERWEBER®



## 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](mailto:senarpr@senarpr.org.br)

[www.sistemafaep.org.br](http://www.sistemafaep.org.br)



**Facebook**  
Sistema Faep



**Twitter**  
SistemaFAEP



**Youtube**  
Sistema Faep



**Instagram**  
[sistema.faep](http://sistema.faep)



**Linkedin**  
[sistema-faep](http://sistema-faep)



**Flickr**  
SistemaFAEP