

E-BOOK

# ARMAZENAMENTO DE GRÃOS

PROPRIEDADES AGRÍCOLAS  
FAMILIARES



NETSA

AGRONOMIA-UFVJM

Campus JK



Danúbia Aparecida Costa Nobre  
Maria Sebastiana Carmindo da Silva

# **Armazenamento de Grãos: propriedades agrícolas familiares**

1ª Edição

Diamantina  
UFVJM  
2023

Elaborado com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

N754a

Nobre, Danúbia Aparecida Costa

Armazenamento de grãos: propriedades agrícolas familiares /  
Danúbia Aparecida Costa Nobre, Maria Sebastiana Carmindo da  
Silva.– 1. ed. – Diamantina: UFVJM, 2023.

77 p. :il.

ISBN: 978-65-00-69328-7

1. Grãos - Armazenamento - Doenças e danos. 2. Grãos - Doenças e pragas. 3. Acondicionamento e conservação de alimentos. 4. Agricultura familiar. I. Nobre, Danúbia Aparecida Costa Nobre. II. Silva, Maria Sebastiana Carmindo da. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

**CDD 633**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecária Viviane Pedrosa– CRB-6/2641

# AUTORES

## **Autores. Graduandos do Departamento de Agronomia da UFVJM- Campus JK.**

Gustavo Oberdan Fernandes Teixeira

Iasmim Marcella Souza

Juliana de Almeida Souza

Júlio César de Almeida Andrade

Maria Sebastiana Carmindo da Silva

## **Autores. Pós-Doutoranda do Departamento de Agronomia da UFVJM- Campus JK.**

Caroline Salezzi Bonfá

## **Autores. Professores do Departamento de Agronomia e Nutrição da UFVJM- Campus JK.**

Danúbia Aparecida Costa Nobre

Lucas da Costa Santos

Marcela Carlota Nery

Nisia Andrade Villela Dessimoni Pinto

### **Todos os direitos reservados.**

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

Diagramação: Maria Sebastiana Carmindo da Silva, Iasmim Marcella Souza e Júlio César de Almeida Andrade

Capa: Maria Sebastiana Carmindo da Silva

# AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) - Campus JK, pelo apoio estrutural.

À Pró-reitoria de Extensão e Cultura (PROEXC/UFVJM), pelo apoio financeiro destinado ao Edital de bolsas de curso online, o qual foi o precursor dessa obra.

Aos autores dos capítulos (discentes, docentes e pós-doutoranda), pela valiosa colaboração e dedicação fornecidas para a construção desta obra.

Ao Setor de Referência da Biblioteca da UFVJM, Campus JK, pelo auxílio no preparo da ficha catalográfica e pedido do ISBN ao e-book.

Aos professores, Daniel Ferreira da Silva e Maria Clara de Carvalho Guimarães, pela inestimável contribuição quanto aos assuntos extensão universitária.

Aos produtores rurais, estudantes dos cursos de Ciências Agrárias, gestores de Unidades de Armazenamento e outros setores agrícolas, e a quem mais essa obra atingir.

# APRESENTAÇÃO

O e-book é produto do projeto de extensão *Armazenamento de Grãos em Propriedades Agrícolas Familiares*, aprovado pela Pró-Reitoria de Extensão e Cultura - PROEXC - da Universidade Federal Dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus JK. Esta obra faz parte das atividades do "Núcleo de Estudos em Tecnologias para Secagem e Armazenamento (NETSA)" sob coordenação da Professora Danúbia A. C. Nobre do Departamento de Agronomia - DAG/UFVJM.

Todo conteúdo sobre armazenamento de grãos em propriedades agrícolas familiares foi escrito por discentes do curso de Agronomia-UFVJM com auxílio dos professores. Esperamos que a leitura leve e o conhecimento aqui apresentados te auxiliie no manejo pós-colheita de grãos, para manutenção da qualidade durante a armazenagem.



# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1.</b> Condições climáticas de armazenamento.....	01
<b>Capítulo 2.</b> Estruturas e embalagens para armazenamento em propriedades rurais.....	13
<b>Capítulo 3.</b> Grãos e sementes armazenados na propriedade...24	
<b>Capítulo 4.</b> Pragas de armazenamento.....	32
<b>Capítulo 5.</b> Fungos e micotoxinas na armazenagem.....	49
<b>Referências.</b> .....	66

## CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE ARMAZENAMENTO

Maria Sebastiana Carmindo da Silva  
Lucas da Costa Santos

Uma das funções do armazenamento é preservar a qualidade inicial do produto, retardando a sua deterioração. Os grãos são armazenados até a sua utilização, processamento e/ou comercialização.

Os grãos devem ser colhidos com teor de umidade adequado, de acordo com cada espécie. Os grãos devem ser secos e beneficiados, para posteriormente serem armazenados em condições adequadas, a fim de obter melhor conservação e manutenção da qualidade, evitando grandes perdas.

Durante a armazenagem os grãos podem sofrer aquecimento, o que promove aumento da respiração e alterações químicas com consequente consumo de reservas, as quais seriam necessárias para a nutrição dos consumidores e para o desenvolvimento das plântulas, no caso das sementes. Sendo assim, se faz necessário um bom planejamento das

instalações e cuidados durante todo o período de armazenagem, com atenção redobrada às variáveis temperatura e umidade relativa do ar, pois estas determinarão a velocidade da perda de qualidade do produto armazenados.

Atenção

## Fatores que mais influenciam na armazenagem dos grãos



O teor de umidade do grão é o principal fator que governa a qualidade do produto armazenado, sendo de grande importância também do ponto de vista comercial. A quantidade de água contida nos grãos pode alterar substancialmente o peso do produto negociável.

Expressa-se a umidade em termos de porcentagem, em função de:

1. **Peso total do grão - umidade em base úmida;**
2. **Peso da matéria seca - umidade em base seca.**



TABELA 1. TEORES DE ÁGUA RECOMENDADOS PARA COLHEITA MECANIZADA DOS GRÃOS

Produto	Percentual de umidade		Armazenamento seguro		
	Máximo	Ótimo	Após secagem	1 ano	5 anos
Café	62	62	12	11	10
Milho	23	20-22	11	11	9-10
Arroz	21	17-19	11	11-12	9-10
Soja	18	16	11	11-12	9-10
Sorgo	26	23-26	9	11-12	9-10
Trigo	23	15-17	8	12-13	10-11

Fonte: Senar, 2018

TABELA 2. TEORES DE ÁGUA RECOMENDADOS PARA A COLHEITA MANUAL DOS GRÃOS

Produto	Teores de umidade (%)
Arroz	18 a 24
Feijão	16 a 18
Milho	18 a 24
Soja	16 a 18
Sorgo	18 a 20
Trigo	18 a 20
Café	11 a 12

Fonte: Senar, 2018

Como apresentado na Tabela 2, para a maioria dos grãos, os teores de água variam de 18 a 20%.

## Secagem dos grãos

A secagem dos grãos ocorre pela retirada do excesso de água na forma de vapor, e pode ser feita naturalmente na planta ou no terreiro, e artificialmente em secadores.

- **Secagem Natural**

É caracterizada pela secagem do produto no campo ou na própria planta, apenas com a ação do sol e do vento.



**Método arriscado! Pode ocasionar perdas na lavoura pelo longo período em que os grãos permanecem nas plantas.**

**Exemplo 1:** Secagem de milho na planta, sem retirar do campo.



Foto: Marcos Ermínio



Fonte: Perfect Daily Grind



Fonte: a batata integral

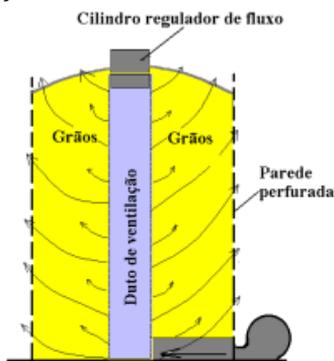
**Exemplo 2:** Secagem de café em terreiros a céu aberto (A) e em terreiro suspenso (B).

Na cultura do café, quando os grãos são secados lentamente, estes apresentam melhor qualidade de bebida, o que é desejado em cafés especiais.

### • Secagem Artificial

Ocorre pela insuflação (adição) de ar forçado na massa de grãos.

O ar de secagem tem suas características alteradas, no tocante à temperatura e movimentação do ar.



**Exemplo:** Silo-secador para sementes evidenciando a distribuição radical do fluxo de ar.

Fonte: Silva et al, 2018.



### Secagem Híbrida

#### Combinação da secagem natural e artificial.

A secagem dos grãos apresenta vantagens, como:

- Permite antecipar a colheita, disponibilizando a área para novos cultivos;
- Reduz a perda do produto no campo;
- Permite armazenagem por períodos prolongados, sem o risco de deterioração do produto;
- O poder germinativo de sementes pode ser mantido por longos períodos;
- Impede o desenvolvimento de microrganismos e insetos.

Para serem armazenados, os grãos colhidos necessitam apresentar 12 a 13% de umidade, níveis alcançados com os métodos de secagem.



**ATENÇÃO** 

Os grãos são **higroscópicos** e, quando expostos a ambientes em que a umidade oscila, absorvem ou liberam umidade, tendendo sempre a entrar em equilíbrio com o ar circundante aos grãos. Quando em equilíbrio, a pressão de vapor de água contida nos grãos é igual à pressão de vapor do ar periférico.



## Equilíbrio Higroscópico

O equilíbrio higroscópico (EH) é de grande importância no armazenamento. Quando o teor de água de um material higroscópico se encontra estável com a temperatura e umidade relativa do ar, não há troca de vapor d'água entre os grãos e o ambiente. Logo, o produto atingiu o teor de equilíbrio higroscópico.

Conhecer o equilíbrio higroscópico também é importante para o estudo da atividade da água no material e também para determinação de sua atividade biológica, inclusive para o crescimento de microrganismos.

**O equilíbrio higroscópico depende da temperatura e da umidade relativa do ambiente, assim como da espécie, variedade e maturidade do grão.**

Atenção

Os grãos ganham ou perdem água num processo dinâmico, em função da umidade relativa (UR) e temperatura do ar.

Pressão do ar = Pressão dos grãos  
ganho=perda



Para manter o teor de água dos grãos dentro de uma faixa segura para a boa conservação de sua qualidade, sem que haja secagem excessiva, que acarreta em perda de peso do material (quebra de umidade), deve-se fazer o uso correto das tabelas de equilíbrio higroscópico.

As tabelas de equilíbrio higroscópico são construídas no sentido de auxiliar unidades armazenadoras que utilizam a técnica da aeração para prevenir ou solucionar problemas de conservação de grãos estocados em silos e graneleiros.

## EXEMPLO

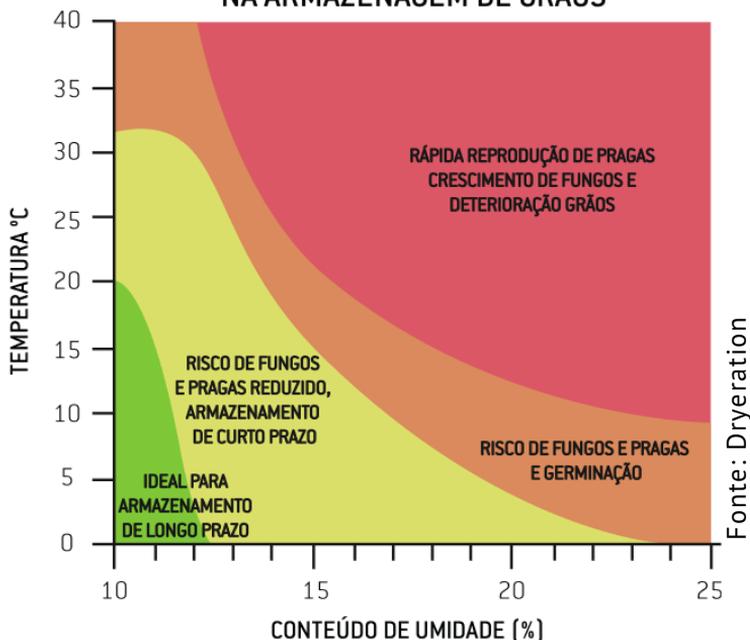
TABELA 3. TABELA DE EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO DE MILHO, SOJA E ARROZ PARA DIFERENTES TEMPERATURAS E UMIDADES RELATIVAS.

	Produto	Temperatura °C	Umidade de Equilíbrio (% b.u.)									
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
Milho		10	6,7	8,5	9,9	11,2	12,5	13,8	15,4	17,3	20,2	28,2
		15	6,1	7,9	9,3	10,6	11,9	13,3	14,9	16,8	19,8	27,8
		20	5,5	7,4	8,8	10,2	11,5	12,9	14,4	16,4	19,4	27,5
		25	5,0	6,9	8,4	9,7	11,2	12,2	14,0	16,0	19,0	27,2
		30	4,6	6,5	7,9	9,3	10,6	12,0	13,6	15,7	18,7	27,0
		35	4,1	6,0	7,5	8,9	10,2	11,7	13,3	15,3	18,4	26,7
Soja		10	1,8	4,2	6,1	7,8	9,5	11,2	13,2	15,7	19,4	29,0
		15	1,5	3,9	5,8	7,5	9,2	11,0	13,0	15,5	19,2	28,9
		20	1,2	3,7	5,6	7,2	9,0	10,8	12,8	15,3	19,0	28,7
		25	0,9	3,4	5,3	7,0	8,7	10,5	12,5	15,0	18,8	28,6
		30	0,6	3,1	5,0	6,8	8,5	10,3	12,3	14,8	18,6	28,4
		35	0,4	2,9	4,8	6,5	8,3	10,1	12,1	14,6	18,4	28,3
Arroz		10	7,4	8,8	9,9	10,9	11,9	13,0	14,2	15,8	18,1	22,9
		15	6,8	8,4	9,5	10,5	11,5	12,6	13,9	15,4	17,8	24,5
		20	6,6	8,0	9,1	10,2	11,2	12,3	13,5	15,1	17,5	24,3
		25	6,3	7,7	8,8	9,8	10,9	12,0	13,2	14,8	17,3	24,1
		30	5,9	7,4	8,5	9,5	10,6	11,7	13,0	14,6	17,0	23,8
		35	5,6	7,1	8,3	9,3	10,3	11,4	12,7	14,3	16,8	23,6

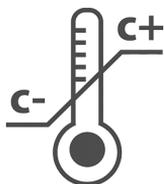
Fonte: Dryeration

O modelo selecionado será específico para cada tipo de grão, pois o teor de água de equilíbrio está sujeito à composição química dos alimentos. Por exemplo, em uma mesma condição, grãos com elevado teor de óleo, como é o caso da soja, absorvem menor quantidade de água do ambiente do que grãos com alto teor de amido, a exemplo, do milho.

## EFEITOS DA TEMPERATURA E UMIDADE NA ARMAZENAGEM DE GRÃOS



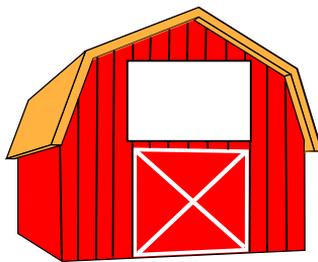
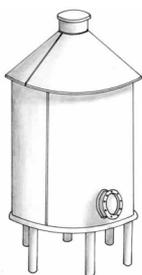
Para se manter o equilíbrio higroscópico durante todo o armazenamento dos grãos evitando perdas, é necessário utilizar técnicas de armazenamento. Os grãos são organismos vivos e, mesmo aparentando serem inertes, eles respiram e apresentam atividades metabólicas, que são mais intensas quanto maior for a temperatura e a umidade circundante.



Armazéns ideais deveriam apresentar controle da umidade relativa do ar de 35 a 40%, e temperatura próxima a 10°C.

## Técnicas de armazenagem

Uma unidade armazenadora de grãos é uma estrutura que tem como finalidades o recebimento de grãos, sua conservação e distribuição. As mais comuns são os silos e armazéns.



- Uma opção para pequenos produtores que comercializam ou possuem um consumo maior de grãos (seja para granja, gado, etc), silo de armazenamento em conjunto com outros produtores ou armazéns de estruturas conjuntas, podem ser boas opções.
- Já para o agricultor familiar, que produz para o sustento e complemento da renda, pode-se usar o armazenamento em sacarias, galpões ou depósitos – Paiol.

### Lembrete:

O período de armazenamento do produto depende do próprio produto!

- Os grãos devem ser armazenados, preferencialmente, em recipientes herméticos, é crucial adicionar uma etiqueta com a data de validade e outras informações específicas.

**Não se devem misturar grãos novos e antigos!**



**IMPORTANTE**



**Aeração**

Os grãos armazenados a granel necessitam, periodicamente, de arejamento para manter a qualidade.

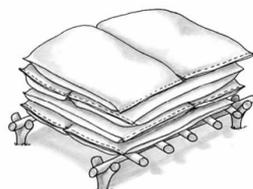
A aeração é a operação em que se provoca, por meios mecânicos, a circulação do ar ambiente através da massa de grãos, com a finalidade de melhorar as condições de armazenagem.

Os principais objetivos da aeração são:

- 1) Impedir a migração de umidade;
- 2) Resfriar a massa de grãos;
- 3) Remover maus odores;
- 4) Aplicar fumigantes.

### **EXEMPLO**

Sacos empilhados em palete.  
Entre os paletes é deixado um espaço suficiente para garantir boa ventilação.



# CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento mínimo das condições climáticas (meteorológicas), a exemplo da temperatura e umidade relativa, é primordial para o correto armazenamento dos grãos e manutenção de sua qualidade.

Com a dependência dos fatores climáticos e a higroscopicidade dos grãos, é fundamental que os mesmos sejam mantidos em condições corretas, já que circunstâncias desfavoráveis podem retardar o processo de secagem e/ou propiciar a deterioração.

Nesse sentido, estruturas, embalagens e boas práticas nos armazéns serão apresentadas nos capítulos seguintes, já que são cruciais para a manutenção dos produtos durante a armazenagem e para os padrões adequados de comercialização com qualidade.

Referências serão indicadas ao final do último capítulo.

## ESTRUTURA E EMBALAGENS PARA ARMAZENAMENTO NAS PROPRIEDADES RURAIS

Iasmim Marcella Souza  
Caroline Salezzi Bonfá

O Capítulo 2 está organizado em três tópicos, conforme apresentados a seguir:

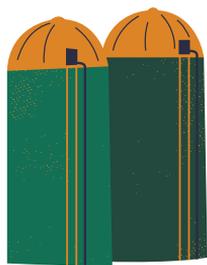
- 1. Estruturas de armazenagem;**
- 2. Embalagens para armazenagem;**
- 3. Exigências para o armazenamento dos produtos agrícolas.**

O armazenamento em propriedades rurais é essencial para garantir a segurança e a conservação dos produtos colhidos, a fim de evitar e/ou minimizar perdas quantitativas e qualitativas dos grãos.

A depender da região brasileira, as perdas podem atingir 30% ou mais, e em grande parte, são ocasionadas por instalações inadequadas, ataque de pragas e à falta de conhecimento técnico adequado.

# 1. Estruturas de armazenagem

Como já visto, uma estrutura de armazenagem tem como finalidade o recebimento de grãos, sua conservação e distribuição. É muito importante que o armazenamento seja feito de forma correta e cuidadosa pois influenciará diretamente nas características do produto. Existem vários tipos de estruturas que são utilizadas de acordo com o produto a ser armazenado e a área disponível, sendo os sistemas mais usados os silos (metálico, em concreto, bolsa, bag), armazém graneleiro, armazém convencional e paiol.



Silos



Armazém convencional

- **Silos**

Os silos são unidades armazenadoras, caracterizadas por células ou compartimentos fechados, e podem ser construídas de chapas metálicas, madeira, de concreto ou de alvenaria. Geralmente são de formato cilíndrico e podem ser equipados com sistemas de aeração. Os silos podem ser classificados em horizontais e verticais, dependendo da relação que apresentam entre a altura e o diâmetro.

## Conheça os tipos e tamanhos dos silos



Fonte: ESSS



Fonte: Silos Cordoba



Fonte: Caroline Moreira/Jornal Arauto



Fonte: Silomax

**Exemplo:** Silo de concreto (A), Silo metálico (B), Silo de alvenaria (C), Silo de madeira (D).

### • Armazém graneleiro

São unidades armazenadoras horizontais que possuem altura menor do que a base. Esse tipo de estrutura possui baixo custo e maior rapidez na construção se comparado aos silos verticais. Podem ser construídos em estruturas metálicas ou em concreto armado.

**Exemplo:**  
Armazém  
graneleiro.



Fonte: Research Gate

- **Armazém convencional**

Unidade armazenadora de piso plano e compartimento único, destinada para armazenar mercadorias embaladas em sacos, fardos, caixas, etc. Em geral são construídos em alvenaria, estruturas metálicas ou outros materiais próprios para a construção que apresente boas condições de ventilação, movimentação, drenagem e cobertura.

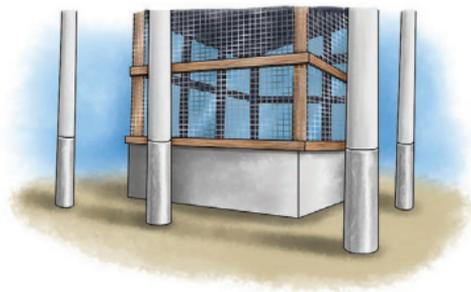
- **Paiol**

O paiol é uma estrutura muito utilizada para armazenar o milho em espiga, porém, nesse tipo de armazenamento, o produto fica muito suscetível ao ataque de pragas como insetos, fungos e roedores. Apesar desses problemas o uso do paiol possui algumas vantagens, tais como: a facilidade para fazer a carga e a descarga, simplicidade de construção da estrutura de armazenagem e o baixo custo de armazenamento.

# IMPORTANTE



O paiol deve possuir barreiras contra a penetração de ratos, mas que permitam bom arejamento e seu local de instalação deve ser mantido longe de animais domésticos, como cães, galinhas, patos e gatos.



Fonte: Senar



Fonte: Embrapa

## 2. Embalagens para armazenagem

O uso de embalagens é muito comum para o armazenamento dos grãos/sementes; de forma geral, existem três tipos de embalagens, categorizadas quanto à sua permeabilidade à umidade.



- **Embalagens permeáveis**

Permitem a troca de umidade entre os produtos e o ar. São utilizadas quando o período de armazenamento é curto ou em ambiente de clima seco.

### **POR EXEMPLO**

Sacos de tela de algodão, de juta e de papel.



Fonte: Embrapa

Embalagens permeáveis para o armazenamento de sementes em sacos de papel, polipropileno, algodão e juta.

- **Embalagens semipermeáveis**

Oferecem certa resistência à passagem de umidade, porém não impedem totalmente. São utilizadas quando o período de armazenamento não for prolongado e as condições do ambiente não forem muito úmidas.

### **POR EXEMPLO**

Sacos de papel multifolhados, de polietileno, de poliéster, de plástico fino, de papel plastificado e de papel aluminizado.



Embalagens semipermeáveis como os sacos de papel multifolhado.

Fonte: Plastifilme

- **Embalagens impermeáveis**

Impedem a troca de umidade entre a semente e o ar externo. Para sementes armazenadas sob esta condição é recomendado evitar temperatura excessivamente alta.

### **POR EXEMPLO**

Sacos ou envelopes de alumínio, latas metálicas vedadas, recipientes de vidro, polietileno grosso



Embalagens impermeáveis para o armazenamento de sementes em potes de vidro.

Fonte: Epamig

Uma alternativa de baixo custo para os pequenos produtores armazenarem sementes é o uso de garrafas pets.



Fonte: Epamig



Fonte: Embrapa

### 3. Exigências para o armazenamento dos produtos agrícolas.



1. Deve-se atentar ao teor de umidade adequado;
2. A sacaria deve ser suspensa do piso, e distante das paredes de forma que possa haver boa ventilação, circulação de carrinhos hidráulicos ou de pessoas para manutenção da carga e inspeções;
3. O piso deve ser de concreto, impermeabilizado, e deve estar a 30 cm acima do nível do solo;
4. Deve-se proceder o controle de ratos com telas em todas as saídas da estrutura e dos telhados;
5. O expurgo dos lotes deve ser realizado sempre que se identificar aumento das pragas (importante monitorar).

O ambiente de permanência dos grãos deve ser sombreado, fresco e ventilado, de modo a minimizar a atividade biológica dos grãos, de insetos e de fungos durante o período de armazenagem.



### Cuidados básicos

1. Garantia da limpeza dos grãos antes do armazenamento;
2. Eliminação de focos de ratos, de pombos e de insetos;
3. Uso de sacaria limpa.



Os roedores e os pombos podem transmitir doenças por meio de excrementos (urina, fezes, pulgas e pelos). Os grãos contaminados com esses excrementos são impróprios para o consumo humano e animal.

### Recomendação geral

- É crucial separar os lotes de grãos/sementes de acordo com o local onde foram produzidos, o ano, a variedade, entre outras especificações.
- Adicionar uma etiqueta com as informações facilita o uso dos diferentes lotes e melhora o aproveitamento dos produtos armazenados.



## DICAS

✔ Pode-se fazer uso de estruturas já existentes na propriedade rural, ou seja, locais que estejam disponíveis podem ser adaptados para uso como galpão convencional, porém, atenção deve ser dada para o que será armazenado no mesmo ambiente.

Lembrem-se da característica higroscópica dos grãos, também presente em adubos químicos, o que pode facilitar a troca de vapor d'água entre os produtos e o meio que os circundam.

✔ Pode-se fazer uso de embalagens diversas para armazenagem de grãos, a depender do período que se queira armazenar; o importante é que sejam acondicionados limpos e secos.



Fonte: Rancho do Pedro



Fonte: Chácara da Maria

**Exemplo:** Armazenamento de grãos de milho em tambor (A), Armazenamento de milho em galão de plástico (B).

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

As unidades armazenadoras corretamente projetadas e bem localizadas, assim como a boa escolha das embalagens para o acondicionamento, constituem uma das soluções mais eficientes para tornar o sistema mais produtivo e econômico, o que pode favorecer a comercialização dos grãos em períodos adequados para a maximização de preços, além de garantir a segurança alimentar, já que esse sistema minimiza perdas quantitativas e qualitativas dos grãos durante a armazenagem.

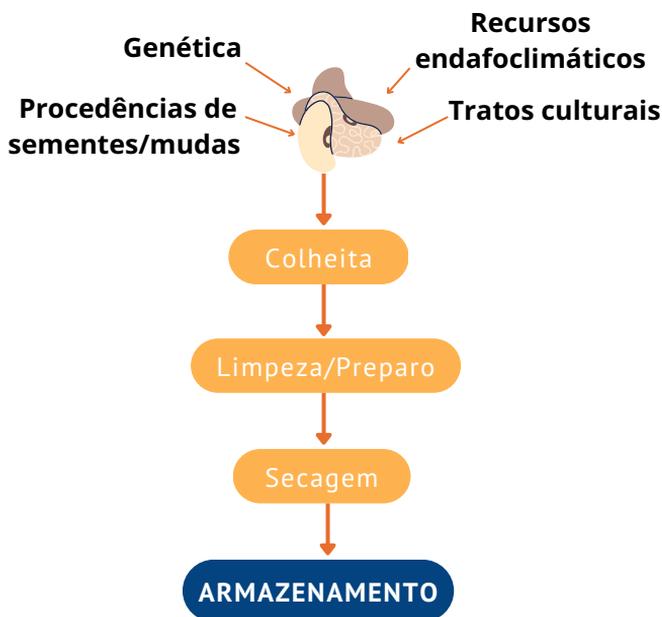
Referências serão indicadas ao final do último capítulo.

## GRÃOS E SEMENTES ARMAZENADOS NA PROPRIEDADE

Maria Sebastiana Carmindo da Silva  
Danúbia Aparecida Costa Nobre  
Marcela Carlota Nery

Os grãos e sementes são seres vivos, e como já visto nos capítulos anteriores, são necessárias algumas medidas para a manutenção de suas reservas de forma segura, seu vigor/valor nutricional, afim de evitar o processo de deterioração.

Obtendo grãos e sementes de qualidade:

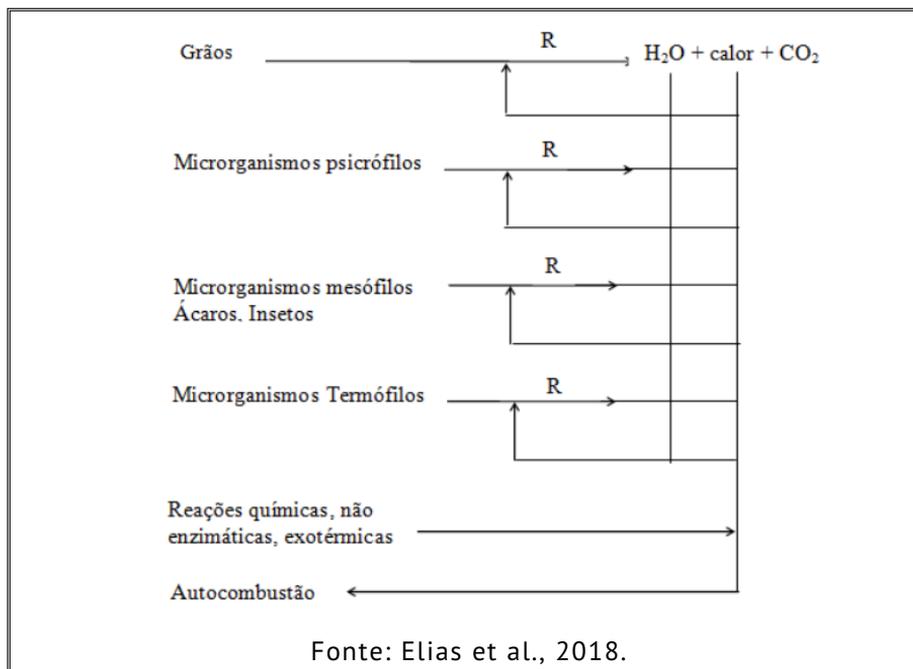


**Durante o armazenamento, os grãos/sementes não serão melhorados, apenas conservados!**

## Grãos e Sementes Armazenados: qualidade e conservação

Como organismos vivos, os grãos e sementes armazenados respiram, produzindo água, calor e gás carbônico, da mesma forma que ocorre com os organismos associados, iniciando uma série de reações e fenômenos.

Dinâmica metabólica no armazenamento:



Com a produção de água e calor, há favorecimento e intensificação dos processos respiratórios, e o ataque por microrganismos psicrófilos, mesófilos, termófilos, ácaros e insetos. O fenômeno intensifica o calor, e ocorre desnaturação das proteínas, e consequente inativação enzimática. A partir desse limite, o calor acumulado permite a autocombustão.

A aeração remove o calor e uniformiza a temperatura do sistema, reduzindo os efeitos das correntes de ar quente e dificultando a deterioração dos grãos/sementes.

A deterioração pode acontecer em vários processos, como na colheita, na secagem e no armazenamento, e envolve uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e físicas que, eventualmente, causam a morte do produto. As alterações são progressivas e determinadas por diversos fatores.

### POR EXEMPLO



Grãos de soja mofados (mofo ou bolor) visíveis a olho nu;

Fonte: Referencial fotográfico dos defeitos da soja. 3º Ed, 2008.

A manutenção dos grãos e das sementes com grau de umidade favorável, pode minimizar as reações que conduzem à deterioração durante o armazenamento.

**ATENÇÃO** ✋

## Os grãos e sementes apresentam algumas particularidades, vejamos:

As sementes, quanto ao comportamento em relação ao armazenamento, podem ser classificadas em recalitrantes e ortodoxas.

Para efeitos práticos, é crucial conhecer a classificação das sementes (recalcitrante ou ortodoxa), pois sua longevidade permitirá definir o sistema de armazenagem a ser usado.

- As sementes recalcitrantes são aquelas que perdem rapidamente a sua viabilidade quando são secadas abaixo de um grau de umidade relativamente baixo.
- As sementes ortodoxas podem ser secas até baixos teores de água (5 a 7%) e armazenadas em ambiente com baixas temperaturas.

### POR EXEMPLO

Ortodoxas: os grãos de feijão, arroz, milho, aveia, trigo, etc.  
Recalcitrantes: cacau, mangueira, abacateiro, etc.

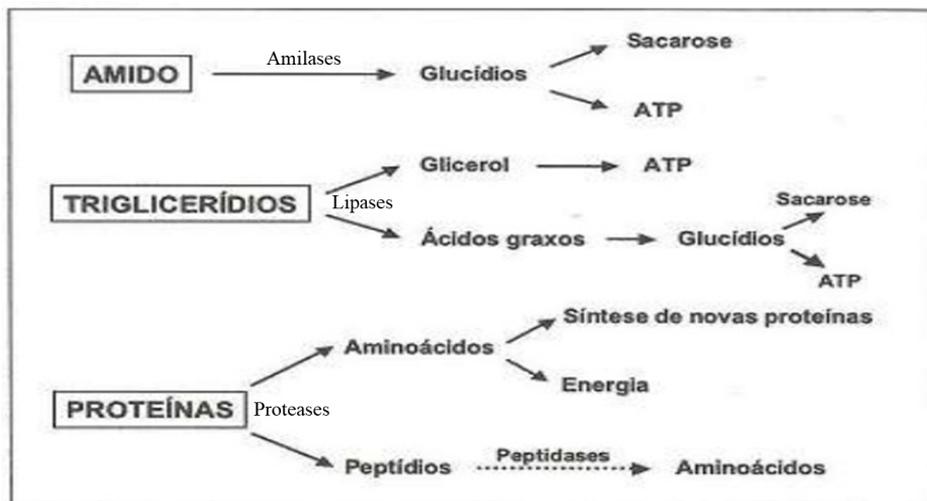
As sementes são também classificadas de acordo com a composição química de suas reservas:

Classificação	Fonte de reserva	Exemplo
Amiláceas	Amido	Milho, trigo, arroz, aveia e cevada;
Aleuro-amiláceas	Amido a alto teor de proteínas	Feijão, a ervilha;
Oleaginosas	Predomina o óleo (lipídeos) como reserva.	Girassol, gergilim e linhaça;
Aleuro-oleaginosas	Lipídeos e proteínas	Soja e algodão;
Córneas	Celulose	O café e tremoço.

Fonte: Syngenta Digital, 2022.

O processo de quebra das reservas em grãos e sementes é governado pelo controle enzimático, por exemplo, o amido sofre ação da enzima amilase, que pode ser alterado por fatores inerentes da espécie, como alguns inibidores, e por fatores externos, como a temperatura.

Principais compostos de reserva e suas funções:



Fonte: Marcos Filho, 2015.

Reduções desses compostos formados acima, podem acarretar em sementes com baixa viabilidade (vigor e germinação). Enquanto que, para grãos, resultam em perda de material orgânico, diminuição da matéria seca e perda do valor comercial e nutritivo, já que as reservas estão sendo consumidas.

O fator mais importante que afeta a conservação das sementes é o seu grau de umidade:

1. Teor de água superior a 45-60%: a semente germina;
2. Teor de água entre 18-20% e 45-60%: a velocidade respiratória da semente e dos microrganismos é elevada e ocorre o aquecimento, que pode levar a morte dos produtos;
3. Teor de água entre 12-14% e 18-20%: pode ocorrer o desenvolvimento de microrganismos, principalmente de fungos que podem colonizar a semente/grão, especialmente, se apresentar danos físicos;
4. Teor de água entre 8-9% e 12-14%: há redução ou supressão na atividade dos insetos.

Quanto maior o teor de água na semente armazenada, maior o número de fatores adversos que podem prejudicar a conservação da qualidade fisiológica (Popinigis, 1977); o mesmo é válido para a qualidade física e sanitária. Para os grãos, a informação aplica-se em todas as qualidades citadas, com adição da qualidade nutricional, que é de extrema importância para a alimentação humana e animal.

Outro fator que influencia no armazenamento, além da umidade, é a sanidade, pois produtos doentes possuem período menor de armazenamento, além de disseminarem a contaminação. Ademais, deve-se ter cuidado com as sementes para que permaneçam inteiras. Sementes e grãos muito secos sofrem danos do tipo trincas e com maior umidade, a exemplo dos verdes, sofrem danos do tipo esmagamento.

Vale ressaltar que o momento ideal para colher as sementes e os grãos, é chamado de maturidade fisiológica, e acontece quando a planta atinge o seu máximo de maturação, com os produtos apresentando máximo de matéria seca, tamanho, vigor e germinação, e teores reduzidos de água.

## IMPORTANTE



Durante o armazenamento pode haver também perdas por ataque de insetos e roedores que, junto aos fungos, causam diminuição do peso do produto, fermentação, rancificação dos lipídeos e outros processos que alteram as propriedades organolépticas do produto armazenado.

Uma das alternativas para minimizar as perdas é o manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas. Na unidade a seguir veremos as principais pragas de grãos e os métodos de controle.

Segundo Delouche (1968):

- A cada 1% de diminuição no grau de umidade, duplica-se o potencial de armazenamento das sementes;
- A cada 5,5°C de diminuição na temperatura, duplica-se o potencial de armazenamento das sementes;
- Condições frias e secas são as melhores para o armazenamento de sementes e grãos.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os grãos e as sementes armazenados na propriedade rural, podem ser mantidos com qualidade desde que seja assegurado o correto manejo, a fim de garantir a conservação desses produtos.

Conhecer e compreender a dinâmica de ação dos produtos vivos e a interação com o meio que os circundam, é primordial para que boas práticas sejam realizadas durante a armazenagem. A fim de obter maior potencial dos produtos, com reflexos positivos na comercialização, na qualidade nutricional, nas condições de semeadura e na formação do estande, tendo em vista a qualidade por longos períodos e a maior lucratividade.

Referências serão indicadas ao final do último capítulo.

## PRAGAS DE ARMAZENAMENTO

Juliana de Almeida Souza  
Gustavo Oberdan Fernandes Teixeira  
Ricardo Siqueira da Silva

O ataque de pragas é uma das principais causas de perda na pós colheita. As condições da unidade armazenadora e a sanidade da massa de grãos influenciarão no desenvolvimento de pragas, que ao atacarem o produto, reduzirão a qualidade e o volume dos mesmos.

Para sementes, a principal preocupação é a redução do poder germinativo, afetando de forma direta a próxima safra. Para grãos, ocorre a diminuição do peso e do valor nutricional, além dos efeitos indiretos, devido a possível contaminação por fungos, que se aproveitam das portas de entrada deixadas pelas pragas, assim como o aumento da temperatura e da umidade em função do ataque destes indivíduos. Estas perdas levam à desvalorização comercial dos produtos.

As pragas como insetos, ácaros, pássaros e roedores, no geral, têm sua incidência ligada a armazenagem precária em instalações não adequadas, que facilitam sua entrada.

Além de consumirem os produtos, estas pragas podem ainda contaminar o lote, visto a transmissão de doenças através de suas fezes e urina.

Pensando nisso, faz-se necessária a adequação das unidades armazenadoras, dos métodos de armazenagem e do controle de pragas, de forma preventiva e/ou curativa.

Devemos adequar os métodos já existentes para atender às pequenas propriedades, que muitas vezes contam com formas mais simples para realizar a conservação dos produtos, o que inviabiliza a utilização de métodos empregados na produção em grande escala.



As pragas podem ser divididas em primárias ou secundárias, de acordo com seu hábito alimentar, tendo influência no manejo a ser empregado na massa de grãos ou sementes.

## 1) PRAGAS PRIMÁRIAS:

Atacam grãos e sementes sadias. Podem ser divididas em internas ou externas:

**a) Primárias internas:** Rompem os grãos e alimentam-se do seu conteúdo interno. Exemplos: besouros, carunchos e gorgulhos (Coleoptera) e traças de grãos (Lepidoptera).

**b) Primárias externas:** Alimentam-se dos grãos externamente, podendo atacar a parte interna, contudo, não dependem do abrigo do grão para completar seu ciclo, usam-no apenas para a sua nutrição. Exemplos: traça e besouro de cereais e farinhas.

## 2) PRAGAS SECUNDÁRIAS:

Atacam apenas grãos/sementes que já apresentam algum tipo de dano (trincas, quebrados ou atacados por pragas primárias). Nestas enquadram-se alguns besouros (escaravelhos) e traças.



A descrição, a biologia e os danos de cada espécie-praga devem ser conhecidos, para que seja adotada a melhor estratégia para evitar prejuízos.

Existem dois importantes grupos de pragas que atacam os grãos e sementes armazenadas, que são os besouros e as traças.

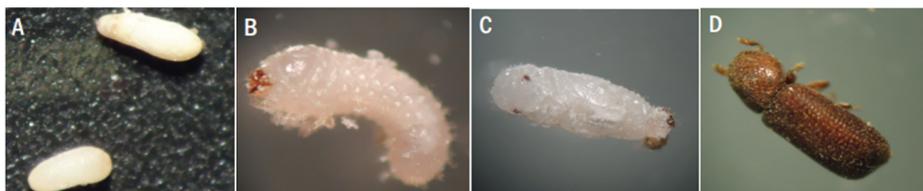


Entre os besouros encontram-se as espécies:

- ***Rhyzopertha dominica* (Besourinho-dos-cereais):**

Essa praga primária interna possui elevado potencial de destruição em grãos de trigo, pois é capaz de destruir de 5 a 6 vezes seu próprio peso em uma semana. É a principal praga de pós-colheita de trigo no Brasil, devido a elevada incidência e da grande dificuldade de se evitar os prejuízos que causa aos produtos. Possui outros hospedeiros, como cevada, triticales, arroz e aveia.

Deixa os grãos perfurados e com grande quantidade de resíduos na forma de farinha, decorrentes do hábito alimentar. Tanto adultos quanto larvas causam danos.



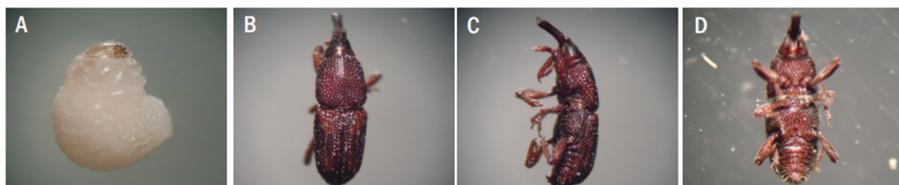
*Rhyzopertha dominica*. Ovo (A), larva (B), pupa (C), adulto (D).

Fonte: Lorini et al., 2015.

- ***Sitophilus oryzae* e *S. zeamais* (Gorgulhos do arroz e do milho)**

Essas duas espécies são muito semelhantes em caracteres morfológicos e podem ser distinguidas somente pelo estudo da genitália. Ambas podem ocorrer juntas na mesma massa de grãos/sementes, independentemente da região e tipo de produto. É praga primária interna de grande importância, pois pode apresentar infestação cruzada, ou seja, infestar grãos no campo e também no armazém, onde penetra na massa de grãos.

Apresenta elevado potencial de reprodução, e possui muitos hospedeiros, como trigo, milho, arroz, cevada e triticale. Tanto larvas quanto adultos são prejudiciais e atacam os produtos.



*Sitophilus zeamais*. Larva (A), adulto dorsal (B), adulto lateral (C), adulto ventral (D).

Fonte: Lorini et al., 2015.

- ***Tribolium castaneum* (Besouro castanho):**

É praga secundária. Alimenta-se de grãos quebrados, farinhas e rações, causando prejuízos elevados pela sua presença e atividade biológica associada às pragas primárias, provocando a deterioração.



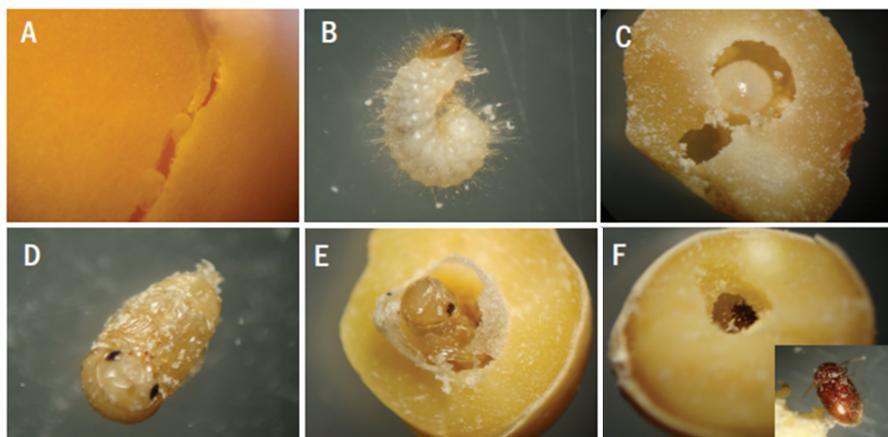
*Tribolium castaneum*. Larva (A e B), pupa (C), adulto (D).

Fonte: Lorini et al., 2015.

- ***Lasioderma serricorne* (Besourinho-do-fumo):**

Essa praga é originária do fumo armazenado, e, recentemente, passou a ocorrer com frequência em grãos e sementes de soja no armazenamento. É encontrada em praticamente todos os países, se alimentando de produtos secos armazenados.

Na soja, perfura sementes e grãos, provocando prejuízos aos armazenadores e ameaçando a qualidade do produto oferecido nos mercados.

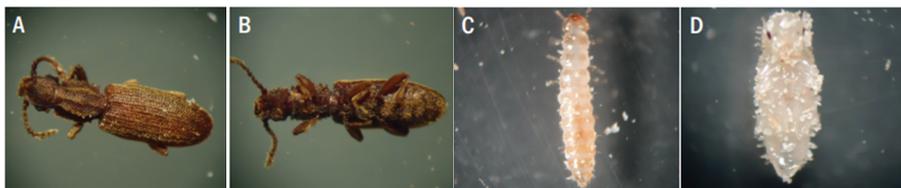


Fases do desenvolvimento do besourinho dos cereais, *Lasioderma serricorne* em grãos de soja armazenada: postura no grão (A), larva (B), larva no grão (C), pupa (D), pupa no grão (E), adulto no grão (F).

Fonte: Lorini et al., 2015.

- ***Oryzaephilus surinamensis* (Besouro-da-cevada):**

Ocorre em produtos armazenados de praticamente todas as regiões do mundo. No Brasil, está presente em toda região produtora de grãos, visto sua capacidade de adaptação às diferentes condições climáticas, com preferência por locais quentes. Infesta especialmente cereais, frutos secos e oleaginosas. Apesar de ser uma praga secundária, pode causar danos. É uma espécie muito tolerante a inseticidas químicos, sendo uma das primeiras a colonizar os grãos após a aplicação desses produtos.



Inseto adulto de *Oryzaephilus surinamensis*. Adulto dorsal (A), adulto ventral (B), larva (C), pupa (D).

Fonte: Lorini et al., 2015.

- ***Cryptolestes ferrugineus* (Escaravelho):**

Praga secundária amplamente difundida, acomete grãos (soja, milho, trigo, arroz, cevada e aveia), frutos secos e nozes, além de infestar as estruturas de armazenagem, como as moegas, secadores e silos. A praga pode destruir grãos fendidos, rachados e quebrados, neles penetrando. Consome grãos quebrados e restos de grãos e de farinhas, o que causa elevação da temperatura da massa de grãos e a deterioração. Da mesma forma que *O. surinamensis*, aparece em grande quantidade em armazéns após o tratamento, pois são tolerantes.



Inseto adulto de *Cryptolestes ferrugineus*. Dorsal (A), ventral (B).

Fonte: Lorini et al., 2015.

- ***Acanthoscelides obtectus* (Caruncho-do-feijão):**

Praga primária de produtos armazenados, ataca principalmente leguminosas, como o feijão. Está adaptado para viver e reproduzir em regiões tropicais e temperadas, em condições de baixa umidade. Causa prejuízos na massa de grãos, além de favorecer a introdução de fungos e micotoxinas.

Muitas infestações iniciam no campo e as larvas alimentam-se dos grãos em maturação.



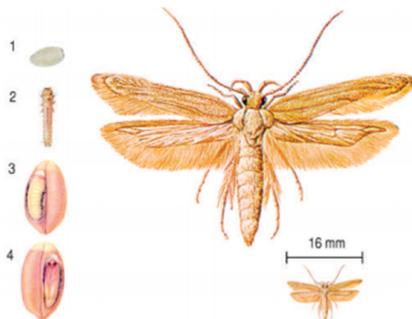
Inseto adulto de *Acanthoscelides obtectus*. Dorsal (A), lateral (B).

Fonte: Lorini et al., 2015.

➔ As espécies de traças mais importantes são:

- ***Sitotroga cerealella* (Traça-dos-cereais):**

Ataca grãos inteiros (primária), porém afeta a superfície da massa de grãos. As larvas destroem o grão, alterando o peso e a qualidade. Atacam também farinhas, causando deterioração de produto pronto para consumo.



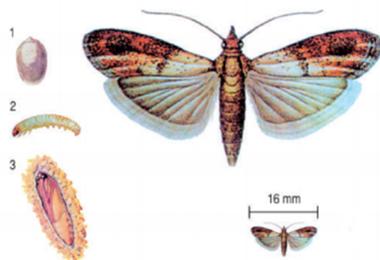
Fonte: Bequisa, 2023

- ***Plodia interpunctella* (Traça-indiana-da-farinha):**

Considerada primária externa. Possui a característica de se alimentar, preferentemente, do embrião de grãos. Não causa muitos prejuízos em trigo e em milho armazenados a granel, pois seus danos se limitam à superfície exposta da massa de grãos, diferentemente, dos grãos armazenados em sacarias. As larvas, após seu completo desenvolvimento, tecem um casulo de seda, em fendas de parede e nas bordas da sacaria, e empurram no interior.



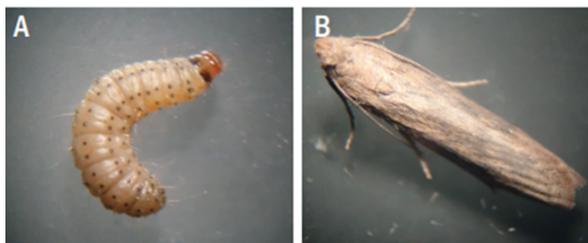
Fonte: Moth Identification, 2023



Fonte: Bequisa, 2023

- ***Ephestia kuehniella* (Traça-da-farinha):**

Distribuída em toda região produtora de grãos do país, desde que haja disponibilidade de alimento armazenado. Grãos e sementes de soja, milho, sorgo, trigo, arroz, cevada e aveia são preferidos, além de produtos elaborados, como biscoitos, barras de cereais e chocolates. É uma praga secundária, pois as larvas se desenvolvem sobre resíduos de grãos e de farinhas. A qualidade dos produtos armazenados é prejudicada pela formação de uma teia na superfície dos grãos ou sacarias.



*Ephestia kuehniella*. Larva (A), adulto (B).

Fonte: Lorini et al., 2015.

Além dos insetos, há ácaros, roedores e pássaros causadores de perdas, principalmente qualitativas, pela contaminação que deixam no produto final.

Um dos principais passos para manter esses inimigos longe dos grãos armazenados é a **correta higienização** do local destinado à armazenagem. Apesar deste ser o controle mais efetivo, de forma preventiva, e parecer ser o mais simples, acaba se tornando um dos mais complexos, visto a grande quantidade de sujidades advindas do campo, em sua maioria aderidas aos próprios grãos. Entre estes, podemos citar a poeira, que além de vir nas máquinas e no próprio produto, chega carregada pelo vento, e se espalha com grande facilidade.

Esses locais devem ser limpos, e os resíduos coletados. É aconselhável queimar ou enterrar esse material para evitar a proliferação de insetos e de fungos, que poderão reinfestar as unidades armazenadoras. Após a limpeza, os locais deverão ser higienizados via pulverização com inseticidas, para eliminar os insetos presentes.

### 3) PRAGAS ASSOCIADAS:

Existem outras espécies que também são pragas e estão associadas aos grãos/sementes armazenados. Exemplos dessas espécies temos o inseto *Liposcelis* sp. (Psocoptera: Liposcelidae) e o ácaro *Acarus* sp. (Astigmata: Acaridae).

***Liposcelis* sp.** é um inseto pequeno com aproximadamente 1 mm de comprimento. Não possuem asas, tem a cabeça grande, o corpo arredondado, olhos protuberantes, com antenas longas e filiformes, tórax pequeno, principalmente o protórax, abdome largo e mais longo que o resto do corpo, que é semitransparente, de coloração marrom-claro. Sua presença indica condições deficientes de armazenamento, grãos danificados por outros insetos, excesso de umidade, desenvolvimento de fungos e elevado conteúdo de impurezas.



*Liposcelis* sp.

Fonte: Insetisan, 2023.

Embora estes insetos sejam frequentemente ignorados e considerados de menor importância econômica, em razão de seu pequeno tamanho, infestações têm sido registradas, causando significativos danos em trigo e arroz moídos.

Psocoptera também causa danos econômicos em indústrias processadoras de alimentos e geram possibilidades no que diz respeito à saúde, pela transferência de microrganismos e contaminação dos alimentos por fezes e exúvias.

***Acarus sp.***, é outra praga associada, o macho mede 320 a 460 micra, coloração amarelo pálida a marrom claro. As patas são curtas, com comprimento igual, apresentando uma unha em sua extremidade. A fêmea é um pouco maior, medindo de 350 a 650 micra. Vive em grãos úmidos e prefere atacar o germe. A fêmea oviposita cerca de 800 ovos. Os parâmetros para o desenvolvimento do *A. siro* se situam entre 25° e 31° C e 62% de U.R. A duração do ciclo ovo-adulto é 10 dias e a longevidade da fêmea é 30-40 dias.

Danos: É uma praga importante no armazenamento de grãos e de produtos elaborados, como farinhas, farelos e rações animais. Sua presença indica problemas de excesso de umidade na massa de grãos e/ou produtos atacados por pragas. Pode causar sintomas alérgicos em pessoas que trabalham com produtos contaminados, bem como por inalação ou contato.



*Acarus sp.*

Fonte: Agrolink, 2023.

[@cursoarmazenamentodegraos](#)

[@netsa\\_ufvjm](#)

Além da correta sanidade do local de armazenagem, existem outras maneiras, preventivas e/ou curativas, para evitar as perdas causadas pelas pragas. E podem ser agrupados de três formas: físicos, químicos e biológicos.



Métodos físicos podem ser empregados isoladamente ou combinados, fazendo uso de:

- **Temperatura:**

Temperaturas fora da faixa ideal para o desenvolvimento de pragas podem ser usadas para retardar a multiplicação, e até mesmo para eliminá-los, sejam elas inferiores ou superiores à adequada.

**OBS: temperatura elevada pode reduzir a qualidade.**

#### RESPOSTA DAS PRINCIPAIS PRAGAS DE PRODUTOS ARMAZENADOS À TEMPERATURA

Ação	Faixa de Temperatura (°C)	Efeito esperado
Letal	> 62	Morte em menos de 1 minuto
	50 a 60	Morte em menos de 1 hora
	45 a 50	Morte em menos de 1 dia
	35 a 42	Populações podem morrer
Subótimo	35	Temperatura máxima para reprodução
	32 a 35	Lento crescimento populacional
Ótimo	25 a 32	Máxima taxa de crescimento populacional
Subótimo	13 a 25	Lento crescimento populacional
Letal	5 a 13	Lenta mortalidade populacional
	3 a 5	Cessam os movimentos
	-10 a -5	Morte em algumas semanas ou meses
	-25 a -15	Morte em menos de 1 hora

Fonte: Lorini et al., 2015.

- **Umidade do ar:**

A umidade relativa do ar (UR) ótima para as principais pragas de grãos e sementes armazenados situa-se próxima a 70%. A redução da UR cria um ambiente desfavorável aos insetos e diminui a longevidade e a sobrevivência destes. Assim, qualquer método que proporcione redução da UR, promove redução da umidade do produto armazenado, e contribui para eliminar pragas.

- **Atmosfera controlada:**

Método baseado na modificação da atmosfera, pela alteração da concentração dos gases, a exemplo do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e oxigênio (O<sub>2</sub>), o que torna o ambiente letal aos insetos. Há necessidade de que as instalações de armazenagem sejam herméticas. No caso das pequenas propriedades rurais, podem ser utilizadas as garrafas pet, ou demais recipientes que sejam capazes de impedir e/ou reduzir a troca de gases entre a massa de grãos e o ambiente. Ainda, para esses casos, pode-se fazer a queima de um material antes do fechamento da embalagem, para que o O<sub>2</sub> seja consumido, assim, a atividade respiratória dos produtos será reduzida e a conservação aumentada.

- **Uso de pós inertes:**

Além de seguros, apresentam baixa toxicidade a mamíferos, e não alteram as características qualitativas dos grãos destinados à confecção de farináceos.

1. Argila, areia e terra: empregadas como uma camada protetora, podendo ser misturadas a massa de grãos.

2. Terra de diatomáceas: no Brasil, apenas dois produtos comerciais, Insecto® e Keepdry®, à base de terra de diatomáceas, estão registrados como inseticidas e são indicados para controle de pragas no armazenamento. Agem sobre os insetos aumentando a perda de água via superfície corporal, até perderem uma quantidade letal.

Há produtos a base de sílicas e outros provenientes de rochas fosfatadas, que representam uma menor parcela da utilização dos pós inertes.

- **Remoção física:**

Utilização de peneiras, para que os insetos de tamanho diferente dos grãos sejam separados do lote. Por ser uma etapa realizada na pré-limpeza é utilizada principalmente para insetos que infestam os grãos ainda na lavoura.



Para os métodos químicos, temos dois grupos:

- **Tratamento preventivo:**

Se o período de armazenagem for superior a 60–90 dias, pode-se fazer tratamento químico preventivo de grãos ou sementes para proteção contra pragas. Esse tratamento consiste em aplicar inseticidas líquidos sobre os grãos e sementes. **Importante obedecer período de carência!**

- **Tratamento curativo (expurgo):**

Expurgo ou fumigação, trata-se da utilização de gás (fosfina) para a eliminação de pragas.

Esse processo pode ser realizado nos mais diferentes tipos de armazéns, desde que observadas a vedação do local e as normas de segurança para os produtos em uso. O gás liberado é letal para as pragas e mamíferos.



- Para o expurgo, qualquer saída ou entrada de ar deve ser vedada, por exemplo: lona de expurgo, com no mínimo 150 micras de espessura.
- Para a boa eficiência do expurgo, a distribuição do gás deve ser uniforme em todos os pontos da massa de grãos ou sementes a serem tratadas.



O controle biológico, visa conter as pragas agrícolas por meio de seus inimigos naturais.

No controle biológico, faz-se uso de insetos benéficos, predadores, parasitóides e microrganismos (fungos, vírus e bactérias). Apesar dos avanços, ainda é pouco utilizado.

Outra alternativa aos produtos químicos, são os **produtos de base ecológica**. Podemos citar as plantas repelentes e os óleos essenciais, entre outros compostos naturais.

O destaque é uso do **Manejo Integrado de Pragas**, que basicamente consiste no emprego em conjunto dos diferentes métodos de controle existentes com a finalidade de diminuir a utilização demasiada dos inseticidas químicos, e ainda, reduzir a incidência de pragas resistentes aos produtos registrados no mercado.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gama de pragas que acometem os produtos armazenados, induz a alta fabricação de produtos e sua aplicação nos diferentes métodos de controle durante a armazenagem dos grãos, a fim de manter os produtos dentro dos padrões adequados de consumo, comercialização e garantia de qualidade por longos períodos.

Todavia, o monitoramento das pragas na massa de grãos faz-se necessário para evitar tratamentos excessivos e desperdícios de compostos aplicados. Diante do exposto, fazer uso de técnicas de armazenamento que visem a sustentabilidade agrícola e a segurança do alimento por meio da redução de agroquímicos e seus efeitos adversos, podem assegurar o sucesso agrícola.

Referências serão indicadas ao final do último capítulo.

## FUNGOS E MICOTOXINAS NA ARMAZENAGEM

Júlio César de Almeida Andrade  
Nisia Andrade Villela Dessimoni Pinto

Os fungos são microrganismos multicelulares, constituídos de delicados filamentos, que se ramificam e formam um conjunto de hifas denominado micélio. Fungos possuem uma grande facilidade em crescer sob diversas condições ambientais, desde que haja umidade e temperatura adequada.

Ao infestarem os grãos, os fungos causam perdas qualitativas e quantitativas; podem produzir substâncias tóxicas, as micotoxinas, que ao serem ingeridas, inaladas ou absorvidas pela pele, causam diferentes problemas, como estado de letargia, intoxicações, câncer, perda de peso e óbito, tanto em seres humanos quanto em animais.

Fungos podem ser dispersados principalmente pelo ar atmosférico e ventos. Porém, também podem ser facilmente transportados via água, sementes, insetos, homem, animais, ácaros, ferramentas e outros meios.

Os grãos podem ser infestados por fungos durante o cultivo ou no período pós-colheita. Com isso, microrganismos fúngicos são agrupados de duas formas: fungos do campo e fungos do armazenamento.

- **Fungos do campo**

Contaminam o produto ainda no campo, e requerem ambientes com condições de alta umidade. Exemplos: fungos do gênero *Alternaria* (A) e *Fusarium* (B).



Fonte: Agrolink

- **Fungos do armazenamento**

São capazes de se desenvolver em baixa umidade (13 a 18%), e infectam o produto pouco antes e durante o armazenamento. Exemplos: fungos do gênero *Aspergillus* (C) e *Penicillium* (D).



No milho, o *Aspergillus flavus* infecta o produto ainda no campo, seguido da produção da aflatoxina.

### Fungos intermediários:

Infectam antes da colheita e continuam causando perdas durante armazenagem. Exemplos: *Penicillium* e *Fusarium*.

## ➔ Principais fungos de armazenamento

Muitas espécies de fungos podem se desenvolver utilizando os grãos como substrato, no entanto, os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* são os mais encontrados, e são os principais fungos micotoxicogênicos (produtores de micotoxinas).

- **Gênero *Aspergillus***

Gênero de fungos responsáveis pela produção de aflatoxina em grãos armazenados. As principais culturas afetadas incluem algodão, amendoim, arroz, aveia, cevada, ervilha, feijão, milho, soja, sorgo e trigo.



Fonte: Agrolink

- **Gênero *Penicillium***

Crescem em diversos ambientes e alimentos, podendo sobreviver no solo ou no interior de grãos e sementes. Levam a produção de mofo, e causam infecções e intoxicações em animais e seres humanos. Atacam diversas culturas de grande importância econômica, como amendoim, arroz, café, feijão, milho, soja, sorgo e trigo.



Fonte: Agrolink

- **Gênero *Fusarium***

Fungos de solo do gênero *Fusarium* podem sobreviver nos restos de cultura e apresentam várias espécies vegetais como hospedeiras. Frequentemente são encontrados associados às sementes. As principais culturas afetadas incluem algodão, aveia, arroz, feijão, milho, sorgo e trigo.



Fonte: Agrolink

## Danos causados por fungos em grãos e sementes armazenados



- Causam redução no vigor e germinação de sementes;
- Promovem perdas de qualidade visual;
- Reduzem o valor nutritivo dos grãos;
- Provocam a rancificação de ácidos graxos;
- Promovem perda na matéria seca;
- Induzem o surgimento de odor;
- Causam aquecimento da massa de grãos;
- Podem produzir substâncias tóxicas (micotoxinas).



**REDUÇÃO DO VALOR  
COMERCIAL**



Fonte: Cycloar, 2023



## Micotoxinas e seus efeitos na cadeia produtiva de alimentos

Além dos prejuízos econômicos decorrentes da perda na qualidade e na produtividade, durante o processo de colonização dos grãos, muitas espécies de fungos podem sintetizar substâncias tóxicas denominadas micotoxinas.

As micotoxinas são metabólitos tóxicos secundários produzidos por fungos, e são responsáveis por diversos danos à saúde humana e animal.

A ingestão de alimentos contaminados com micotoxinas pode resultar em intoxicações simples ou complexas, que podem interferir no metabolismo e no funcionamento dos órgãos vitais, e causar sérios riscos à saúde humana e animal.

As micotoxinas ganharam importância a partir de 1960, quando um **surto de mortes** inexplicáveis de aves, principalmente perus, ocorreu no Reino Unido. Este surto ficou mundialmente conhecido como **turkey x disease**, e após investigações, chegou-se a conclusão que o problema estava na ração, produzida com **amendoim** importado da África e do Brasil. Este amendoim estava contaminado com uma substância fluorescente produzida pelo fungo ***Aspergillus flavus***: a **aflatoxina**.

As micotoxinas podem entrar nas cadeias alimentares humana e animal por meio de contaminação direta ou indireta. A forma direta ocorre, por exemplo, via ingestão de alimentos vegetais, e a forma indireta através do consumo de produtos e subprodutos de origem animal, quando os animais consomem a ração contaminada.

## IMPORTANTE



- A maioria das micotoxinas apresentam **efeito cumulativo** nos organismos e nem sempre os sintomas são imediatos.
- A presença destes compostos tóxicos prejudica não somente os animais que ingerem rações a base de grãos contaminados, mas também o homem, ao longo da cadeia alimentar. O homem se alimenta da carne, leite, ovos, queijo e outros derivados.
- Grãos consumidos diretamente pelo homem, também pode apresentar micotoxinas, a exemplo do milho, amendoim e demais oleaginosas.



- A presença de **fungos** nos produtos alimentícios **não** é necessariamente um indicador da presença de **micotoxinas**.
- Por outro lado, a ausência de fungos visíveis **não descarta a sua presença**.

Devido à uma ampla gama de propriedades físicas e químicas, as micotoxinas são compostos químicos estáveis que não podem ser destruídos na maioria das operações de processamento dos alimentos. A avaliação antecipada desses contaminantes e a identificação dos principais fungos toxigênicos são de grande importância para o desenvolvimento de estratégias de controle para garantir a segurança e qualidade dos alimentos.



- Micotoxinas são **termoestáveis**: não são afetadas por métodos de processamento e cozimento; tampouco pelo frio e luz.
- Além disso, são **insolúveis** em gorduras e óleos e no processo de refinação são detoxificadas.



O impacto das micotoxinas não está apenas relacionado ao efeito que essas podem ter sobre a saúde do consumidor, mas também por influenciar as relações comerciais entre países. Vários governos já estabeleceram limites regulamentares para micotoxina em alimentos e rações, para venda e importação. Assim, esses metabólitos tóxicos afetam o agronegócio de muitos países, interferindo na exportação e reduzindo a produção animal e agrícola.

São apresentados na tabela a seguir os níveis da micotoxina aflatoxina permitidos em alguns alimentos, em diferentes países, conforme legislações específicas.

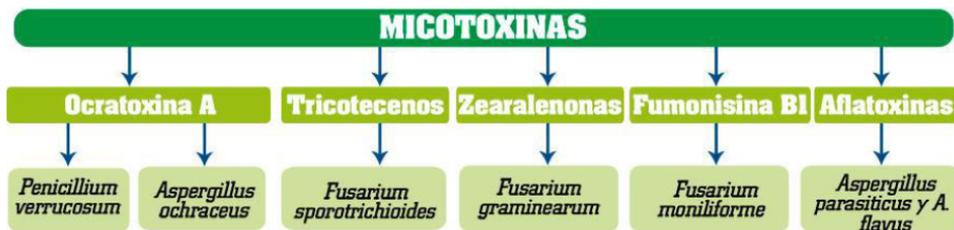
### NÍVEIS DE AFLATOXINAS EM ALIMENTOS PERMITIDOS EM DIFERENTES PAÍSES

	Brasil	União Europeia	Estados Unidos
Amendoim	20 ppb	4 ppb	20 ppb
Milho	20 ppb	4 ppb	20 ppb
Leite	0,5 ppb/L	0,05 ppb/L	0,5 ppb/L

Nota: ppb =  $\mu\text{g}/\text{kg}$

## Os tipos de micotoxinas

Veja abaixo algumas das micotoxinas de grande importância global, consideradas de grande risco para a saúde humana e animal, e os fungos toxicogênicos que as produzem:



Fonte: Miller, 1994.

## Aflatoxinas:

São produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*. Os grãos mais propensos à contaminação são o amendoim e o milho, tendo o fungo afinidade por oleaginosas. É extremamente tóxica e cancerígena. A depender da quantidade ingerida, frequência de ingestão e idade do indivíduo, podem relacionar-se à cirrose, necrose do fígado, encefalopatia e susceptibilidade à hepatite B.



Fonte: UFSM-LAMIC



Fonte: UFSM-LAMIC

## Fumonisinias:

São produzidas por fungos dos gêneros *Fusarium* e *Alternaria*. Ocorrem em diversos cereais, sobretudo no milho. Promovem diminuição do ganho de peso, dificuldade respiratória, edema pulmonar, afecções hepáticas, etc.

## Ocratoxina A:

Micotoxina produzida por fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Contamina sobretudo milho e outros grãos estocados. É a mais tóxica entre as ocratoxinas, e está associada à nefropatia em humanos.



Fonte: UFSM-LAMIC

## Zearalenonas:

São produzidas por fungos do gênero *Fusarium*. Contaminam cereais como o trigo, cevada, arroz e milho, e é particularmente importante durante estações de alta umidade acompanhada de temperaturas amenas. A toxina pode produzir efeitos estrogênicos, e em suínos leva a quadros de vulvovaginite, leitões fracos e natimortos, redução na taxa de concepção e surtos de síndrome dos membros abertos.



Fonte: UFSM-  
LAMIC



Fonte: UFSM-  
LAMIC

## Tricotecenos:

São produzidos por fungos do gênero *Fusarium*, dentre outros. Monogástricos, como os suínos, são muito sensíveis, e podem apresentar recusa de alimentos, vômito, perda de peso, diarreia com sangue, dermatite, hemorragias, abortos e outros distúrbios





## Controle e manejo de fungos em produtos armazenados

Para o controle eficiente de fungos em produtos armazenados, é importante que se conheça alguns dos fatores que afetam a atividade fúngica, entre eles:

- **Temperatura:** temperaturas muito altas ou muito baixas podem inibir o desenvolvimento de fungos. No geral, a maioria dos microrganismos se desenvolvem bem na faixa de temperatura entre 5 a 65°C. A elevação da temperatura na massa de grão armazenada para valores entre 45 e 57°C pode estar relacionada à atividade fúngica.
- **Teor de umidade dos grãos:** para a maioria dos grãos, teores de umidade de 14 a 15% são suficientes para o desenvolvimento fúngico. Quando associado a temperaturas maiores que 25°C, ocorre a aceleração do crescimento dos fungos. Confira a tabela a seguir:

### CONDIÇÕES PARA O CRESCIMENTO DE FUNGOS EM GRÃOS PARA TEMPERATURAS DE 25 A 27 °C

Espécie	Umidade relativa do ar intergranular - %	Teor de umidade dos grãos - %
<i>Aspergillus halophilieus</i>	68	12-14
<i>Aspergillus restrictus</i>	70	13-15
<i>Aspergillus glaucus</i>	73	13-15
<i>A. candidus</i> , <i>A. ochraeus</i>	80	14-16
<i>A. flavus</i> , <i>parasiticus</i>	82	15-18
<i>Penicillium spp.</i>	80-90	15-18

Fonte: Bakker-Arkema, 1999.

@cursoarmazenamentodegraos

@netsa\_ufvjm

- **Taxa de oxigênio:** a variação da quantidade de oxigênio disponível influencia os microrganismos aeróbios, aos quais é indispensável, e os facultativos, que também podem crescer na sua ausência.
- **Condições do tegumento:** o tegumento funciona como uma barreira natural contra infecções de microrganismos. Assim, grãos danificados e atacados por insetos são mais suscetíveis à colonização fúngica.
- **Impurezas na massa de grãos:** impurezas presentes na massa de grãos favorecem o maior número de microrganismos.

Com base nesses fatores, em condições práticas de armazenamento, a **prevenção e o controle do desenvolvimento de fungos**, e conseqüentemente a produção de micotoxinas, pode ser feito com base nas **recomendações a seguir:**

 O produto armazenado deve ser devidamente seco. A secagem eficiente e a conservação do produto sem umidade é uma medida eficaz contra o crescimento de fungos e a possível produção de micotoxinas. A temperatura e taxa de oxigênio também devem ser mantidas em níveis desfavoráveis ao desenvolvimento fúngico.

✔ É importante evitar danos antes e durante o processo de secagem, bem como no armazenamento, tendo em vista que o grão estragado tem maior tendência para invasão de fungos. Da mesma forma, danos ao produto devem ser evitados durante a colheita e outras operações.

✔ É essencial que o grão armazenado seja conservado livre de insetos, pois insetos pragas são as principais causas de danos ao produto. Ao estragar os grãos, os insetos estimulam, em ambiente úmido, o crescimento de fungos. Além disso, os insetos podem ser vetores destes microrganismos.

## IMPORTANTE

- Produtos químicos e de efeito residual devem ser utilizados no tratamento somente de sementes.
- Tratamento fúngico em massa de grãos deve levar em conta a segurança do alimento e a ambiental. Por isso devem ser utilizados **produtos ecologicamente viáveis e não danosos à saúde humana e animal**. Atualmente, há diversas pesquisas de produtos que podem ser utilizados como alternativa aos tratamentos químicos, a exemplo de óleos essenciais com propriedades antifúngicas, extraídos de plantas.

✔ O armazenamento incorreto torna inevitáveis os problemas de umidade e mofo. Assim, deve-se utilizar embalagens adequadas, com boa vedação, de forma a ter um armazenamento seguro. Armazéns devem ser mantidos limpos e bem aerados. Boa aeração é obtida quando se tem um ambiente bem ventilado. Também deve-se atentar à aeração durante a secagem, para o resfriamento da massa de grãos.

## RECAPITULANDO



Como no controle de insetos e roedores, o controle da proliferação de fungos no armazenamento fundamenta-se em cuidados que devem ser tomados durante as operações de colheita, limpeza e secagem do produto armazenado, bem como a sanitização das unidades de armazenamento e das embalagens e equipamentos.

Desta forma, tenha sempre em mente as recomendações aqui apresentadas, para prevenir prejuízos econômicos decorrentes da proliferação de fungos. A seguir, um resumo de algumas das principais recomendações:

- Realizar a colheita tão logo seja atingido o teor de umidade que permita proceder a operação;

- Ajustar equipamentos de colheita para proceder a máxima limpeza dos grãos e evitar danos mecânicos;
- Desinfetar instalações e equipamentos, removendo pó, lixo e outros materiais;
- Proceder de forma correta as operações de pré-limpeza e limpeza, removendo impurezas, grãos danificados e materiais estranhos;
- Proceder a operação de secagem de forma correta, garantindo a redução e uniformidade do teor de água a níveis que não permitam o desenvolvimento fúngico;
- Monitorar a massa de grãos e aerar sempre que necessário, para uniformizar a temperatura;
- Adotar técnicas para o controle de insetos e roedores, pois a proliferação de fungos pode está associada ao ataque destas pragas.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os grãos e as sementes são produtos muito suscetíveis à contaminação por fungos, que é constantemente facilitada pelas condições de armazenamento. A umidade e a temperatura elevadas, associadas à deficiências no manejo operacional, potencializam o desenvolvimento fúngico. Como consequência, diversos prejuízos irão ocorrer decorrentes da perda de qualidade que os produtos armazenados apresentarão. Ademais, a contaminação por micotoxinas representa um sério problema de saúde para humanos e animais.

Diante disso, é imprescindível que a armazenagem seja acompanhada da adoção de medidas que visem impedir a proliferação dos fungos, a fim de evitar possíveis danos e aumentar a conservação dos produtos armazenados.

Referências serão indicadas ao final do último capítulo.

## Referências

AGRO LINK. **Fungo de armazenamento (*Penicillium spp.*)**.

Disponível em:

<[https://www.agrolink.com.br/problemas/fungo-de-armazenamento\\_2138.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/fungo-de-armazenamento_2138.html)>. Acesso em: 01 abr. 2023.

AGRO LINK. **Fungo de pós colheita (*Aspergillus spp.*)**.

Disponível em:

<[https://www.agrolink.com.br/problemas/fungo-de-pos-colheita\\_2136.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/fungo-de-pos-colheita_2136.html)>. Acesso em: 01 abr. 2023.

AGRO LINK. **Fusariose (*Fusarium moniliforme*)**. Disponível em:

<[https://www.agrolink.com.br/problemas/fusariose\\_1734.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/fusariose_1734.html)>. Acesso em: 01 abr. 2023.

BAKKER-ARKEMA, F. W. **CIGR Handbook of Agricultural Engineering** Volume IV Agro-Processing Engineering, Published by: American Society of Agricultural Engineers. 1999. 527 p.

BLOG AEGRO. **Secagem de Café**. Disponível em:

<[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fblog.aegro.com.br%2Fterreiro-suspenso%2F&psig=AOvVaw3Zfy-gIUXYZxloVUDwjOH-&ust=1679592529015000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwi8o9\\_xh\\_D9AhVwjZUCHdVAA\\_4QjB16BAgAEAc](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fblog.aegro.com.br%2Fterreiro-suspenso%2F&psig=AOvVaw3Zfy-gIUXYZxloVUDwjOH-&ust=1679592529015000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwi8o9_xh_D9AhVwjZUCHdVAA_4QjB16BAgAEAc)>. Acesso em: 22 março 2023.

## Referências

COSTA, S. V. **Beneficiamento e armazenamento**. Embrapa Arroz e Feijão, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pos-producao/beneficiamentoe-armazenamento>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

DELOUCHE, J. C. Precepts for seed storage. In: SHORT course for seedsmen. State College: Mississippi State University, 1968. p. 81-119.

ELIAS, M. C; OLIVEIRA, M; VANIER, N.L. **Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos**. Pólo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul-COREDE\_SUL, SCT-RS, UFPEL, 2018.

FREIRE, F. C. O. et al. **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.

ICEL MANAUS. **MANUAL DE INSTRUÇÕES DO TERMO-HIGRÔMETRO MODELO HT-210**. Maio de 2016.

LINS, J. L. F. et al. Ocorrência de fungos de campo e armazenamento em ingredientes e rações para suínos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 14-20, abr./jun. 2014.

## Referências

LORINI, I. et al. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. Brasília: Embrapa, 2015.

Disponível em:

<<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/defesa/livros/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PRAGAS%20DE%20GRAOS%20E%20SEMENTES%20ARMAZENADAS.pdf>>.

Acesso em: 06 abril 2023.

LORINI, I.; MORÁS, A.; BECKEL, H. **Pós inertes no controle das principais pragas de grãos armazenados**. 2004.

MILLER, J.D. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. **J. Stored Prod. Res.**, **31** (1): 1-16, 1995.

PARRELLA, N. N. L. D. **Armazenamento de sementes**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, AGIPAN, 1977, 289p.

PRADO, G. Contaminação de alimentos por micotoxinas no Brasil e no mundo. **Revista de Saúde Pública do SUS/MG**, v. 2, n. 2, p. 13-26, 2014.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000, 666p.

## Referências

ROCHA, M. P. et al. Sistema de armazenamento e incidência dos principais fungos produtores de micotoxinas em grãos. **Braz. J. of Develop.** Curitiba, v. 6, n. 7, p. 50176-50193, jul. 2020.

SANTOS, J. P. **Pragas de grãos armazenados**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/colheita-e-pos-colheita/pragas-de-graos-armazenados>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café**. / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2018. 100 p.; il. – (Coleção SENAR 216)

SILVA, J. S.; FILHO, A. F. L.; NOGUEIRA, R. M.; REZENDE, R. C. **Estruturas para armazenagem de grãos**. In: SILVA, J. S. Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. v. 2. p. 343-370.

UFSM - LAMIC. **O que são micotoxinas?**. Disponível em: <<https://www.lamic.ufsm.br/site/micotoxinas/o-que-sao-micotoxinas>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ZEN, F. B. **Armazém graneleiro**: projeto com placas pré-fabricadas de concreto. 2014. 109 p. Trabalho de Conclusão de Curso ( Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

A pós-colheita têm passado por modificações em busca do melhor e adequado manejo dos produtos agrícolas, em especial para os grãos e sementes, com fins de obter a elevada manutenção da qualidade e conservação dos produtos durante o armazenamento.

Em vista disso, o presente e-book, procedente do projeto de extensão *Armazenamento de Grãos em Propriedades Agrícolas Familiares*, aprovado pela Pró-Reitoria de Extensão e Cultura - PROEXC, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK. Os autores preconizaram a sua ampla e gratuita distribuição.

O e-book apresenta assuntos referentes ao armazenamento de grãos na propriedade rural. A obra faz uma síntese sobre as condições climáticas de armazenamento, as estruturas e embalagens para armazenagem nas propriedades rurais, as principais pragas, fungos e micotoxinas que podem ser encontradas em produtos agrícolas armazenados. Conhecimentos primordiais que permitirão o correto manejo para garantir a qualidade pós-colheita dos grãos armazenados.