

SÉRIE SENAR AR/MT - 53

TRABALHADOR NA OPERAÇÃO DE SECADORES

# OPERAÇÃO DE SECADORES DE GRÃOS



SERVIÇO NACIONAL DE  
APRENDIZAGEM RURAL

ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO MATO GROSSO

**Homero Alves Pereira**

PRESIDENTE DO CONSELHO ADMINISTRATIVO

**Antônio Carlos Carvalho de Sousa**

SUPERINTENDENTE

**Irene Alves Pereira**

GERENTE ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA

**Otávio Bruno Nogueira Borges**

GERENTE TÉCNICO

SÉRIE SENAR AR/MT - 53

TRABALHADOR NA OPERAÇÃO DE SECADORES

ISSN 1807-2720

ISBN 85-88497-55-7

# OPERAÇÃO DE SECADORES DE GRÃOS

ELABORADORES

**Alício Nunes Domingues**

ENGENHEIRO AGRÔNOMO

**Carlos Caneppele**

ENGENHEIRO AGRÔNOMO, MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E DOUTOR EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Maria Aparecida Braga Caneppele**

ENGENHEIRA AGRÔNOMA, MESTRE EM FITOTECNIA E DOUTORA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CUIABÁ - 2005

Copyright (da 1ª Edição) 2005 by SENAR AR/MT – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural  
Administração Regional do Mato Grosso

Série SENAR AR/MT – 53  
Trabalhador na operação de secadores  
Operação de secadores de grãos

COORDENAÇÃO EDITORIAL  
Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior – ABEAS

COORDENAÇÃO TÉCNICA  
Clóvis Antônio Pereira Fortes  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO  
COORDENADOR DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL RURAL E PROMOÇÃO SOCIAL DO SENAR AR/MT

REVISÃO GERAL  
João Fernandes Vargas Neto  
SUPERVISOR DO SENAR AR/MT

PRODUÇÃO EDITORIAL  
LK Editora & Comunicação  
COORDENAÇÃO METODOLÓGICA - Leon Enrique Kalinowski Olivera e Sérgio Restani Kalinowski  
COORDENAÇÃO TÉCNICA - Otávio Silveira Gravina - ENGENHEIRO AGRÔNOMO  
REVISÃO GRAMATICAL E DE LINGUAGEM - Rosa dos Anjos Oliveira e Fabiana Ferreira  
NORMATIZAÇÃO TÉCNICA - Rosa dos Anjos Oliveira  
EDITORIAÇÃO ELETRÔNICA - Carlos André e Licurgo S. Botelho  
DESENHOS - André Ribeiro  
FOTOGRAFIA – Cidu Okubo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Domingues, Alcício Nunes  
Operação de secadores de grãos / Alcício Nunes Domingues,  
Carlos Caneppele, Maria Aparecida Braga Caneppele. – Cuiabá :  
SENAR AR/MT, 2005.  
72 p. il. ; 21 cm (Série SENAR AR/MT, ISSN 1807-2720; 53)  
ISBN 85-88497-55-7  
1. Secador de grãos. 2. Operação de máquina agrícola.  
I. Caneppele, Carlos. II. Caneppele, Maria Aparecida Braga.  
III. Título.  
CDU 631.362

IMPRESSO NO BRASIL

# S U M Á R I O

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	7
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>OPERAÇÃO DE SECADORES DE GRÃOS</b> .....	11
<b>I CONHECER AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS GRÃOS</b> .....	13
<b>II DETERMINAR A POROSIDADE NATURAL DA MASSA DE GRÃOS</b> ...	15
1 Reúna o material .....	15
2 Encha o vaso de vidro com os grãos de soja .....	16
3 Coloque os grãos de soja na proveta até atingir a marca graduada de 100 mL de volume .....	16
4 Coloque 100 mL de óleo na outra proveta .....	17
5 Transfira o óleo para a proveta com grãos até atingir o nível da superfície .....	17
6 Verifique o volume de óleo restante na proveta .....	18
7 Anote o resultado .....	18
<b>III DETERMINAR O MOMENTO IDEAL PARA PROCEDER À COLHEITA</b> ..	19
1 Conheça o ponto de maturidade fisiológica .....	19
2 Faça a amostragem da lavoura de soja .....	20
<b>IV FAZER A COLHEITA</b> .....	26
1 Desloque a colheitadeira até o talhão .....	26
2 Realize a colheita .....	26
3 Transfira os grãos para o carroceria do caminhão .....	27
4 Coloque a lona sobre a carroceria carregada com os grãos de soja .....	27
5 Transporte os grãos para a unidade de beneficiamento .....	27
<b>V RECEBER OS GRÃOS NA UNIDADE DE SECAGEM</b> .....	28
1 Faça a pesagem dos grãos .....	28
2 Faça a amostragem dos grãos para proceder à secagem .....	29
3 Faça as análises laboratoriais .....	32
4 Descarregue o caminhão na moega .....	43

<b>VI CONHECER OS PRINCÍPIOS DA SECAGEM</b> .....	46
<b>VII CONHECER OS TIPOS DE SECADORES</b> .....	48
<b>VIII CONHECER AS FONTES E EQUIPAMENTOS DE AQUECIMENTO DO AR DE SECAGEM</b> .....	50
1 Conheça os combustíveis utilizados no aquecimento do ar ..	50
2 Conheça os componentes da fornalha .....	52
3 Conheça as estruturas de secagem das unidades beneficiadoras de grãos .....	57
<b>IX FAZER A SECAGEM EM ALTAS TEMPERATURAS</b> .....	58
1 Vistorie os componentes do sistema .....	59
2 Carregue a fornalha com o combustível .....	60
3 Ateie fogo ao combustível .....	61
4 Ligue o ventilador .....	61
5 Regule as comportas de entrada de ar para atingir a temperatura desejada .....	62
6 Ligue a máquina de pré-limpeza .....	62
7 Ligue o sistema de transporte para abastecer a pré-limpeza	63
8 Abra a comporta da moega .....	63
9 Ligue o sistema de transporte que abastece o secador de grãos .....	63
10 Acompanhe a temperatura de secagem .....	64
11 Acompanhe o fluxo do produto .....	64
12 Determine a umidade do grão na descarga do secador .....	66
13 Faça a expedição do produto .....	66
<b>X FAZER A MANUTENÇÃO DO SECADOR</b> .....	67
1 Lubrifique as partes móveis, mecanismos e mancais com óleo ou graxa, conforme indicado pelo manual .....	68
2 Vistorie canos de descarga, curvas, cabeça do elevador, pás dos ventiladores, canecas e outros equipamentos que sofrem atrito .....	68
3 Faça a limpeza do local de armazenagem .....	69
4 Realize a manutenção de todos os motores elétricos que compõem o complexo da unidade armazenadora .....	70
5 Observe o funcionamento dos termômetros nos secadores e interruptores de controle de energia para o acionamento de motores dos elevadores .....	70
6 Pinte as partes enferrujadas ou soldadas .....	71
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	72

## A P R E S E N T A Ç ã O

O SENAR – Administração Regional do Mato Grosso, após um levantamento de necessidades, vem definindo as prioridades para a produção de cartilhas de interesse geral.

As cartilhas são recursos instrucionais de Formação Profissional Rural e Promoção Social e, quando elaboradas segundo metodologia preconizada pela Instituição, constituem um reforço da aprendizagem adquirida pelos trabalhadores rurais após os cursos ou treinamentos promovidos pelo SENAR em todo o País.

Estas cartilhas fazem parte de uma série de títulos desenvolvidos em parceria com a Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (ABEAS), especialistas da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e especialistas autônomos, e são mais uma contribuição do SENAR AR/MT visando à melhoria da qualidade dos serviços prestados pela entidade.



# I N T R O D U Ç Ã O

Esta cartilha, de maneira simples e ilustrada, trata de forma detalhada de todas as etapas necessárias para se operar secadores de grãos, desde o conhecimento das características físicas dos grãos, a determinação do momento ideal para se proceder à colheita, os procedimentos necessários para a recepção dos grãos na unidade de secagem, o conhecimento dos princípios de secagem, os tipos de secadores, as fontes e equipamentos para o aquecimento do ar de secagem, a realização da secagem em altas temperaturas até a manutenção do secador.

Contém informações tecnológicas sobre os procedimentos necessários para a correta execução das operações. Trata, também, das precauções relativas à preservação da saúde e segurança do trabalhador, e informa sobre assuntos que possam interferir na melhoria da qualidade e produtividade da operação de secadores de grãos.



## OPERAÇÃO DE SECADORES DE GRÃOS

O ser humano sempre dependeu da natureza para alimentar-se. Em sua fase nômade, comia frutas silvestres, nozes, raízes e carne dos animais que caçava. Tempos depois, passou a adestrar os animais e a plantar, ainda em pequenas quantidades, apenas o necessário para a subsistência – era o início da produção de alimentos.

Registros históricos evidenciam práticas agrícolas desde os anos de 9.000 e 8.000 a.C. para o trigo e a cevada. Estima-se que, na América Central, o milho começou a ser cultivado a partir do ano 4.000 a.C. Provavelmente, foi a partir dessa época que o homem passou a se preocupar com a conservação de cereais.

A secagem é uma das mais importantes etapas do beneficiamento de grãos, por reduzir o seu teor de umidade e propiciar uma conservação segura por longos períodos, preservando as qualidades nutricionais e organolépticas desenvolvidas durante a fase de campo, o que possibilita antecipar a colheita e evitar a deterioração do produto no campo.

Quando colhidos, os produtos normalmente apresentam teores de umidade acima dos recomendados para o armazenamento, o que pode oferecer riscos à conservação, sendo o processo de secagem a alternativa mais adequada para reduzir a possibilidade de perdas quantitativas e qualitativas no período de estocagem.



O processo de secagem fundamenta-se na transferência da umidade dos grãos para o ar, que pode ocorrer naturalmente no campo, em terreiros ou em secadores, com a passagem forçada do ar pela massa de grãos.

Para que esse processo seja eficiente, é fundamental que o responsável pela unidade de secagem e sua equipe estejam capacitados, conheçam os equipamentos e os fluxos dos produtos, a fim de evitar interrupções durante a secagem, perda de produtos, bem como acidentes e incêndios, que conduzam a prejuízos econômicos.

# I

## CONHECER AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS GRÃOS



O conhecimento das características físicas dos produtos agrícolas e de seus princípios tem grande importância para a construção e operação de equipamentos de secagem e armazenagem, bem como para a adaptação de equipamentos existentes, a fim de se obter maior rendimento nas operações de processamento.

As características físicas a serem preservadas dizem respeito aos aspectos que envolvem interações do material biológico com as forças físicas, como o teor de umidade.

Para se determinar o teor de umidade dos grãos, vários métodos são baseados na remoção de água por aquecimento ou nas propriedades elétricas dos grãos.

### CONDUTIBILIDADE TÉRMICA

A condutibilidade térmica é a troca de calor que flui por condução natural dentro da massa de grãos, em uma unidade de tempo, sendo variável de acordo com cada espécie. Essa condutibilidade é dada em função da forma, tamanho e textura do grão. Os grãos, por serem maus condutores de calor, quando submetidos a elevada temperatura fora do silo, esta é difundida de forma lenta para o seu interior.

A condutibilidade térmica do grão se assemelha à da madeira e à do solo seco. A baixa condutibilidade é benéfica, no sentido de se fazer um resfriamento nos grãos para manter

a temperatura baixa e, conseqüentemente, sua conservação. Usa-se fazer a refrigeração com um equipamento elétrico, acoplado aos dutos dos ventiladores, que insufla ar frio na massa de grãos, reduzindo a temperatura e permitindo sua conservação por um determinado período.

### HIGROSCOPIA

O grão é constituído por percentuais de água e de matéria seca, que variam desde sua formação até à colheita. O teor de umidade é variável dentro de certos limites e não é o mesmo nas diferentes camadas do grão. A higroscopicidade é a capacidade que possuem os grãos de absorverem ou cederem umidade para o ar até entrarem em equilíbrio com a umidade do ambiente. Essa perda ou absorção de água é uma conseqüência direta da constituição química do grão, da umidade relativa e da temperatura a que estão expostos os grãos.



### POROSIDADE NATURAL DA MASSA DE GRÃOS

Os produtos estocados, tanto a granel como ensacados, apresentam uma massa porosa constituída pelos grãos e espaços intergranulares, variando de 30% a 40% do volume ocupado pelos grãos. A difusão do ar através da massa de grãos deve-se à estrutura porosa que estes possuem.

## II

# DETERMINAR A POROSIDADE NATURAL DA MASSA DE GRÃOS

Para realizar um adequado manejo de secagem e armazenamento, é necessário determinar a porosidade da massa interna dos grãos, a fim de controlar as condições climáticas do ambiente. A partir dessa análise, é possível dimensionar um sistema de ventiladores para propiciar a passagem do fluxo de ar através dos grãos e garantir uma eficiente secagem e condições mais favoráveis de armazenamento.



### 1 REÚNA O MATERIAL

- 2 provetas;
- Vaso de vidro;
- Óleo de cozinha.

**2 ENCHA O VASO DE VIDRO COM OS GRÃOS DE SOJA**



**3 COLOQUE OS GRÃOS DE SOJA NA PROVETA ATÉ ATINGIR A MARCA GRADUADA DE 100 mL DE VOLUME**



**4** COLOQUE 100 mL DE ÓLEO NA  
OUTRA PROVETA

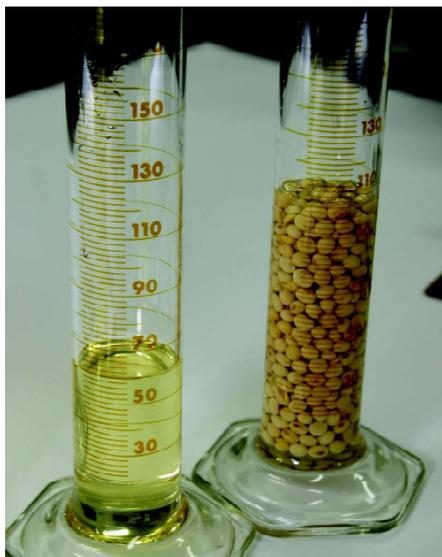


**5** TRANSFIRA O ÓLEO PARA A PROVETA  
COM GRÃOS ATÉ ATINGIR O NÍVEL DA  
SUPERFÍCIE



## 6 VERIFIQUE O VOLUME DE ÓLEO RESTANTE NA PROVETA

A diferença entre o volume de 100 mL e o volume posterior à transferência do óleo é o resultado em porcentagem de porosidade. No caso avaliado, o valor de espaços vazios entre os grãos foi de 40%.



## 7 ANOTE O RESULTADO

A aferição de porosidade é importante para o dimensionamento dos ventiladores de secadores.



# III

## DETERMINAR O MOMENTO IDEAL PARA PROCEDER À COLHEITA

Tecnicamente, a colheita deve ser iniciada quando o grão atingir o máximo de sua qualidade física, sanitária e nutricional, o que coincide com a maturação fisiológica.



### **1** CONHEÇA O PONTO DE MATURIDADE FISIOLÓGICA

Durante a maturação, os grãos passam por distintas modificações, facilmente identificáveis a campo: grãos leitosos, grãos em massa mole e grãos em massa dura. O grão que atingiu o estado de massa dura acha-se fisiologicamente maduro.

Nesse estágio de desenvolvimento ocorre a ruptura entre a planta-mãe e o grão, não havendo mais acréscimo de matéria seca. Nessa fase, a umidade está entre 25% a 30%.

O ponto de maturação fisiológica do grão de soja é de 25% de base úmida. Ao perder a umidade, o grão reduz o seu tamanho e torna-se mais consistente.



## 2 FAÇA A AMOSTRAGEM DA LAVOURA DE SOJA

Teoricamente, o ponto de maturidade fisiológica seria o ideal para se proceder à colheita, no entanto, os níveis de umidade dos grãos dificultam a colheita mecânica, podendo acarretar danos nestes e/ou embuchamentos por folhas e partes da planta nos sistemas de corte e transporte das automotrizes. Para evitar estes problemas, retarda-se a colheita, aguardando índices inferiores de umidade, porém, não abaixo de 16% para evitar perdas por degrana, insetos, fungos e outras causas.

A faixa ideal para a colheita da soja é de 22% a 18% de umidade.

As amostras coletadas devem ser colocadas em um balde e o total de amostras depende do tamanho da lavoura.

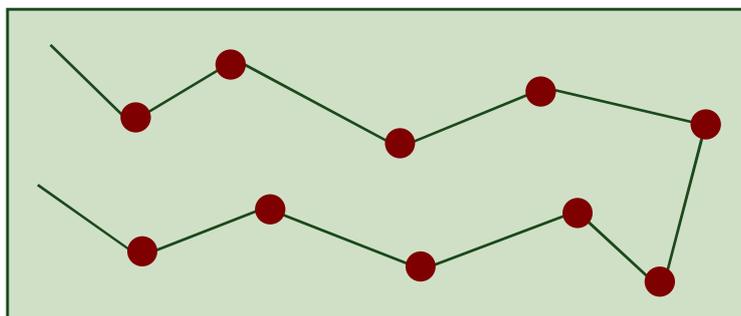
Tamanho da lavoura	Total de amostras recomendadas
até 10 ha	3 amostras
11 a 20 ha	5 amostras
21 a 50 ha	10 amostras
51 a 100 ha	15 amostras
acima de 101 ha	15 amostras a cada 100 ha

## 2.1 VÁ ATÉ O TALHÃO DA LAVOURA A SER AMOSTRADO



## 2.2 PERCORRA A ÁREA AO ACASO ATÉ O PRIMEIRO PONTO

As amostras devem ser tiradas em diversos locais percorrendo o terreno em ziguezague.

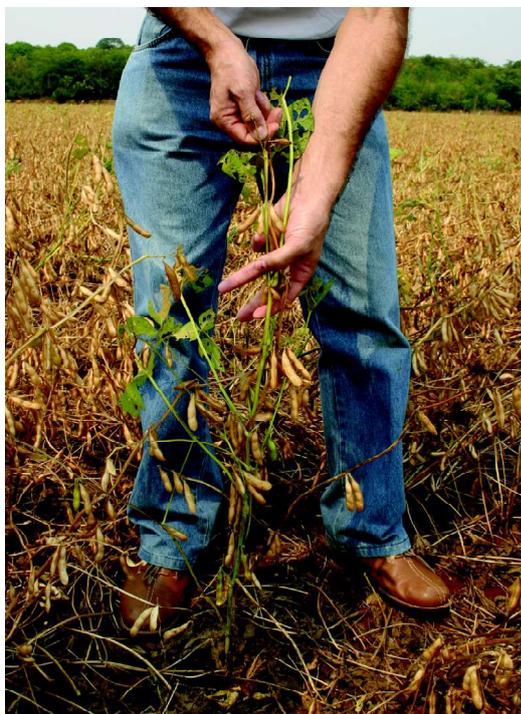


● Pontos de coleta de amostras

## 2.3 COLETE AS VAGENS



*Atenção: As vagens devem ser coletadas em toda a extensão da planta, para se obter uma amostra uniforme.*





**2.4** COLOQUE  
AS VAGENS  
NO BALDE



**2.5** REPITA  
A OPERAÇÃO  
NOS OUTROS  
PONTOS



**2.6** DEBULHE  
AS VAGENS  
NO BALDE

## 2.7 RETIRE AS IMPUREZAS



## 2.8 MISTURE BEM OS GRÃOS DEBULHADOS



## 2.9 RETIRE DO BALDE, APROXIMADAMENTE, 250 GRAMAS DOS GRÃOS DEBULHADOS



## 2.10 VERIFIQUE A CONSISTÊNCIA DOS GRÃOS

A verificação da consistência dos grãos constitui uma prática para iniciar a colheita mecânica.

### 2.10.1 PEGUE, APROXIMADAMENTE, 25 GRAMAS DA AMOSTRA REPRESENTATIVA



### 2.10.2 PRESSIONE OS GRÃOS PARA VERIFICAR A SUA CONSISTÊNCIA

Se, ao pressionar os grãos, 50% ou mais estiverem com consistência de grão duro, significa que a lavoura está no ponto ideal de colheita.



*Atenção: Quando se avaliarem talhões diferentes, deve-se repetir o mesmo procedimento, tomando-se cuidado para não misturar as amostras, a fim de fazer a amostragem representativa da área.*

# IV

## FAZER A COLHEITA

A colheita é uma das etapas do processo de produção que exige planejamento, porque envolve pessoal, uso de máquinas, transporte e outras operações com grãos úmidos.

### 1 DESLOQUE A COLHEITADEIRA ATÉ O TALHÃO



### 2 REALIZE A COLHEITA





**3** TRANSFIRA OS GRÃOS PARA O CARROCERIA DO CAMINHÃO

**4** COLOQUE A LONA SOBRE A CARROCERIA CARREGADA COM OS GRÃOS DE SOJA



*Atenção: Para propiciar proteção e evitar perdas durante o transporte, a lona sobre o caminhão deve estar bem colocada e ajustada.*



**5** TRANSPORTE OS GRÃOS PARA A UNIDADE DE BENEFICIAMENTO



## RECEBER OS GRÃOS NA UNIDADE DE SECAGEM

A operação de recebimento é o ponto mais crítico da comercialização para os produtores e para as empresas receptoras de grãos, pois o produtor é penalizado quando apresenta percentuais de umidade, impurezas, matérias estranhas e grãos danificados (ardidos, brotados, carunchados) acima da tolerância permitida.

A avaliação do produto é feita através de amostragem no recebimento, onde é verificado o teor de umidade, impurezas, matérias estranhas e grãos avariados.

É necessário retirar impurezas até um grau adequado para alcançar fluxos mais elevados na operação de secagem. A capacidade de secagem é inversamente proporcional à impureza e à umidade. O conhecimento prévio da umidade é também importante para se conduzir o processo de secagem com temperaturas iniciais apropriadas, de forma a não provocar danos aos grãos (trincas).

### **1** FAÇA A PESAGEM DOS GRÃOS

A pesagem inicial no recebimento é obrigatória para a verificação da quantidade final do produto, de acordo com o teor de umidade e impurezas que ele continha.



**1.1 COLOQUE  
O CAMINHÃO  
CARREGADO  
SOBRE A  
BALANÇA**



**1.2 ENTREGUE  
OS DADOS  
DA CARGA  
À RECEÇÃO  
DA UNIDADE**

## **2 FAÇA A AMOSTRAGEM DOS GRÃOS PARA PROCEDER À SECAGEM**

A técnica de amostragem consiste em conseguir, sempre que possível, uma pequena quantidade dotada de todas as características médias do conjunto, portanto, representativa do todo.



**2.1 CONDUZA O  
CAMINHÃO ATÉ  
O LOCAL DE  
AMOSTRAGEM**

## 2.2 RETIRE A LONA



## 2.3 ENTREGUE A FICHA DE CONTROLE DE CARGA AO OPERADOR

Nesta cartilha, foi utilizado um coletor pneumático, que aspira os grãos em diversas profundidades e os desloca para a cabine de coleta. Na ausência deste equipamento, utiliza-se coletores manuais ou canecos para a retirada da carga de grãos da carroceria.



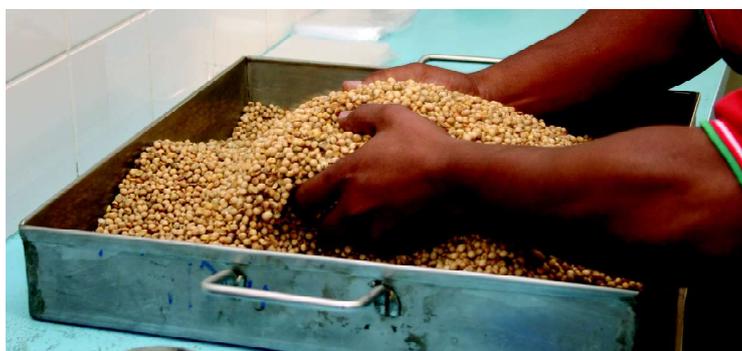
## 2.4 TIRE VÁRIAS PORÇÕES DE GRÃOS PARA OBTER UMA AMOSTRA COMPOSTA



## 2.5 RECOLHA A AMOSTRA COMPOSTA



## 2.6 MISTURE BEM OS GRÃOS



### 3 FAÇA AS ANÁLISES LABORATORIAIS

As análises são importantes para se obter informações da qualidade inicial do produto e definir as operações posteriores.

#### 3.1 DETERMINE O TEOR DE IMPUREZAS

As impurezas são quaisquer materiais ou fragmentos de grãos que passam por uma peneira apropriada, mas também podem ser partículas maiores, pertencentes ou não ao vegetal, e que ficam retidas na peneira com os grãos. Estas partículas devem ser catadas manualmente. Consideram-se impurezas o material que vazar da peneira e/ou partes do vegetal que estiverem contidas na amostra.

Para a soja, não se considera impureza as cascas dos grãos (películas).

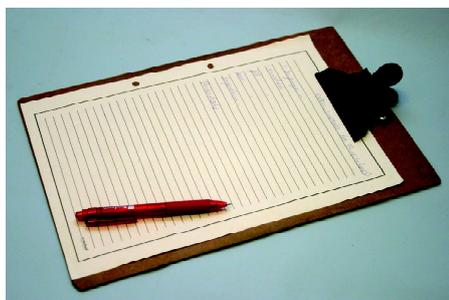
##### 3.1.1 REÚNA O MATERIAL

- Balança;
- Homogeneizador;





- Peneiras de classificação;
- Pinças;



- Caneta;
- Folhas;
- Prancheta de anotações.

### 3.1.2 ENVIE A AMOSTRA COMPOSTA AO LABORATÓRIO



**3.1.3 HOMOGENEÍZE  
A AMOSTRA**



**3.1.4 RETIRE  
250 GRAMAS  
DA AMOSTRA  
HOMOGENEIZADA**



**3.1.5 COLOQUE  
A AMOSTRA  
NA PENEIRA**





### **3.1.6 PENEIRE A AMOSTRA**

A peneiragem deve ser feita com a peneira própria para o produto (3 mm - soja).



### **3.1.7 SEPARE, MANUALMENTE, AS IMPUREZAS RETIDAS NA PENEIRA**



### **3.1.8 JUNTE ESSAS IMPUREZAS ÀS QUE VAZAREM DA PENEIRA**

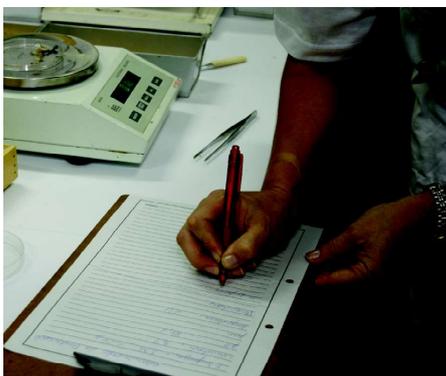
### 3.1.9 PESE AS IMPUREZAS PARA A VERIFICAÇÃO DO LIMITE ACEITÁVEL

O limite aceitável é a quantidade de 1% do peso da amostra. No nosso caso, o limite aceitável seria até 2,5 g de impurezas.



### 3.1.10 ANOTE O RESULTADO

Caso o limite aceitável seja ultrapassado, procede-se à limpeza, fazendo o desconto no peso da carga.



## 3.2 DETERMINE A UMIDADE DOS GRÃOS

O grão contém uma proporção variável de água e matéria seca. A umidade é a quantidade de água livre presente no grão. Quando ele chega à unidade de secagem, é feita uma amostragem para se determinar o teor de umidade e impurezas, a fim de serem tomadas as decisões conforme os resultados dos exames realizados nas amostras.

Existem vários métodos para se avaliar o conteúdo de água no grão. Alguns se baseiam na perda de peso, através da remoção da água por aquecimento (estufa e destilação) e outros são eletrônicos, baseados no conhecimento das propriedades físicas dos grãos (métodos de capacitância e condutividade elétrica). Existem vários determinadores de umidade no mercado e todos devem estar aferidos e calibrados com a metodologia apropriada.

A determinação da umidade deve ser feita em subamostras livres de impurezas e matérias estranhas (sementes invasoras, sementes de outras espécies, pedras etc.), que podem alterar o resultado do exame.



### 3.2.1 CONHEÇA OS DIVERSOS APARELHOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR A UMIDADE DO GRÃO

Os aparelhos apresentam diferentes mecanismos de ação, mas, basicamente, verificam o teor de umidade pela transmissão de corrente elétrica através do grão ou diferença de peso entre o grão úmido e o seco.

*Infravermelho  
(diferença de peso)*



*Dole 400  
(princípio de  
corrente elétrica)*



*CA 25 (método de destilação)*



*Farmi (princípio de corrente elétrica)*



Um método prático, mas não tão rápido, de verificar a umidade do grão é colocá-lo em estufa de secagem a 105°centígrados, permitida a variação de 3° para mais ou para menos em um período de 24 horas. A umidade do grão será a diferença de peso entre o grão úmido e o seco.

### 3.2.2 DETERMINE A UMIDADE PELO MÉTODO DE CAPACITÂNCIA ELÉTRICA

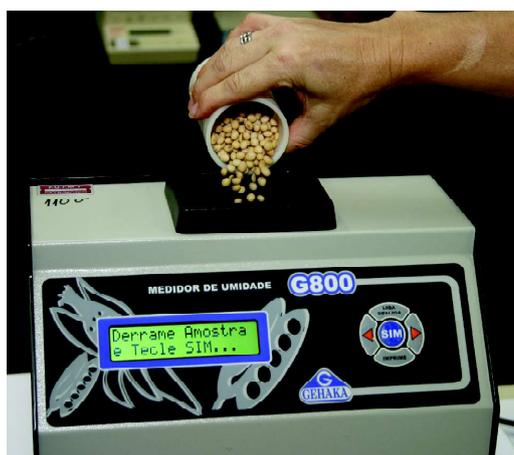


- a) Coloque os grãos no recipiente dosador do aparelho





b) Ligue o aparelho



c) Derrame os grãos na abertura superior da máquina



d) Verifique os resultados da amostra no visor digital

e) Anote os resultados

Esse equipamento propicia a leitura dos resultados de:

- Umidade;
- Peso;
- PH (Peso Hectolítrico).



f) Retire os grãos de soja do aparelho



g) Desligue o aparelho

Deve-se retornar ao menu inicial e desligar o aparelho.



## **4** DESCARREGUE O CAMINHÃO NA MOEGA

O caminhão deve ser deslocado até a moega para o descarregamento. Esta moega, geralmente, é uma estrutura em alvenaria, afundada no solo e com as paredes com inclinação superior a 45°, que recebem o produto da lavoura.

### **4.1** DESLOQUE O CAMINHÃO ATÉ A MOEGA



### **4.2** PARE SOBRE A PLATAFORMA DE INCLINAÇÃO



### 4.3 TRAVE O CAMINHÃO

A trava é um equipamento de segurança que impede o retrocesso do caminhão na rampa.



### 4.4 RETIRE AS TRAVAS DA PROTEÇÃO TRASEIRA DA CARROCERIA



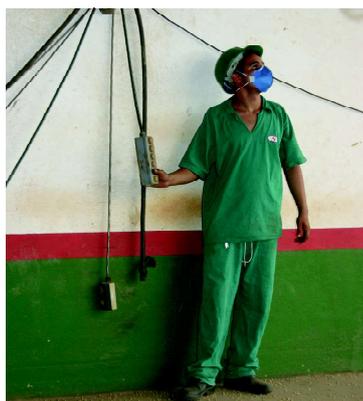
### 4.5 SUSPENDA O CAMINHÃO

Nesta cartilha, utilizou-se o levante hidráulico, que é acionado pelo operador e muito empregado em empresas que trabalham com movimentação de grandes volumes de grãos. Na ausência desse equipamento, é comum a descarga manual, com o auxílio de enxadas grandes, ou levante da carroceria.



## 4.6 ABAIXE O CAMINHÃO

Após a descida do caminhão, pode-se terminar de empurrar o restante dos grãos de soja para dentro da moega com o auxílio de uma enxada.



**4.7 RECOLOQUE AS TRAVAS DA PROTEÇÃO TRASEIRA DA CARROCERIA**



**4.8 RETIRE A TRAVA DO CAMINHÃO**



## CONHECER OS PRINCÍPIOS DA SECAGEM

A secagem é a operação que tem por finalidade reduzir o teor de umidade do produto a nível adequado à sua estocagem por um período longo. É um processo simultâneo de transferência de calor e massa.

### FUNDAMENTOS DA SECAGEM

Na secagem, a umidade é retirada em função da diferença de pressão de vapor d'água entre a superfície do grão e o ar que o envolve.

As seguintes observações podem ser feitas:

Se  $P_g > P_{ar}$ : ocorrerá secagem do produto;

Se  $P_g < P_{ar}$ : ocorrerá umedecimento do produto.

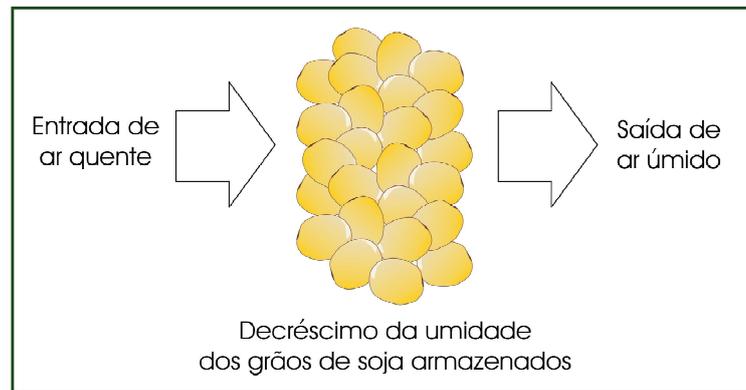
Onde,  $P_g$  = pressão do grão e  $P_{ar}$  = pressão do ar

A velocidade da secagem depende das características físicas dos grãos e da espécie. Grãos de soja secam mais rápido do que grãos de milho.

A taxa de secagem pode ser acelerada com o aumento de temperatura do ar de secagem ou com o aumento da quantidade do ar que passa pelo produto por unidade de tempo.

Nos produtos agrícolas, a velocidade de absorção de água pelos grãos é mais lenta que na dessorção: "É mais fácil secar grãos, do que umedecer os grãos".

Para cada produto existe um critério de secagem a ser seguido rigorosamente, a fim de se manter a qualidade.



### MÉTODOS DE SECAGEM

A secagem natural consiste na exposição do produto úmido ao sol ou à sombra em um ambiente seco, a fim de que a água seja removida por evaporação. A sua utilização está condicionada às condições climáticas da época de colheita.



Secador

A secagem artificial consiste em mudar as condições do ar de secagem, para que este retire do produto o máximo de água possível, mantendo suas características. O produto é submetido à ação de uma corrente de ar.

# VII

## CONHECER OS TIPOS DE SECADORES

Os secadores são equipamentos onde se processa a secagem de grãos e sementes. Podem ser classificados conforme a movimentação do ar e do grão (fluxo), e conforme o aquecimento do ar.

Sistemas de secagem	Natural – no campo, na própria planta				
	Artificial	Ventilação natural	Terreiros e paióis		
			Secagem solar		
			Outros		
		Ventilação forçada	Ar natural		
			Altas temperaturas	Quanto aos fluxos	Camada fixa
					Cruzados
					Concorrentes
				Quanto à operação	Contra-correntes
					Cascata
					Rotativo
			Baixas temperaturas	Fluidizado	
Solar híbrido					
Sistemas combinados					
Seca-aeração-					
Convecção					

Hoje no mercado, existem diversos modelos e marcas de secadores. Na hora da aquisição, é importante observar aqueles que apresentam maior durabilidade, qualidade e baixo custo.

## QUANTO AO FLUXO

Em relação ao fluxo, os secadores podem ser:

**Secadores estáticos:** A camada de grãos não se move durante a secagem. São estáticos os secadores em lotes e os secadores em camada fixa.



Secador

### **Secadores não estáticos:**

Neste modelo os grãos movimentam-se dentro do secador, podendo a secagem processar-se de modo contínuo ou intermitente. São secadores não estáticos os que têm fluxos cruzados, contra-correntes, concorrentes e cascata.

## QUANTO AO AQUECIMENTO

A queima do combustível, também define o tipo de secador. Os secadores podem ser:

**Fogo direto:** Nesse secador, os gases da combustão misturam-se ao ar de secagem e são lançados na câmara de secagem, havendo um melhor aproveitamento da energia produzida pelo combustível.

**Fogo indireto:** Nesse secador, a secagem ocorre com o aquecimento da superfície por onde o ar de secagem passa, não havendo lançamento dos gases da combustão na massa de grãos. A eficiência térmica nesse modelo pode ser menor do que a do secador de fogo direto. Alguns produtos, como o cacau e o café, absorvem o aroma dos gases da combustão, portanto a sua secagem deve ser feita com fogo indireto.



## CONHECER AS FONTES E EQUIPAMENTOS DE AQUECIMENTO DO AR DE SECAGEM

Dentre todos os processos que se aplicam ao trato pós-colheita, conservação e armazenamento de grãos, a secagem é a operação de maior consumo energético. O Brasil conta com várias fontes de energia para o aquecimento do ar para a secagem, sendo muitas delas fontes renováveis (resíduos) e outras alternativas (gás liquefeito de petróleo – GLP).

### **1** CONHEÇA OS COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS NO AQUECIMENTO DO AR

Os combustíveis utilizados para a secagem de grãos devem apresentar alto poder calorífico, que se refere à quantidade de energia liberada durante a combustão. Podem ser classificados como sólidos, líquidos, gasosos e radiação solar. Quanto à origem, podem ser naturais e derivados.

Os combustíveis naturais são aqueles utilizados na forma em que foram obtidos (gás natural, energia solar e lenha). Os derivados são os resultantes de um processo de preparação, como o carvão vegetal e os derivados do petróleo.

Fontes de aquecimento do ar que podem ser utilizadas na secagem de grãos:

- Energia Solar;
- Lenha;
- Carvão vegetal;
- Gás natural;

- GLP (gás liquefeito de petróleo);
- Óleo diesel;
- Energia elétrica;
- Resíduos agrícolas (casca de arroz, sabugo de milho, bagaço de cana, pó-de-serra e cavaco de madeira).

Combustível	Poder calorífico (kg calorías/kg)
Eucalipto	2.800 – 3.340
Pinho	3.300
Óleo diesel	10.300
GLP	11.000
Fuel oil	9.600
Carvão	4.400



*Cavacos de madeira*

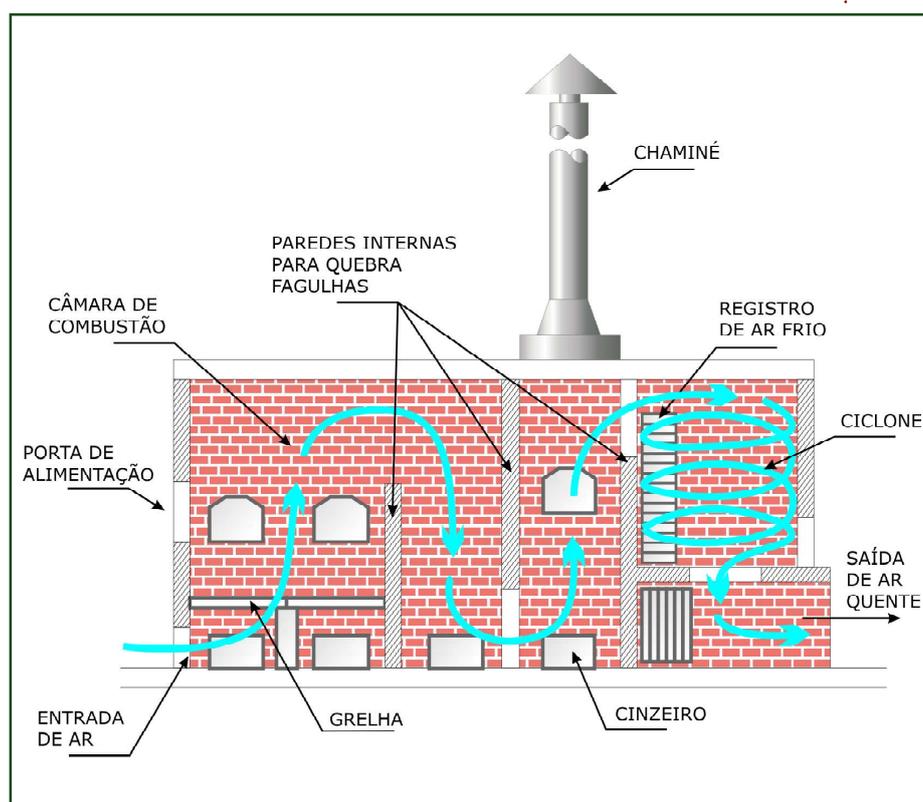


*Pó-de-serra*

## 2 CONHEÇA OS COMPONENTES DA FORNALHA

As fornalhas fazem parte dos secadores e é o local onde ocorre a queima do combustível para a geração do calor necessário ao processo de secagem. São projetadas de forma adequada para cada tipo de combustível a ser utilizado e dimensionadas para a quantidade de calor a ser gerado por hora.

Uma fornalha é constituída, basicamente, de: porta de alimentação, câmara de combustão, grelha, cinzeiro, canal com labirinto para quebrar fagulhas e ciclone, registros de entrada de ar frio e chaminé para eliminar gases de combustão.

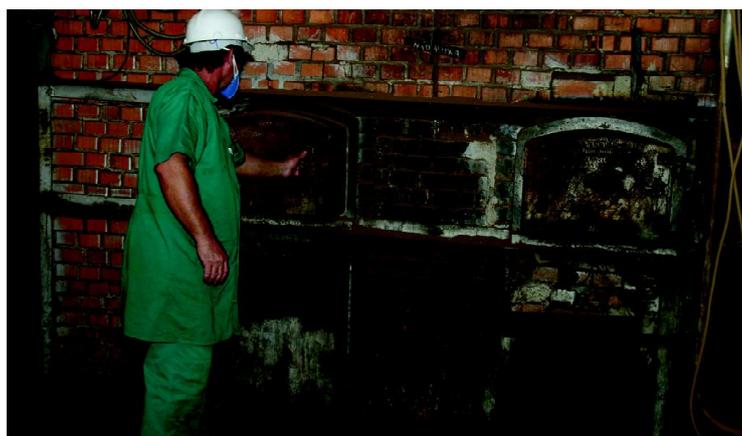


## FORNALHA

As fornalhas são construídas de tijolos comuns por fora e refratários internamente nos locais de mais alta temperatura do ar. O tijolo refratário possui um tratamento em sua fabricação que possibilita-o ser exposto a elevadas temperaturas sem sofrer a danificação ou trincamento.



## PORTA DE ALIMENTAÇÃO



## PORTA PARA RETIRADA DE CINZAS E ENTRADA DE AR PARA A COMBUSTÃO



*Atenção: O alcatrão, formado pela queima da lenha, pode se sedimentar no interior do secador, por isso precisa ser retirado periodicamente para evitar incêndios.*

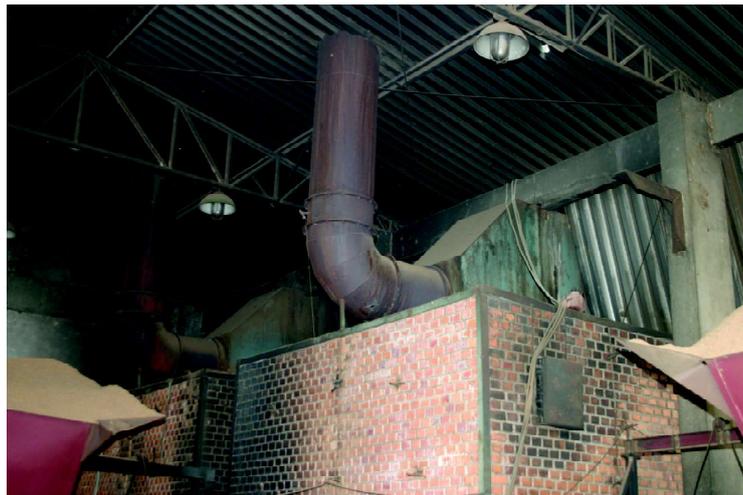
## CÂMARA DE COMBUSTÃO (DEPÓSITO DE LENHA)



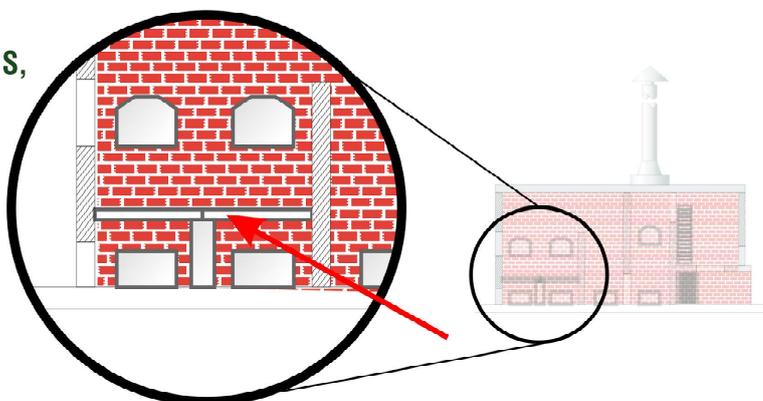


**VENEZIANAS  
PARA A  
ENTRADA DE AR  
AMBIENTE,  
REGULANDO A  
TEMPERATURA  
DO AR DE  
SECAGEM**

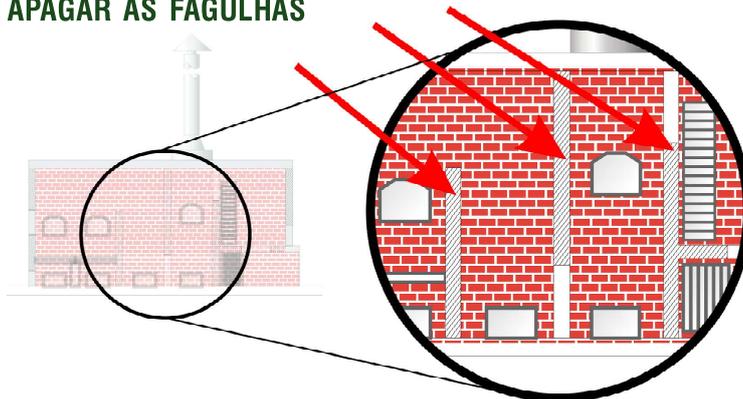
**DUTOS PARA DIRECIONAR O AR QUENTE  
PARA A CÂMARA DE SECAGEM**



**GRELHAS  
HORIZONTAIS,  
SOBRE AS  
QUAIS  
OCORRE A  
QUEIMA**



**PAREDES INTERNAS PARA  
APAGAR AS FAGULHAS**



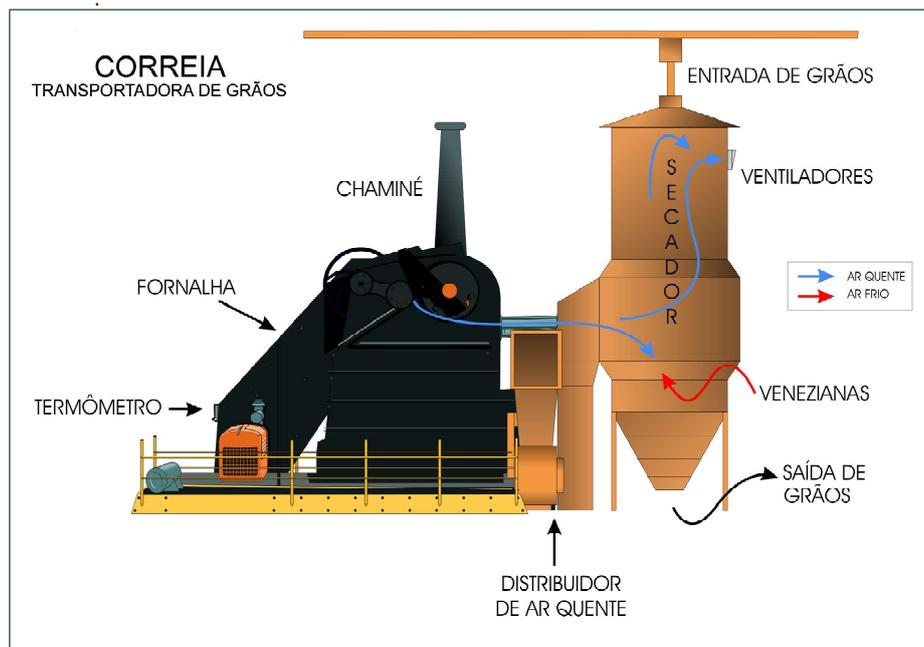
**CHAMINÉ PARA  
A SAÍDA DOS  
GASES DE  
COMBUSTÃO**



### 3 CONHEÇA AS ESTRUTURAS DE SECAGEM DAS UNIDADES BENEFICIAADORAS DE GRÃOS

O ar quente oriundo da fornalha é canalizado para o secador repleto de grãos.

A temperatura alta no interior do secador diminui a umidade relativa, e o ar quente aquece os grãos. A umidade interna do grão passa do estado líquido para o estado de vapor. Este é retirado pelo fluxo de ar que passa através da massa de grãos.



# IX

## FAZER A SECAGEM EM ALTAS TEMPERATURAS

O manejo dos secadores varia conforme o seu modelo e o tipo de secagem. Embora a secagem com altas temperaturas seja um método que exige investimento inicial elevado, é muito utilizado nas regiões onde a fronteira agrícola se desenvolve, pois é rápido e independe das condições climáticas locais.

O processo de secagem inicia-se no momento do acionamento do sistema de ventilação, que força a passagem do ar aquecido, com capacidade de absorver a umidade da massa de grãos.

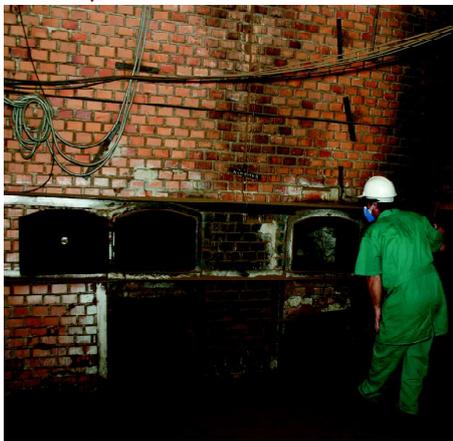
As fornalhas fazem parte dos secadores e é o local em que se dá a queima do combustível para a geração do calor necessário ao processo de secagem.

As principais perdas de calor são decorrentes da combustão incompleta do combustível, do calor perdido com gases da combustão e do calor perdido por radiação, pelas paredes da fornalha.

De maneira geral, a secagem em altas temperaturas ocorre em secadores em camada fixa, em cascata, em fluxo cruzado, em fluxo concorrente, em fluxo contra-correntes e em combinação.

O sistema de aquecimento pode ser de qualquer tipo, desde que seja dimensionado para aumentar a temperatura do ar até os limites recomendados, e para que não haja contaminação do produto pelo ar proveniente da fonte de aquecimento.

## **1** VISTORIE OS COMPONENTES DO SISTEMA



*Fornalha*



*Porta de retirada de cinzas*



*Venezianas*



*Elevador de caneca*

*Atenção: As lâmpadas incandescentes devem estar protegidas para evitar risco de incêndio e explosões, pois o grão e suas partículas são materiais inflamáveis.*



## **2** CARREGUE A FORNALHA COM O COMBUSTÍVEL

Antes de se abastecer a fornalha, deve-se observar se a grelha e o cinzeiro encontram-se limpos e, também, verificar se não há tijolos fora de posição. Grandes empresas utilizam a pá carregadeira para facilitar a operação de encher a fornalha. Nesta cartilha, utilizou-se como combustível o pó de serra e a lenha. Durante o processo de secagem, a fornalha deve estar sempre carregada de lenha e com a tampa fechada.

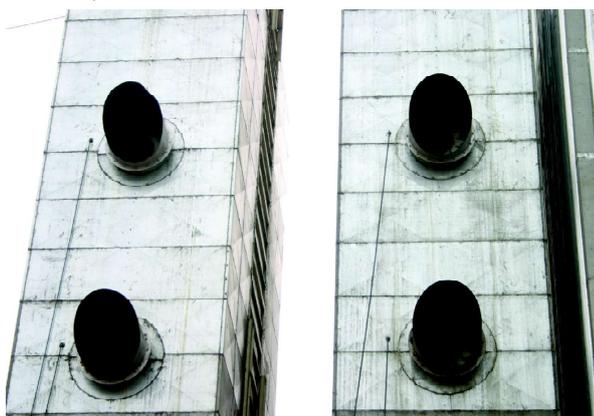


### 3 ATEIE FOGO AO COMBUSTÍVEL

O fogo deve ser aceso enquanto a torre do secador estiver sendo carregada. O ventilador deve estar desligado e a chaminé, a porta do cinzeiro e o abastecedor devem estar bem abertos. Feitos esses procedimentos, inicia-se a combustão da lenha; colocam-se madeiras mais finas e liga-se o ventilador do secador; em seguida, fecha-se a porta do alimentador e o registro da chaminé, e abre-se um pouco a porta do cinzeiro.



### 4 LIGUE O VENTILADOR



*Atenção: Antes de acionar o sistema de ventilação, recomenda-se esperar pelo menos 15 minutos, para que o fogo atinja todos os pedaços de lenha.*

## **5** REGULE AS COMPORTAS DE ENTRADA DE AR PARA ATINGIR A TEMPERATURA DESEJADA

A temperatura de secagem é obtida ao se regular a entrada de ar através das venezianas. Quando a temperatura do ar de secagem baixar, coloca-se mais lenha ou fecha-se um pouco as venezianas de entrada de ar natural.



## **6** LIGUE A MÁQUINA DE PRÉ-LIMPEZA





**7** LIGUE O SISTEMA DE TRANSPORTE PARA ABASTECER A PRÉ-LIMPEZA

**8** ABRA A COMPORTA DA MOEGA



**9** LIGUE O SISTEMA DE TRANSPORTE QUE ABASTECE O SECADOR DE GRÃOS

## 10 ACOMPANHE A TEMPERATURA DE SECAGEM

A temperatura de secagem é obtida através da mistura do ar quente com o ar ambiente, regulado por registro. Ela é acompanhada através de um termômetro localizado externamente ao secador.



## 11 ACOMPANHE O FLUXO DO PRODUTO

Os grãos despejados na moega são transportados horizontalmente por intermédio das correias, e verticalmente por intermédio dos elevadores de caneca. Os que passam pela máquina de pré-limpeza e limpeza são transportados para os secadores e em seguida para os silos ou armazéns.



*Correia transportadora*



*Elevador de caneca*



*Elevadores de grãos*



*Correia transportadora*



*Máquina de limpeza de grãos*



*Unidade beneficiadora de grãos*

## 12 DETERMINE A UMIDADE DO GRÃO NA DESCARGA DO SECADOR

As amostras devem ser coletadas na saída do secador, analisando-se o teor de umidade para se saber se o grão está em condições adequadas para sua expedição (14%).



## 13 FAÇA A EXPEDIÇÃO DO PRODUTO

Após atingir o teor de umidade adequado para o armazenamento, os grãos de soja são transportados para os silos, através da correia transportadora, para os caminhões, que transportarão a soja para outros locais, ou para as fábricas, que farão o processamento do produto.



# X

## FAZER A MANUTENÇÃO DO SECADOR

A eficiência da secagem e do transporte, o rendimento das máquinas de pré-limpeza e limpeza, a qualidade do produto seco, o consumo de energia e até a programação de pessoal estão diretamente ligados ao bom funcionamento dos equipamentos. A entressafra é o momento oportuno para se fazer uma manutenção mais rigorosa e os reparos necessários.

O bom funcionamento do secador depende do cuidado e da correta manutenção feita pelo responsável da unidade, observando as especificações do fabricante.

É muito importante estabelecer uma rotina de manutenção dos equipamentos elétricos e mecânicos.

## **1 LUBRIFIQUE AS PARTES MÓVEIS, MECANISMOS E MANCAIS COM ÓLEO OU GRAXA, CONFORME INDICADO PELO MANUAL**

Quando em operação, os mancais que possuem bicos graxeiros devem ser engraxados todos os dias.



## **2 VISTORIE CANOS DE DESCARGA, CURVAS, CABEÇA DO ELEVADOR, PÁS DOS VENTILADORES, CANECAS E OUTROS EQUIPAMENTOS QUE SOFREM ATRITO**

As estruturas que sofrem atritos devem ser vistoriadas pelo menos a cada seis meses.



**Atenção:** A queda de produtos no “pé” do elevador, canecas raspando ou batendo nas laterais e correias desfiadas indicam a necessidade de correção, pois podem causar quebra de grãos e maior gasto de energia.

**Precaução:** O atrito das canecas pode produzir fagulhas que, em contato com o pó, geram explosões, por isso o operador deve proceder à verificação do esticamento e o alinhamento das correias das canecas, à inspeção periódica da fixação das caçambas na correia ou corrente e à regulagem, esticamento e alinhamento dos motores, para evitar acidentes.

### **3 FAÇA A LIMPEZA DO LOCAL DE ARMAZENAGEM**



#### **4 REALIZE A MANUTENÇÃO DE TODOS OS MOTORES ELÉTRICOS QUE COMPÕEM O COMPLEXO DA UNIDADE ARMAZENADORA**

A manutenção é feita para prevenir a quebra de rolamentos ou outras peças que se perdem com o desgaste e deve ser realizada na entressafra.

*Atenção:* Os motores não devem ficar sem funcionamento por muito tempo, pois isso pode gerar defeitos no sistema elétrico.

#### **5 OBSERVE O FUNCIONAMENTO DOS TERMÔMETROS NOS SECADORES E INTERRUPTORES DE CONTROLE DE ENERGIA PARA O ACIONAMENTO DE MOTORES DOS ELEVADORES**

Os termômetros digitais eletrônicos possuem um mostrador digital da temperatura, painel indicativo do local da leitura realizada e sensores eletrônicos. Um equipamento pode controlar dois, três ou mais pontos de medições diferentes. Os sensores eletrônicos são colocados nos locais de interesse e, conectados ao termômetro, informam as temperaturas medidas em diferentes locais sucessivos e alternados. Automaticamente, os valores dizem respeito aos locais indicados pelas luzes do painel de controle.



## **6** PINTE AS PARTES ENFERRUJADAS OU SOLDADAS

Os dutos e sistemas por onde os grãos são conduzidos por gravidade, as curvas, as canecas dos elevadores e as pás dos ventiladores, requerem especial atenção, pois quando desgastados exigem reforços ou substituição.



## B I B L I O G R A F I A

- CANEPPELE, C.; HARA, T.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Simulação de secagem de arroz (*Oryza sativa*) em secadores por convecção natural. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v. 17, n. 1, p.43-45, 1992.
- CANEPPELE, C.; PRIANTE FILHO, N.; CANEPPELE, M. A. B.; PEREIRA, L. C.; SANTOS, P. Avaliação da eficiência de secagem em secadores de frutas por convecção natural. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v. 26, n.1, p.46-52, 2001.
- CARVALHO, N. M. de. *A secagem de semente*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 65 p.
- LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. *Armazenamento de grãos*. Campinas: IBG, 2002. 1.000 p.
- WEBER, E. A. *Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos*. Canoas, 2005. 1.000 p.