

MANUAL
DE **BOAS**
DE **PRÁTICAS**

ARMAZENAGEM
MILHO



MANUAL
DE **BOAS**
PRÁTICAS

ARMAZENAGEM DE
MILHO

REFERÊNCIAS:

WEBER. Excelência em Beneficiamento e Armazenagem de Grãos, 2005.

CENTREINAR. Secagem e Aeração de Grãos, 2005.

EMBRAPA. Circular Técnica 55 - Armazenagem de milho a granel na fazenda, 2004.

ANVISA. Monografias Autorizadas.

Lei federal no 7.802, de 11 de julho de 1989

Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002

Instrução Normativa 60/2011

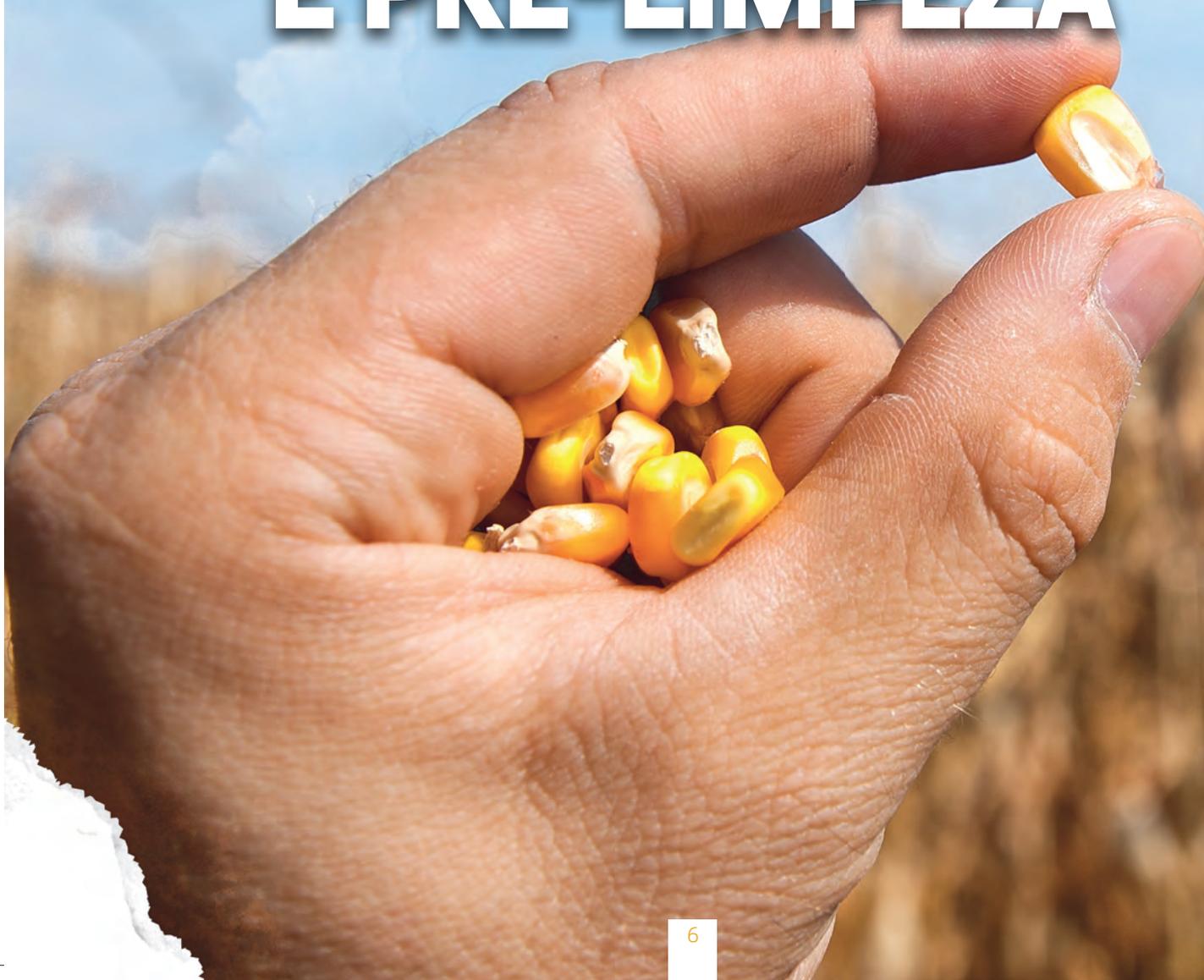


INTRODUÇÃO



O objetivo deste manual é estabelecer boas práticas padronizadas de armazenamento entre as empresas membros da ABIOVE, ACEBRA, ANEC e OCB, inclusive seus terceiros, representantes, fornecedores e situações aplicáveis. Destaca-se que seu conteúdo não encerra o assunto, já que existe a possibilidade de mudanças na legislação pertinente e novas tecnologias.

RECEPÇÃO E PRÉ-LIMPEZA



2.1. RECEPÇÃO:

No processo de Armazenagem, a recepção se estende a pesagem em balança rodoviária (a qual deve estar sempre aferida e calibrada); amostragem e classificação dos grãos; descargas manuais/tombadores nas moegas.

Na descarga dos caminhões nas moegas é importante frisar alguns pontos onde deverão ser observados afim de agilizar os processos subsequentes da armazenagem. Quando a estrutura de moegas permitir a separação por faixas de umidade, é interessante fazê-lo para ganhar tempo e reduzir custos na secagem, evitando misturas de grãos secos e úmidos ou com grandes diferenças nos teores de umidade, que impossibilita em alguns casos, a operação contínua de secagem quando este é determinante no fluxo de recebimento. Avaliar sempre a qualidade do produto que está sendo descarregado, e através disso, efetuar as devidas regulagens nas pré-limpezas e secadores, pois os teores de umidade e impurezas são indicativos para estas regulagens.

Moegas não são dispositivos para armazenar grãos. O período que o grão tem que ficar nas moegas deve ser o mínimo possível, evitando obstruir as bocas de descarga e formar falsas pontes por compactação causada por aquecimento acelerado de grãos úmidos. Isso evita transtornos e riscos de operação de descompactação desta massa em um ambiente confinado. Recomenda-se a limpeza total das

moegas a cada 48 horas com varrição diária em seus entornos, evitando que pequenas parcelas de grãos fiquem expostos em locais não adequados. Vale lembrar que, pequenas quantias de grãos recolhidos diariamente poderão representar uma quantidade considerável ao longo da safra.

Na movimentação dos grãos é importante se atentar aos impactos mecânicos, pois de maneira geral, em especial o milho, são altamente susceptíveis aos danos causados por impactos em alta velocidade contra chapas metálicas, estruturas de concreto, arraste em canalizações e contra a superfície da própria camada de grãos.

2.2. PRÉ-LIMPEZA:

Esta operação visa preparar o produto para o posterior processo de secagem e armazenagem dos grãos. Se faz sempre necessário reduzir os teores de impurezas a níveis inferiores a 1%, assegurando qualidade no armazenamento, segurança e rendimento na secagem. O princípio de funcionamento de máquinas de pré-limpeza é pela separação do grão e das impurezas e matérias estranhas, através de correntes de ar e peneiração.

Para uma eficiente pré-limpeza é necessário periodicamente limpar as tubulações dos ciclones, e as peneiras; apesar destas terem pequenas esferas de borracha que auxiliam na desobstrução das perfurações por sujidades.



2.2.1. ALTO TEOR DE IMPUREZAS:

Impurezas e matérias estranhas, quando armazenadas juntamente com os grãos, aceleram o desenvolvimento de insetos e fungos, elevando a taxa de respiração e resultando em maior liberação de calor (aquecimento acelerado). Como a massa de grãos consiste em um excelente isolante térmico, isto acarretará em focos localizados de aumento de temperatura (bolsas de calor), comprometendo a qualidade do produto armazenado. É primordial a pré-limpeza de grãos para garantir a qualidade durante a armazenagem. O alto teor de impurezas também diminui a eficiência do sistema de aeração, por criar barreiras à passagem do ar acarretando em caminhos preferenciais desta corrente, dificultando o controle da temperatura homogênea da massa de grãos.

2.3. SECAGEM DE GRÃOS:

Esta operação tem como objetivo reduzir a umidade dos grãos, procurando manter o máximo sua qualidade. A eficiência no processo de secagem está diretamente relacionada ao volume de ar secante que passa pelos grãos, a temperatura empregada e a umidade inicial do produto. Pouco volume de ar na torre de secagem mesmo com altas temperaturas acarretará demora na retirada de umidade do grão, pois haverá pouco ar seco para efetuar a troca da umidade. Da mesma forma, grandes volumes de ar com baixas temperaturas, ocasionará na torre ar com alta umidade relativa prejudicando o arraste de umidade do grão para o ar.

Antes da operação de secadores é importante e necessário citar, que o produto deve estar limpo evitando o risco de incêndio no secador e aumentando o rendimento na secagem.

Principais vantagens da secagem:

- Antecipação da colheita, disponibilizando a área para novos cultivos;

- Minimização da perda do produto no campo;
- Armazenagem por períodos mais longos, sem o perigo de deterioração do produto;
- Minimização do desenvolvimento de microrganismos;

2.3.1. ALTO TEOR DE UMIDADE:

O tempo possível de conservação dos grãos é dobrado a cada redução de 1% na umidade e 5 °C na temperatura. Quando o produto é armazenado com excesso de umidade, automaticamente se dispõe de um sistema espontâneo de aquecimento devido ao aumento da taxa respiratória dos grãos, dos fungos e de insetos. O aumento da umidade do grão é proporcional ao aumento da temperatura e da taxa de respiração, através da água gerada pela transformação química da própria respiração.

Nos grãos oleaginosos, como por exemplo a soja, há uma taxa de respiração maior quando comparados com grãos amiláceos, como o milho, pois é necessária uma maior quantidade de oxigênio para transformar ácidos graxos livres em CO₂ e água. Nos amiláceos ocorre a hidrólise do amido produzindo glicose, que da mesma forma é decomposta em CO₂ e água, porém requer menos oxigênio. Em ambos os casos, a atividade respiratória libera calor e acarreta perda da composição granular (matéria seca). A este processo de consumo de compostos orgânicos devido ao processo de respiração é dado o nome de quebra técnica.

O aquecimento acima de 55 °C é fatal para a grande maioria dos insetos e fungos, mas pode não ser para algumas bactérias, que continuam respirando. A respiração dos grãos, insetos e microorganismos dentro de uma massa libera calor e umidade, aumentando gradativamente a taxa de respiração. Este processo de umedecimento aumenta rapidamente a temperatura, podendo levar à combustão (queima) dos grãos.

ARMAZENAGEM

O objetivo da armazenagem é preservar a qualidade dos grãos após a colheita. Basicamente, uma boa conservação depende de uma estrutura onde pode-se manter os grãos limpos, secos e saudáveis, mantendo as condições climáticas internas da massa ideais para a manutenção da qualidade. Para isto, é extremamente importante utilizar de boas práticas de armazenagem.

3.1. CUIDADOS PRÉVIOS AO INÍCIO DA ARMAZENAGEM

3.1.1. MANUTENÇÃO

Antes de iniciar a colheita e posterior armazenamento, é importante realizar manutenção do armazém a ser utilizado, garantindo a isenção de goteiras, infiltrações e bloqueios contra entrada de pássaros.

3.1.2. LIMPEZA E HIGIENIZAÇÃO

Aliadas à manutenção, estão a limpeza e higienizações do ambiente de armazenamento de grãos e equipamentos que envolvam o processo, removendo pó, impurezas, possíveis contaminantes e resíduos de grãos da safra anterior.

Desta forma, recomenda-se:

- Lavados silos e equipamentos antes da entrada da nova safra;
- Fechar qualquer rachadura que exista na alvenaria, interna e externamente, diminuindo o risco de acúmulo de produto e assim possuir focos de proliferação de insetos e microrganismos nestes locais;
- Para a higienização do local utilizar produtos adequados e indicados por técnico habilitado, atendendo as instruções de uso;
- Após a higienização, atente-se também aos resíduos de limpeza, eliminando qualquer possibilidade de contaminação do produto.
- Atentar-se as estruturas metálicas com perfis no formato de “L” e “U”, uma vez que estes

são ideias para depósito do grão de milho, tornando-se locais atrativos para proliferação de insetos e fungos.

A garantia prévia da inexistência de foco de insetos, fungos e roedores também é de extrema importância para a qualidade e segurança dos grãos a serem armazenados no local.

3.2. CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE DOS GRÃOS ARMAZENADOS

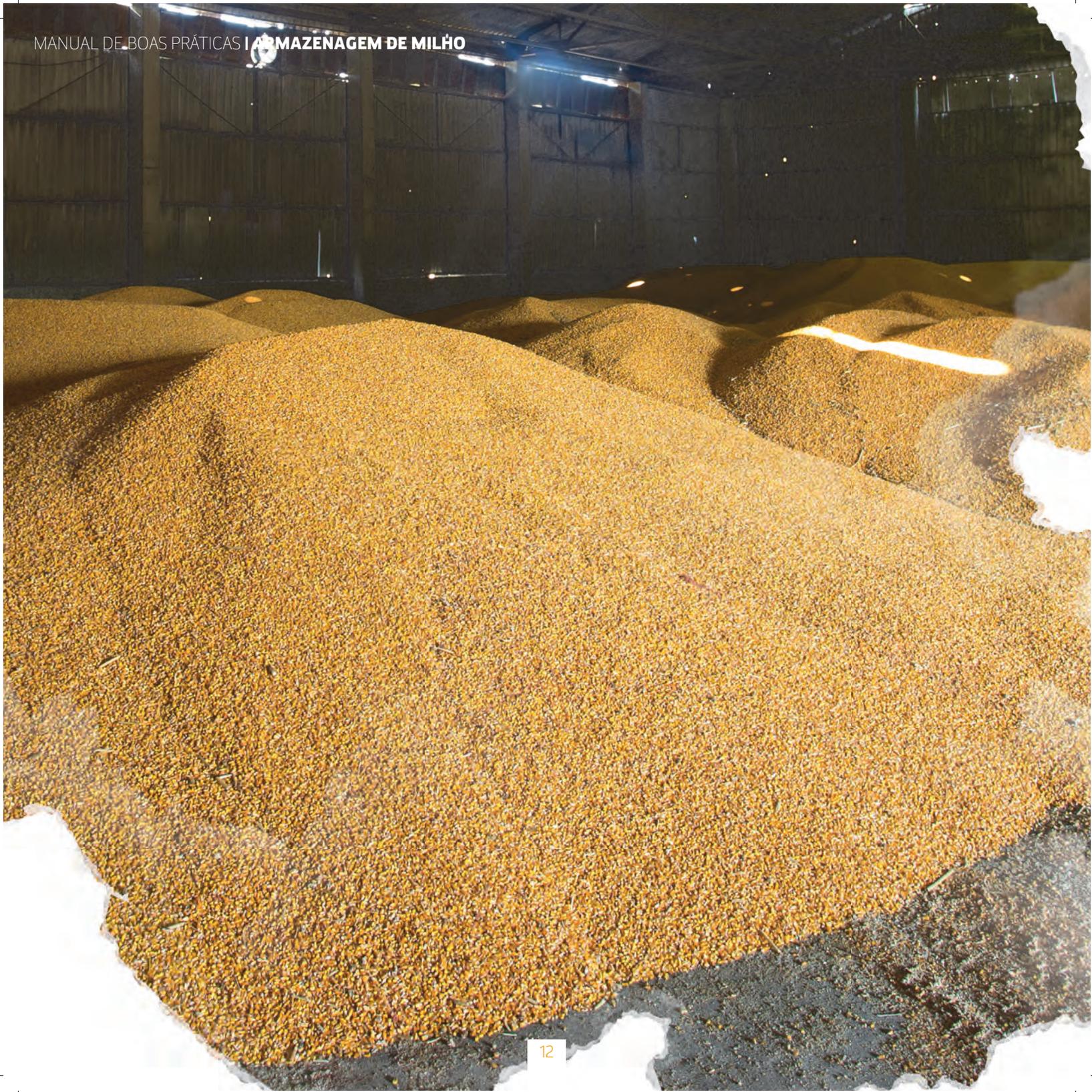
A interação entre o grão e outras variáveis presentes no sistema, ocasionam a deterioração do grão armazenado. Destas variáveis, pode-se citar os microrganismos, insetos, roedores e pássaros, temperatura, umidade relativa do ar ambiente, e os níveis de oxigênio e gás carbônico.

A deterioração de grãos é um processo complexo, normalmente lento e pouco perceptível no início. Porém, este processo pode se tornar rápido caso as variáveis do sistema estiverem favoráveis à atividade biológica dos grãos e de outros organismos vivos que habitam o meio ecológico criado na massa de grãos.

A combinação entre umidade e temperatura dos grãos será determinante para a boa conservação. Em geral, os grãos se mantêm em boas condições de qualidade quando se encontram armazenados a temperaturas inferiores a 18 °C e umidades inferiores a 14%. Com o aumento da temperatura dos grãos, há o favorecimento do desenvolvimento de insetos. O aumento da umidade dos grãos irá afetar a germinação dos grãos e o desenvolvimento de fungos.

A umidade ideal para o armazenamento dos grãos de milho varia de 12 a 13%, tolerando-se a aplicação do processo na faixa de 14% (*)

(*) Estes valores são uma referência para unidades que não possuem sistemas de aeração para manter estável a temperatura de armazenagem.



O diagrama abaixo permite identificar condições mais propícias para o controle metabólico dos principais organismos que acompanham os grãos de armazenagem, chamados organismos associados.

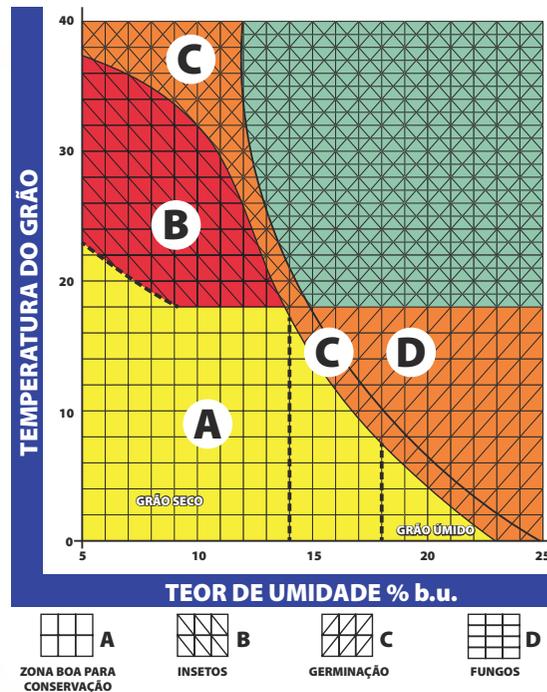


Figura 1: Diagrama de conservação da qualidade de grãos armazenados.

Com o aumento da temperatura dos grãos, há o favorecimento do desenvolvimento de insetos (B). O aumento da umidade dos grãos irá afetar a germinação das sementes (C) e o desenvolvimento de fungos (D).

Em várias regiões brasileiras, as condições climáticas tornam difícil a manutenção dos grãos na área restrita de boa conservação. Devido ao risco de deterioração dos grãos, armazéns que não contam com os sistemas de aeração

e termometria, devem ser monitorados com frequência quanto a condição dos estoques.

Os danos decorrentes por falhas nos processos de armazenamento do milho, podem ser observados abaixo:



I. GRÃOS CARUNCHADOS

os grãos ou pedaços de grãos que se apresentam atacados por insetos considerados pragas de grãos armazenados em qualquer de suas fases evolutivas.

II. GRÃOS AVARIADOS:

os grãos ou pedaços de grãos que se apresentam ardidos, chochos ou imaturos, fermentados, germinados, gessados e mofados:

A. ARDIDOS:

os grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento total, por ação do calor, umidade ou fermentação avançada atingindo a totalidade da massa do grão, sendo também considerados como ardidos, devido à semelhança de aspecto, os grãos totalmente queimados;



B. CHOCOS OU IMATUROS:

os grãos desprovidos de massa interna, enrijecidos e que se apresentam enrugados por desenvolvimento fisiológico incompleto, sendo que os grãos pequenos e os de endosperma córneo (ponta de espiga) não serão considerados chochos ou imaturos, sendo considerados grãos normais;



C. FERMENTADOS:

os grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento parcial do germe ou do endosperma provocado por processo fermentativo ou calor, sendo também considerados como fermentados, devido à semelhança de aspecto, os grãos que se apresentam parcialmente queimados; grãos que apresentam plúmula roxa, como característica varietal, não são considerados grãos defeituosos;





D. GERMINADOS:

os grãos ou pedaços de grãos que apresentam início visível de germinação;



E. GESSADOS:

os grãos ou pedaços de grãos que tenham sofrido variação na sua cor natural, apresentando-se de esbranquiçado ao opaco, mostrando no seu interior todo o endosperma amiláceo com cor e aspecto de gesso (farináceo);



F. MOFADOS:

os grãos ou pedaços de grãos que apresentam contaminações fúngicas (mofo ou bolor) visíveis a olho nu, independentemente do tamanho da área atingida, bem como os grãos ou pedaços de grãos que apresentam coloração esverdeada ou azulada no germe, produzida pela presença de fungos;



III. GRÃOS QUEBRADOS:

os pedaços de grãos que vazarem pela peneira de crivos circulares de 5,00 mm (cinco milímetros) de diâmetro e ficarem retidos na peneira de crivos circulares de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro;



IV. IMPUREZAS:

pedaços de grãos que vazarem pela peneira de crivos circulares de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro, bem como detritos do próprio produto que ficarem retidos nas peneiras de crivos circulares de 5,00 mm (cinco milímetros) e de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro, que não sejam grãos ou pedaços de grãos de milho;

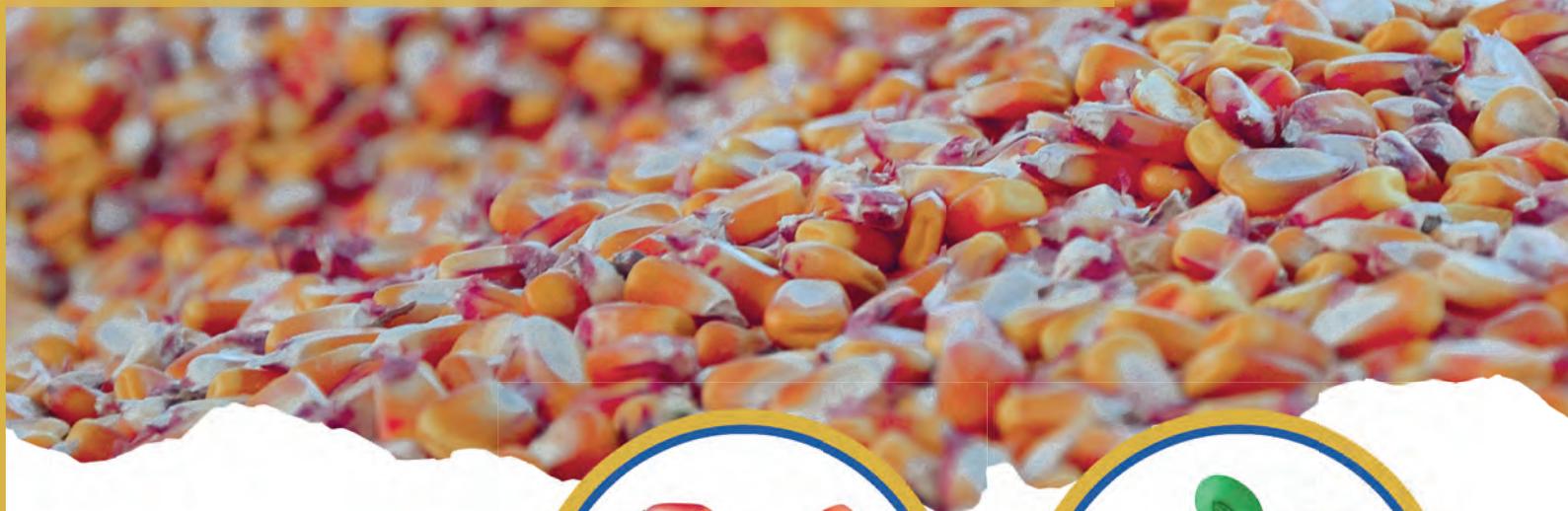


V. MATÉRIAS ESTRANHAS

os corpos ou detritos de qualquer natureza, estranhos ao produto, tais como grãos ou sementes de outras espécies vegetais, sujidades, insetos mortos, entre outros;

3.2.1.1. PRAGAS QUARENTENÁRIAS, OUTROS GRÃOS E SEMENTES RESTRITIVAS

A negociação de compra e venda poderá adotar restrições para pragas quarentenárias, outros grãos e sementes restritivas nos mercados importadores. Também poderão ser adotadas outras restrições fitossanitárias quando estas constarem em lista oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



I. SEMENTES TRATADAS



MILHO TRATADO COM
PRODUTOS QUÍMICOS



SOJA TRATADA COM
PRODUTOS QUÍMICOS

II. SEMENTES DE TOXIDADE DESCONHECIDA



BAGAS OU VESTÍGIOS
DE MAMONA



FEDEGOSO



SORGHUM HALEPENSE



ARTEMISA
(AMBROSIA SPP)



CROTALÁRIA



CARRAPICHÃO



PICÃO-PRETO



FIGUEIRA BRAVA,
ESTRAMONIO, FIGUEIRA DO
INFERNO, TROMBETEIRA
(DATURA STRAMONIUM)



SEMENTES DE SOJA

III. OUTROS GRÃOS

AERAÇÃO

3.2.2. AERAÇÃO

A aeração tem como objetivo principal o resfriamento dos grãos. O microclima formado dentro da massa de grãos poderá, desta forma, trazer alguns benefícios ao processo de conservação, como descrito a seguir:

- Inibir a atividade de insetos;
- Inibir o desenvolvimento de fungos, bactérias e leveduras;
- Preservar a qualidade dos grãos;
- Uniformizar a temperatura;
- Prevenir o aquecimento dos grãos;

Em regiões tropicais, como no Brasil, condições favoráveis de temperatura e umidade do ar para a operação do sistema de aeração são raras. Com isso, deve-se ter muito cuidado visto que, em alguns casos, resultados negativos podem ser observados. Desta maneira, a análise das medições climáticas é essencial para que resultados positivos possam ser alcançados. Como sugestão, os ventiladores podem ser operados quando a temperatura do ar ambiente é menor que a temperatura da massa de grãos. Leva-se em consideração, ainda, a umidade relativa do ar e a diferença entre umidade do grão e do ar.

A figura abaixo representa um diagrama de aeração, que relaciona a umidade relativa do ar ambiente utilizado na aeração com a diferença de temperatura entre o ar ambiente e a massa de grãos armazenada. Esse diagrama é usado para previsão das características de conservação da massa, durante o armazenamento. Foi desenvolvido para orientação sobre a decisão correta de aerar grãos armazenados com umidade normal.

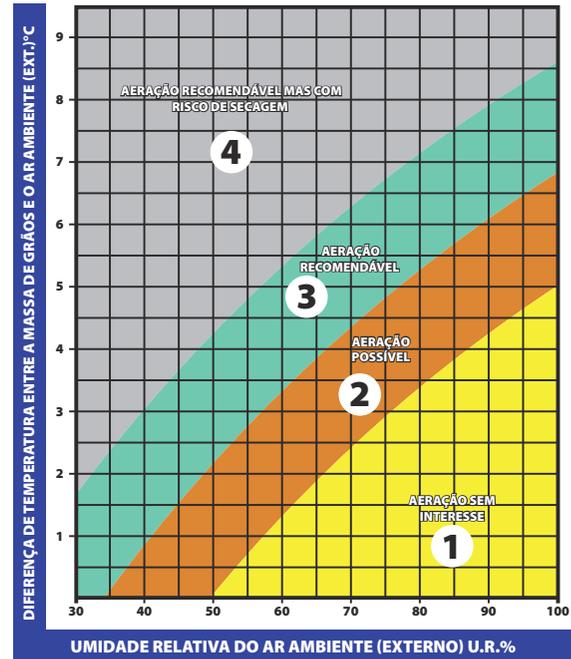


Figura 2: Diagrama de aeração.

No diagrama acima são definidas as seguintes regiões:

1. **AERAÇÃO SEM INTERESSE:** esta região é definida como sendo sem interesse, pois a diferença de temperatura entre o ar e os grãos é pequena e a umidade relativa do ar de certa forma elevada. A aeração oferecerá resfriamento lento, com possibilidade de umidificação superficial na camada inferior, caso a aeração seja por insuflação ou superior. Neste caso, o resfriamento de grãos é inferior a 3°C.
2. **AERAÇÃO POSSÍVEL:** Nesta região teremos um resfriamento com padrão regular. O resfriamento será de 2 a 5°C.
3. **AERAÇÃO RECOMENDÁVEL:** Neste caso, teremos uma aeração com padrão ótimo. O resfriamento será de 3 a 7°C.



4. AERAÇÃO RECOMENDÁVEL, MAS COM RISCOS DE SECAGEM:

Para esta condição, os resultados são favoráveis, mas apresentam riscos de condensação de umidade no telhado do silo, quando o sentido do fluxo de ar é o da insuflação. O resfriamento pode ser superior a 7°C, e poderá ser ocasionada uma pequena secagem da massa de grãos.

Pode-se ainda estabelecer as seguintes condições:

- Para qualquer umidade relativa, a aeração é recomendada somente no caso em que a diferença de temperatura entre os grãos e o ar for superior a 5°C;
- Para umidades relativas inferiores a 60%, a aeração só é recomendada e aplicável em grãos úmidos ou que estejam aquecidos a uma temperatura muito superior à do ar, necessitando, portanto, de resfriamento; caso contrário irá provocar supersecagem da massa de grãos;
- Resfriamento com gradiente de temperatura superior a 7o C, torna aeração possível, porém pode provocar condensação do vapor d’água na superfície da massa e nas paredes do silo;

Além do diagrama acima, é importante analisar a viabilidade da aeração de acordo com o teor de umidade de equilíbrio para cada espécie de grãos. Dependendo deste parâmetro, o ar de aeração pode ter efeito de secagem, de reumedecimento ou manter o equilíbrio higroscópico, dependendo das condições do ar ambiente utilizado na aeração.

Através do diagrama, percebe-se a grande importância de se conhecer as características momentâneas do ar ambiente no momento da tomada de decisão sobre o acionamento do sistema de aeração.

Em dias de chuva, pode-se realizar a aeração, desde que o produto dentro do silo ou armazém esteja com temperatura mais alta que o ar de aeração. Só não é recomendado ligar os ventiladores se o produto armazenado estiver seco e frio.

Caso não exista um sistema de monitoramento das características do ar (temperatura e umidade relativa), uma alternativa mais prática e econômica para se obter estes parâmetros é a utilização de um aparelho chamado psicrômetro.

O psicrômetro é constituído por 2 termômetros, sendo que um deles fornece a temperatura de bulbo seco (T) e o outro fornece a temperatura de bulbo úmido (Tu). A relação entre essas temperaturas permite determinar a umidade relativa (UR) do ar, através da utilização da

seguinte tabela:

Temp. (oC)	Depressão Psicrométrica (T - Tu)																
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
10	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	39	34	39	24	19	14	10
11	94	88	82	77	72	66	61	56	51	46	41	36	31	27	22	17	13
12	94	88	83	78	72	67	62	57	52	48	43	38	34	29	25	20	16
13	94	89	84	78	73	68	63	59	54	49	45	40	36	31	27	23	19
14	94	89	84	79	74	69	65	60	55	51	46	42	38	34	29	25	21
15	94	89	84	80	75	70	66	61	57	52	48	44	40	36	32	28	24
16	95	90	85	80	76	71	67	62	58	54	50	45	41	37	34	30	26
17	95	90	85	81	76	72	68	63	59	55	51	47	43	39	35	32	28
18	95	90	86	81	77	73	68	64	60	56	52	48	45	41	37	34	30
19	95	90	86	82	77	73	69	65	61	57	54	50	46	42	39	35	32
20	95	91	86	82	78	74	70	66	62	58	55	51	47	44	40	37	34
21	95	91	87	83	79	75	71	67	63	59	56	52	49	45	42	39	35
22	95	91	87	83	79	75	71	68	64	60	57	53	50	47	43	40	37
23	95	91	87	83	80	76	72	68	65	61	58	54	51	48	45	42	38
24	95	91	88	81	80	76	73	69	66	62	59	55	52	49	46	43	40
25	96	92	88	84	80	77	73	70	66	63	60	56	53	50	47	44	41
26	96	92	88	84	81	77	74	70	67	64	61	57	54	51	48	45	42
27	96	92	88	85	81	78	74	71	68	64	61	58	55	52	49	46	44
28	96	92	88	85	82	78	75	72	68	65	62	59	56	53	50	48	45
29	96	92	89	85	82	79	75	72	69	66	63	60	57	54	51	49	46
30	96	92	89	86	82	79	76	73	69	66	63	61	58	55	52	49	47
31	96	92	89	86	82	79	76	73	70	67	64	61	58	56	53	50	48
32	96	93	89	86	83	80	77	74	71	68	65	62	59	57	54	51	49
33	96	93	89	86	83	80	77	74	71	68	65	63	60	57	55	52	50
34	96	93	90	86	83	80	77	74	71	69	66	63	61	58	55	53	50
35	96	93	90	87	84	81	78	75	72	69	66	64	61	59	56	54	51
36	96	93	90	87	84	81	78	75	72	70	67	64	62	59	57	54	52
37	96	93	90	87	84	81	78	76	73	70	67	65	62	60	57	55	53
38	96	93	90	87	84	81	79	76	73	71	68	65	63	60	58	56	53
39	96	93	90	87	85	82	79	76	74	71	68	66	63	61	59	57	54
40	96	93	90	88	85	82	79	77	74	71	69	66	64	62	59	58	55

Figura 3: Determinação da Umidade Relativa do ar (%) através da utilização das temperaturas de bulbo seco (T) e bulbo úmido (Tu) fornecidas pelo psicrômetro.

EXEMPLO:

Temperatura do bulbo seco = 25°C

Temperatura do bulbo úmido = 20°C

Neste caso, a depressão psicrométrica (T - Tu) = 5 °C. Utilizando a coluna referente a este valor, juntamente com a linha referente à temperatura de 25 °C, obteremos uma umidade relativa de 63%.

3.2.2.1. FRENTE DE RESFRIAMENTO DA MASSA DE GRÃOS

O conceito de frente de resfriamento também é importante para se entender a técnica de aeração. O funcionamento do sistema de ventilação por poucas horas não irá resfriar toda a massa de grãos, a não ser que o silo esteja carregado com uma pequena camada de produto. Num armazém cheio, os grãos próximos a entrada de ar serão resfriados à temperatura do ar, enquanto a temperatura dos grãos nas camadas superiores permanecerá praticamente nas condições iniciais, exceto em uma faixa onde está acontecendo o abaixamento de temperatura ou a frente de resfriamento. Desta forma, se faz necessário manter a de resfriamento tenha se movido através da massa de grãos e até a camada superior tenha sido resfriada e atingido valor igual a temperatura do ar.

Se houver interrupção da aeração, com a frente de resfriamento no interior da massa de grãos, as diferenças de temperatura entre as camadas resfriadas e as camadas em processo de resfriamento podem causar a migração de umidade, além de acelerar a deterioração do produto.

3.2.2.2. SUCÇÃO OU INSUFLAÇÃO DE AR

Quando o movimento de ar é ascendente e o ventilador encontra-se instalado na base do silo, o sistema é conhecido como insuflação, ou ventilação positiva. Em sentido contrário, a ventilação é

chamada de sucção, ou ventilação negativa. Para se decidir sobre o uso de uma das opções, deve-se considerar alguns pontos importantes. Um deles é que a insuflação irá adicionar calor ao ar devido à ineficiência dos ventiladores. Em geral, os ventiladores e o próprio sistema de distribuição produzem acréscimos superiores a 3°C na temperatura do ar. Dessa forma, a escolha poderá ser uma alternativa correta, se a umidade da massa de grãos estiver acima da ideal de comercialização. De modo geral, o operador poderá considerar as seguintes vantagens:

- **Ventilação positiva:** facilita a avaliação da temperatura da massa de grãos. No caso de inexistência do sistema de termometria, o calor gerado pela radiação solar no teto da unidade armazenadora não é incorporado à massa de grãos e sim eliminado imediatamente. O ar ambiente pode ter sua umidade relativa reduzida pela elevação da temperatura em sua passagem pelo sistema de aeração antes de entrar na massa de grãos, diminuindo o risco de aumentar o teor de umidade do produto.
- **Ventilação negativa:** existe menor probabilidade de que ocorra condensação na superfície da massa de grãos e no teto da unidade armazenadora. Os odores característicos que indicam deterioração podem ser facilmente detectados na saída do ventilador. O calor proveniente do ventilador e do sistema de distribuição de ar não é transferido para a massa de grãos. No caso de usar ventiladores axiais acionados por motores trifásicos, basta usar uma chave de reversão para mudar o sentido do fluxo de ar.







3.2.3. TERMOMETRIA:

Os sistemas de termometria são fundamentais para o monitoramento da qualidade dos grãos armazenados. A temperatura da massa medida reflete com segurança como estamos armazenando o produto. Se o acompanhamento da temperatura da massa através da termometria indicar temperatura estável sem alteração ao longo de dias e semanas, revela normalidade e o produto se encontra com baixo nível de atividade biológica e baixo índice respiratório. Neste caso, em se tratando de uma armazenagem prolongada, poderá ser realizada a aeração preventiva, aproveitando períodos de clima frio para homogeneizar e reduzir a temperatura da massa. De maneira geral, temperaturas acima de 27°C são preocupantes com relação à atividade respiratória dos grãos, ao aumento de umidade e ao aumento da perda de matéria seca por tempo de armazenagem.

A instalação dos cabos de termometria deve ser feita em pontos estratégicos na massa de grãos. Os espaçamentos entre os cabos e entre os pontos de medição são determinados por critérios técnicos e econômicos. O sistema de leitura pode ser feito por instrumentos portáteis, próprios para pequenas instalações, ou mesas computadorizadas, próprias para grandes unidades armazenadoras, cujos pontos de medição devem ser identificados em quadros sinóticos. Na prática, os dados da termometria são fundamentais para definir o número de horas de aeração e para fixar a temperatura em um patamar seguro.

3.2.4. CONTROLE DE ROEDORES

Roedores são as pragas muito comuns em ambientes de armazenamento de milho. Ao roer os grãos de milho, favorecem a entrada de fungos, aumentando o risco de contaminação do produto por micotoxinas. Além disso, deve-se considerar estes animais como responsáveis direta e indiretamente pela transmissão de uma série de enfermidades aos animais e/ou homens que trabalham em ambientes com a presença de ratos como: leptospirose, meningite estreptocócica, febre aftosa, salmonelose, toxoplasmose, etc. A proliferação destes animais, também pode danificar as estruturas da unidade armazenadora, comprometendo cabeamento e instalações elétricas.

Para se evitar os danos causados pelos roedores, é de fundamental importância a adoção de determinadas medidas para dificultar até eliminar o aparecimento desses animais no ambiente:

- Inspeções periódicas do armazém e da área da unidade armazenadora, para verificação de vestígios de roedores (fezes, tocas, roeduras, etc);
- Controle da vegetação em volta da unidade;
- Organização e limpeza da unidade, eliminando abrigos para os roedores (amontoados de equipamentos; entulhos, ferro velho, lixo, madeiras, etc);
- Distribuição de lixeiras para condicionamento e descartar posteriormente de restos de cereais e alimentos;
- Disposição de raticidas e iscagens, conforme mapeamento e instruções de técnico habilitado;

Pragas como aves podem ser evitadas com instalação de barreiras físicas e equipamentos que atuam através da emissão de ondas.

3.2.5. CONTROLE FITOSSANITÁRIO

A excelência na armazenagem, conforme citado anteriormente, não será obtida se não forem tomadas medidas de extremo cuidado no que diz respeito à limpeza e à desinfecção dos armazéns.

3.2.5.1. FUNGOS E MICOTOXINAS

Os fungos são uma das maiores causas de deterioração na armazenagem de sementes e grãos. São a segunda causa depois dos insetos, que levam à perda total em armazéns em todo o mundo. Eles invadem os grãos e ocorrem normalmente durante o armazenamento. Todos os fungos de armazenagem têm habilidade de crescer em materiais onde a umidade está em equilíbrio com umidade relativa de 70 a 90%. São importantes indicadores de variações de temperatura e umidade com consequente modificação na qualidade dos grãos, durante a armazenagem.

A tabela abaixo apresenta as temperaturas ótimas para o crescimento das espécies de fungos acima, bem como as temperaturas mínimas e máximas, uma importante ferramenta para que o manejo da aeração leve a condições seguras de temperatura na massa de grãos.

Tabela 1: Temperaturas mínima, ótima e máxima para o crescimento de fungos na armazenagem de grãos.

Fungos	Temperatura para Crescimento (°C)		
	Mínima	Ótima	Máxima
Aspergillus restrictus	5 – 10	30 – 35	40 – 45
Aspergillus candidus	10 – 15	45 – 50	50 – 55
Aspergillus flavus	10 – 15	40 – 45	45 – 50
Penicillium spp	-5 – 0	20 – 25	35 – 40

Abaixo, a tabela apresenta os limites mínimos de umidade para o desenvolvimento de fungos em Milho.

Tabela 2: Limites mínimos de umidade (% b.u.) para o desenvolvimento de fungos no armazenamento de diferentes produtos.

Fungos	Milho e Trigo
Aspergillus restrictus	13,5 a 14,5
Aspergillus glaucus	14,0 a 14,5
Aspergillus candidus	15,0 a 15,5
Aspergillus ochraceus	15,0 a 15,5
Aspergillus flavus	18,0 a 18,5
Penicillium	16,5 a 19,0

Já as micotoxinas são metabólitos tóxicos produzidos por fungos na fase de pré-colheita ou no armazenamento. As micotoxinas de maior incidência em milho são, as Fumonisinas, as Aflatoxinas, Zearalenona e a Ocratoxina. Tais toxinas podem ser transmitidas em diferentes fases de importantes cadeias produtivas do milho, podendo passar dos alimentos e seus derivados contaminados para os consumidores.

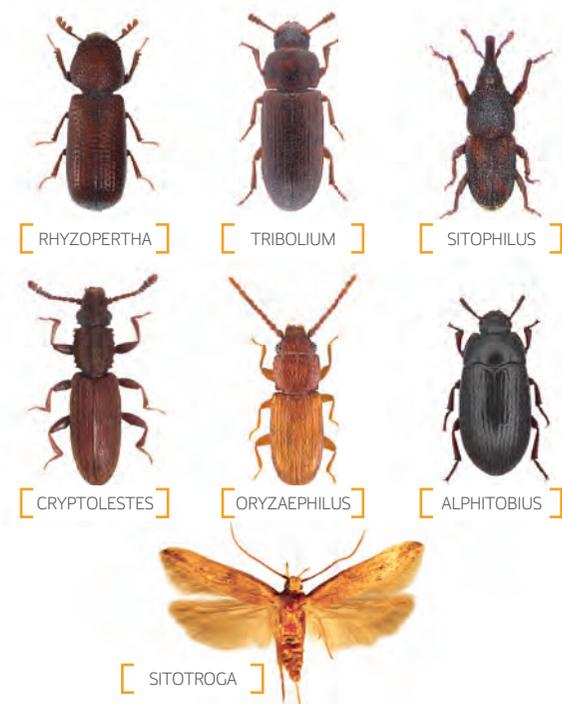
A RESOLUÇÃO Nº 7, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2011 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabelece os limites de micotoxinas admissíveis em alimentos prontos para oferta ao consumidor e em matérias-primas.

3.2.5.2. INSETOS

As pragas que vivem e atacam grãos armazenados apresentam características para adaptação em um ambiente que apresenta uma estrutura porosa, constituída pelos próprios grãos e pelo espaço intergranular. São pequenos, podendo se locomover nos espaços intersticiais da massa de grãos, e são adaptados para viver em um ambiente escuro.

Todos os insetos que atacam os grãos armazenados caracterizam-se pela alta capacidade de se reproduzir. Desta forma, uma pequena infestação pode danificar, em poucos meses, grande quantidade de grãos armazenados.

Abaixo estão apresentados os principais insetos que infestam grãos armazenados.



De acordo com a Instrução Normativa 60/2011, o milho que apresentar insetos vivos ou outras

pragas de grãos armazenados não poderá ser comercializado como se apresenta, devendo ser expurgado ou submetido à outra forma eficaz de controle antes da sua comercialização.

Os controles preventivos e corretivos constituem um passo importante para o sucesso de um programa de manejo integrado de pragas em grãos armazenados. A limpeza e higienização de uma unidade armazenadora deve ser rigorosamente observadas, e se necessário, aliadas a aplicações de inseticidas residuais nas instalações ou diretamente sobre os grãos.

IMPORTANTE: Antes da aplicação deve-se avaliar os períodos de recepção e expedição devido ao intervalo de segurança do produto entre a última aplicação e a comercialização do grão.

I. PULVERIZAÇÃO/NEBULIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES:

Por ocasião do recebimento de grãos susceptíveis ao ataque de pragas, como o milho, após limpeza geral das instalações, é possível aplicar uma pulverização residual nas instalações, armazém (piso e paredes internas e externas), moegas, túneis, etc. Em locais onde é difícil a aplicação de inseticidas líquidos (longe alcance), poderá ser utilizada a nebulização com equipamentos específicos, aplicando o inseticida em forma de névoa, que pode atingir até o teto dos armazéns.

II. TRATAMENTO DE CORREIA:

Pode-se ainda aplicar o inseticida nos grãos que estão sendo transportados pela correia transportadora de alimentação do armazém (**jamais na expedição do armazém**). Neste caso, são utilizados pulverizadores com tanque de grande capacidade juntamente com um conjunto de mangueiras e bombas, instalados sobre a correia transportadora que irão pulverizar o grão.

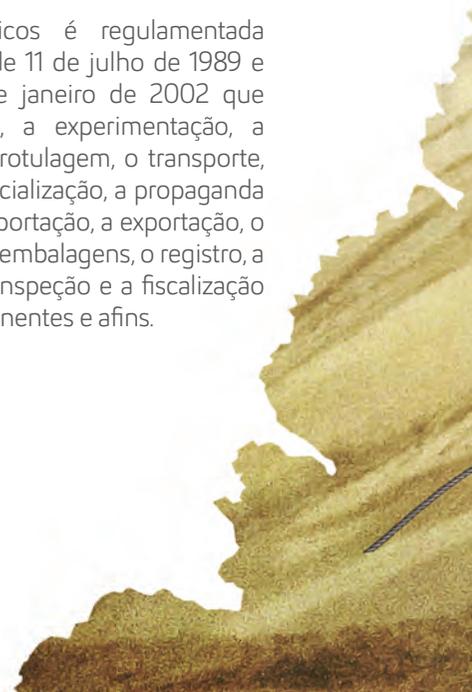
III. FUMIGAÇÃO (EXPURGO):

É, sem dúvidas, a técnica mais utilizada para eliminar insetos já presentes em grãos, empregando gases que penetram na massa do produto para matar os insetos. Conhecidos também como fumigantes, estes gases possuem uma importante propriedade que é a de penetrar ou expandir-se na massa de grãos. A difusão do gás está diretamente relacionada com seu peso molecular e sua densidade. Sob condições práticas, os principais fatores que determinam a concentração do fumigante depois da aplicação são: temperatura, sorção, tempo de exposição do fumigante, umidade relativa, teor de umidade do produto a ser fumigado e vazamentos de gás. Em geral, quanto maior a temperatura do produto, mais rapidamente o fumigante matará os insetos. O grande sucesso na prática para uma eficiente fumigação é, sem dúvida, uma boa vedação da massa de grãos a ser expurgada, evitando vazamentos do gás. Com isso, mantém-se o gás em contato com a praga a ser eliminada, em um tempo e concentração seguros para ocasionar sua morte. A fumigação de grãos a granel, em armazéns graneleiros, requer cuidados especiais e pessoal habilitado. Geralmente estes armazéns, são abertos e de grande capacidade de estocagem, não oferecendo meios para a retenção do fumigante aplicado; razão pela qual torna-se imprescindível a vedação de toda a superfície da massa de grãos, com módulos de lona plástica impermeável à passagem do gás.

- A.** Bloquear o sistema elétrico de acionamento da descarga das células que irão ser expurgadas, por medidas de segurança, pois pessoas irão trabalhar sobre os grãos.
- B.** Sinalizar o local fumigado com placas de advertência quanto ao gás letal;
- C.** O tempo de exposição pode variar com a altura do silo e da camada de grãos, bem como o nível de infestação e porosidade da massa, deve-se utilizar sempre o mínimo indicado pelo fornecedor;

OBS: A disposição de pastilhas fumegantes nas cargas, durante seu carregamento, deve ser proibida, uma vez que é uma operação não controlada e expõe os trabalhadores das unidades de origem e destino a sérios riscos de acidentes.

A utilização de agrotóxicos é regulamentada pela Lei federal no 7.802, de 11 de julho de 1989 e Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins.







Dentre as recomendações mais importantes para um controle de pragas eficiente que preserve a qualidade e segurança do produto e pessoal envolvido no processo, estão:

- Utilizar somente produtos autorizados para a finalidade e cultura desejada;
- Ler atentamente todas as informações apresentadas no rótulo e bula do produto a ser utilizado;
- Não exceder as dosagens recomendadas pelos fabricantes considerando a finalidade e cultura desejada;
- Seguir rigorosamente as indicações de aplicação;
- Utilizar um número de pessoas suficientes para que a aplicação ocorra em tempo indicado pelo fabricante, garantindo a segurança dos envolvidos;
- Bloquear o sistema elétrico de acionamento da descarga das células que irão ser tratadas, por medidas de segurança, pois pessoas irão trabalhar sobre os grãos.
- Respeitar rigorosamente o intervalo de segurança entre a última aplicação e a comercialização do produto tratado de considerando a finalidade e cultura desejada;
- Garantir que os resíduos de agrotóxicos em produtos vegetais estejam de acordo com os Limites Máximos de Resíduos (LMR) estabelecidos para ingrediente ativo na cultura;
- Fazer uso dos EPIs adequados durante o procedimento.

Adicionalmente, pesquisas sobre controle de pragas na agricultura brasileira podem ser realizadas no **AGROFIT** – banco de informações sobre os produtos agroquímicos e afins registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O sistema permite, por exemplo, identificar os produtos registrados para controle de determinada

praga e, ao mesmo tempo, verificar as condições de uso recomendadas.

LINK DE ACESSO: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

A ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, apresenta em seu website monografias autorizadas, resultantes da avaliação e reavaliação toxicológica dos ingredientes ativos destinados ao uso agrícola, domissanitário, não agrícola, ambientes aquáticos e preservante de madeira. Os documentos apresentam, entre outras informações, os nomes comum e químico, a classe de uso, a classificação toxicológica e as culturas para as quais os ingredientes ativos encontram-se autorizados, com seus respectivos limites máximos de resíduo.

LINK DE ACESSO: <http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas>

A tabela abaixo consta os ingredientes ativos dos principais inseticidas utilizados atualmente, apresentando o Limite Máximo de Resíduo (mg/kg) e Intervalo de segurança para a aplicação em milho armazenado:

Tabela 3 – Produtos comumente utilizados na armazenagem de Milho

PRODUTOS	INGREDIENTE ATIVO OU NOME COMUM	LIMITES MÁXIMOS DE RESÍDUOS (LMR) (MG/KG) EM MILHO	INTERVALO DE SEGURANÇA ENTRE A ÚLTIMA APLICAÇÃO E A COMERCIALIZAÇÃO
K-OBIOL 25 EC	DELTAMETRINA	1,0	30 dias
STARION	BIFENTRINA	0,2	30 dias
ACTELIC 500 EC	PIRIMIFÓS-METÍLICO	5,0	45 dias
BERGARD			
PERMETRINA FERSOL 384 EC	PERMETRINA	0,1	60 dias
SUMIGRAN 500 EC	FENITROTIONA	1,0	180 dias
ACTELICLAMBDA	LAMBDA-CIALOTRINA	1,0	42 dias




ABIOVE
Associação Brasileira das
Indústrias de Óleos Vegetais


ACEBRA
ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS
CEREALISTAS DO BRASIL


ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE CÉREIS


Sistema OCB
CNCOOP - OCB - SESCOOP