

Grãos: Métodos de Conservação¹

Por: Luís César da Silva

A massa de grãos armazenada constitui em um ecossistema em que estão presentes elementos abióticos e bióticos. Os abióticos, sem vida, são as impurezas, o volume de ar e os restos de defensivos. Esses elementos encontram distribuídos no espaço intragranular da massa de grãos. Os elementos bióticos são vivos, como a: massa de grãos, insetos, ácaros e microrganismos - fungos, bactérias.

As técnicas de conservação fundamentam na manipulação de fatores intrínsecos e extrínsecos à massa de grãos, com o intuito de preservar as qualidades físico-químicas, fisiológicas e nutricionais dos produtos, e conseqüentemente, a quantidade de matéria seca.

Os fatores intrínsecos referem-se às propriedades dos grãos, por exemplo: teor de umidade, composição química e resistência da estrutura de proteção a: (i) perfurações causadas por insetos, e (ii) choques térmicos e, ou mecânicos.

Os fatores extrínsecos referem ao ambiente em que a massa de grãos está armazenada. Os mais relevantes são: (a) umidade relativa do ar, (b) temperatura ambiente, e (c) composição química do ar no espaço intergranular.

Os grãos apresentam como componentes água e matéria seca. Essa última fração é composta por: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais. Esses nutrientes apresentam como substratos essenciais ao desenvolvimento de diversos organismos, como: o homem e as pragas do armazenamento: insetos, fungos, roedores e pássaros.

Diante desse cenário são estabelecidas as concorrências em busca do alimento, Grãos. E para ter sucesso, o homem emprega diferentes técnicas de conservação, como as apresentadas na Tabela 01.

Basicamente, as técnicas referem ao emprego da: secagem, refrigeração, atmosfera modificada, ou agentes químicos.

a) Secagem de grãos

A técnica de secagem é aplicada para reduzir o teor de umidade de produtos agrícolas. Conseqüentemente, é reduzida a disponibilidade de água para: (i) o desenvolvimento de fungos e bactérias; (ii) a realização do processo de respiração dos grãos, que promove perda de massa e gera calor e água; e (iii) a execução de reações bioquímicas no produto que causam a autodegeneração.

¹ Artigo Publicado na Revista: Grãos Brasil: Da Semente ao Consumo, Ano IV, nº XIX, Abril de 2005, p. 18 -22.

Tabela 01 - Tipos de concorrência, danos causados aos grãos e as técnicas de conservação indicadas

Concorrência	Danos Expressivos	Principais Técnicas de Conservação de Grãos
Homem x Fungos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consumo 2. Aumento da temperatura da massa de grãos. 3. Aumento da proporção de grãos ardidos. 4. Migração de umidade para massa de grãos. 5. Geração de micotoxinas. 6. Depreciação do valor comercial. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Secagem. 2. Secagem e Aeração. 3. Secagem e Resfriamento.
Homem x Insetos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consumo. 2. Depreciação do valor comercial. 3. Propicia a proliferação de fungos, ácaros e bactérias. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Secagem. 2. Secagem e Resfriamento. 3. Secagem e Inseticidas. 4. Secagem e Atmosfera Modificada.
Homem x Roedores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consumo. 2. Depreciação do valor comercial devido a fezes e urina. 3. Transmissão de doenças. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de Barreiras Arquitetônicas. 2. Uso de Raticidas. 3. Limpeza dos ambientes.
Homem x Pássaros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consumo. 2. Transmissão de doenças. 3. Depreciação do valor comercial devido a fezes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de Barreiras Arquitetônicas. 2. Uso de agentes químicos.

Para as condições brasileiras, o teor de umidade ideal para armazenagem de grãos e sementes é 13%. Para essa situação, o nível de atividade aquosa (A_a) no espaço intreganular, inviabiliza o desenvolvimento de fungos e bactérias.

Atividade aquosa (A_a) é o índice empregado para expressar a disponibilidade de água na camada delgada de ar sobre a superfície de materiais biológicos como os grãos. Esse índice varia de 0 a 1. Quanto maior o teor de umidade do produto, maior é o índice de atividade aquosa.

As bactérias para multiplicarem, requerem ambientes em que a atividade aquosa seja superior a 0,90. Enquanto, os fungos do armazenamento requerem valores entre 0,65 a 0,90. Nesses casos, o teor de umidade da massa de grãos varia de 14,0 a 28,0%.

A secagem pode ser realizada de forma natural ou artificial, Figura 01. A secagem natural emprega a radiação solar para aumentar o potencial de secagem do ar. Enquanto, para secagem artificial são empregados secadores. Para maiores informações, leia o artigo "[Secagem de Grãos](#)" publicado na Revista Grãos Brasil - Ano III, Nº. XIV, Maio de 2004, páginas de 10 a 15.

b) Resfriamento da Massa de Grãos

O resfriamento é um método empregado para preservar a qualidade do produto e inviabilizar o desenvolvimento de insetos e fungos.

Sob condições de temperaturas acima de 25 °C e teor de umidade acima de 16%, ocorre o rápido desenvolvimento de fungos e insetos. Os danos causados pelos fungos são observados em questão de dias. Enquanto, os causados por insetos são percebidos somente após um mês. A diferença de tempo é função do ciclo de vida desses agentes.

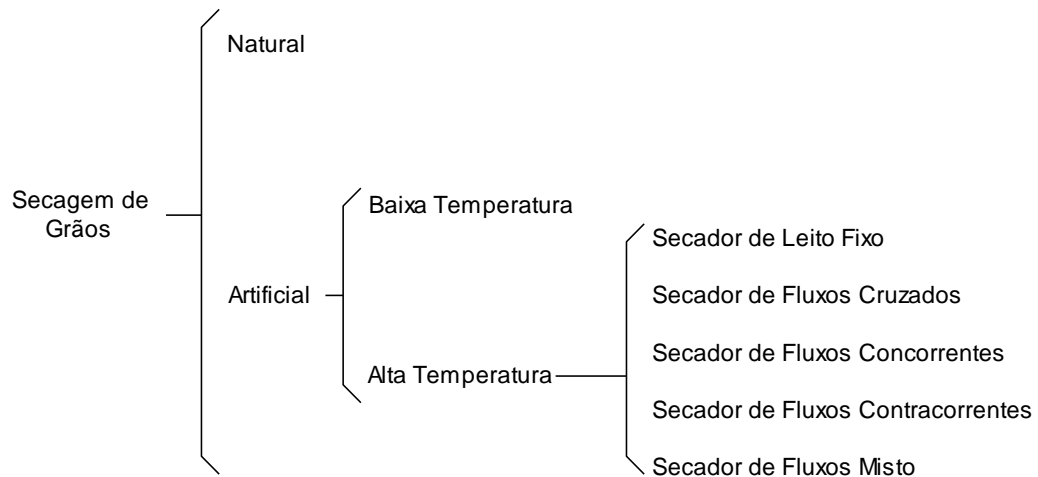


Figura 01 – Classificação das modalidades de secagem de grãos.

Ao secar produtos agrícolas a teores de umidade abaixo de 14,0%, é bloqueado o desenvolvimento de fungos. Pois, a umidade relativa do ar intragranular é estabilizada em valores inferior a 60%. Isso faz estabelecer níveis de atividade aquosa menores que 0,60. No entanto, os insetos podem proliferar. Para impedir isso, é empregada a técnica de resfriamento que consiste em reduzir a temperatura da massa de grãos a valores abaixo de 17 °C.

No mercado brasileiro existem empresas que comercializam e locam os geradores de frio montados sob-rodas, Figura 02, que permitem fácil acoplagem aos sistemas de aeração de silos e graneleiros.

De modo geral, segundo recomendações de pesquisadores, para o emprego da técnica de resfriamento devem ser ponderados os seguintes pontos:

Primeiro: A massa de grãos deve estar devidamente limpa. A remoção das impurezas facilita a passagem do fluxo de ar resfriado, o que fisicamente melhora a troca de calor entre os grãos e ar. Além disso, é tido o benefício de serem eliminados substratos para o desenvolvimento de fungos, insetos e ácaros.

Segundo: O teor de umidade dos grãos deve estar entre 12,5 a 14,0%. Pois, o principal objetivo do resfriamento da massa de grãos é o controle de insetos. O controle de fungos é feito por meio da secagem.

Terceiro: Grãos com teores de umidade entre 14,0% a 16,0% podem ser resfriados. No entanto, caso produto seja destinado à comercialização, será necessário proceder à secagem antes da aplicação do resfriamento.

Quarto: Grãos com teores de umidade acima de 16,0% necessitam ser secos antes da insuflação do ar resfriado.

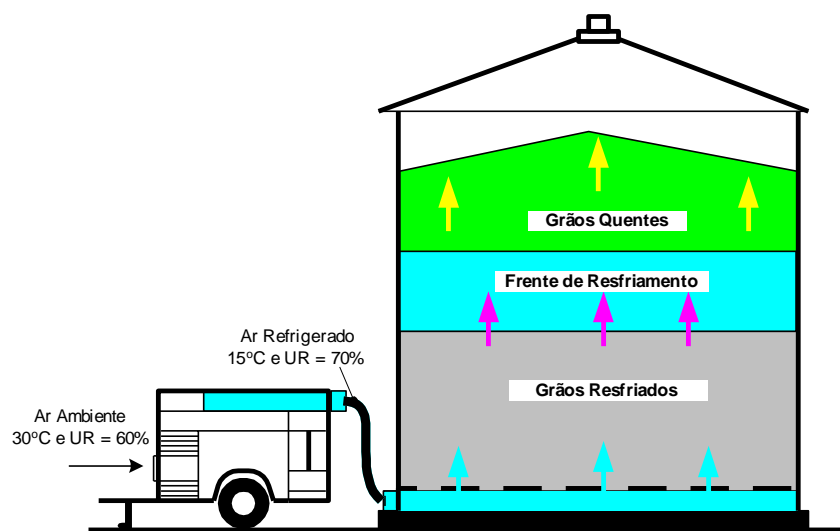


Figura 02 – Representação esquemática da insuflação de ar refrigerado em silos.

A temperatura que a massa de grãos atingirá por meio da refrigeração depende basicamente dos seguintes parâmetros: (a) temperatura e umidade relativa do ar insuflado; e (b) teor de umidade do produto. Conforme informações da Tabela 02, para uma mesma temperatura e umidade relativa do ar, tem-se que produtos mais úmidos atingirão menores temperaturas. Por exemplo, o resfriamento de grãos com 14,0% de umidade resulta em temperaturas da massa de produto de 4 a 5 °C inferior as observadas para grãos com 10% de umidade.

E para uma mesma temperatura do ar e teor de umidade do produto, tem-se que quanto menor a umidade relativa do ar, menor será a temperatura atingida pelo produto. Por exemplo, ao ser insuflado ar resfriado com umidade relativa de 30%, são obtidas temperaturas da massa de grãos de 3 a 5 °C inferior as observadas para o ar com umidade relativa de 60%.

Tabela 02 – Temperaturas que a massa de grãos de trigo pode atingir em função da temperatura e umidade relativa do ar insuflado, teor de umidade do produto e temperatura inicial da massa de grãos de 30°C

Condições do Ar Insuflado		Temperaturas em °C da massa de grão para os teores de umidade			
Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	10 %	12 %	14 %	16 %
10	30	10,5	7,5	5,5	5,0
	45	12,0	9,5	7,5	6,5
	60	14,0	11,0	9,0	8,0
	75	16,0	12,5	10,5	9,5
15	30	15,0	12,0	10,0	9,0
	45	17,5	14,0	12,0	11,0
	60	20,0	16,0	13,5	12,5
	75	22,0	18,0	15,5	14,5
20	30	20,0	16,0	13,5	12,5
	45	22,5	18,5	16,5	15,5
	60	25,0	21,0	18,5	17,5
	75	27,5	23,0	21,0	19,5
25	30	24,0	20,0	17,5	16,5
	45	27,0	23,0	20,5	19,5
	60	30,0	25,5	23,5	22,0
	75	32,5	28,0	25,5	24,0
30	30	28,0	24,0	22,0	20,0
	45	31,5	27,0	25,0	23,5
	60	34,5	30,5	28,0	26,5
	75	37,5	33,0	30,5	29,0
35	30	32,5	28,0	25,5	24,0
	45	36,0	31,5	29,0	27,5
	60	39,5	35,0	32,5	31,0
	75	43,5	39,0	36,5	35,0

Fonte: Department of Primary Industries and Fisheries, State of Queensland - Austrália (2003)

Obs.: Para as condições em que a temperatura final da massa de grãos é maior que a temperatura do ar insuflado é indicativo do aumento da taxa respiração dos grãos e, ou infestação de fungos.

Em conformidade com essas conclusões e de acordo com os valores de teor de umidade de equilíbrio para milho e trigo é recomendado que o ar resfriado tenha temperatura entre 14 a 20 °C e umidade relativa entre 60 a 75%. Enquanto, para soja recomenda-se temperatura entre 12 a 20 °C e umidade relativa entre 70 a 75%.

c) Atmosfera Modificada – Uso de CO₂ (gás carbônico)

A técnica de atmosfera modificada aplicada à armazenagem de grãos consiste no aumento da concentração de gás carbônico do ar intragranular. Desde modo, é inviabilizada a respiração dos insetos nas diversas fases de desenvolvimento: ovo, larva,

pupa e adulto. Essa prática constitui em uma alternativa ao não uso de inseticidas, o que é requerido, por exemplo, no beneficiamento de produtos orgânicos.

É importante ressaltar que o emprego de atmosfera modificada não dispensa o uso da secagem. Pois, o gás carbônico agirá efetivamente no controle de insetos, e não no controle dos fungos.

O ar ambiente, normalmente, apresenta concentração de gás carbônico próxima a 0,03%. Para o controle efetivo dos insetos a concentração indicada é 35% por no mínimo 15 dias a uma temperatura média de 25°C. O que faz requerer da instalação, um grau de vedação que permita a manutenção da concentração desejada. Caso contrário, será necessário promover mais de uma aplicação do gás, o que onera consideravelmente o tratamento.

O gás carbônico é incolor, sem cheiro, não inflamável e possui densidade 1,5 vez superior a do ar. O CO₂ pode ser comercializado na forma sólida ou líquida. A forma sólida, gelo seco, sob condição ambiente transforma diretamente em gás. Processo físico denominado sublimação. O gelo seco pode apresentar no formato de barras, pequenos cubos, ou pellets. Quanto menor a porção sólida, maior é a velocidade de transformação.

Na forma líquida o gás é comercializado em cilindros pressurizados de 25 ou 33 kg. Um quilograma de CO₂ líquido produz 0,5 metros cúbicos de gás. De acordo com trabalhos realizados pelo Centro de Pesquisa SGRL – Austrália, Figura 03, são requeridos 2 kg CO₂ líquido por tonelada de produto armazenado. O quilo de CO₂ líquido no Brasil custa cerca de R\$ 4,60.

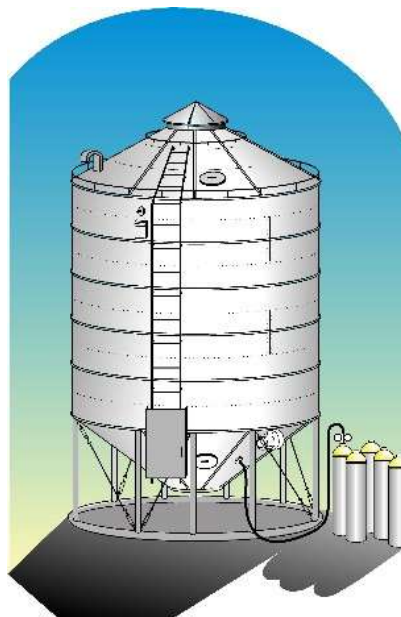


Figura 03 – Aplicação de CO₂ em um silo vedado ([Austrália – Centro de Pesquisa SGRL](http://www.sgrl.com.au)).

De acordo com trabalhos realizados na Austrália, a fumigação com fosfina custa de entre R\$ 0,32 a R\$0,53 por tonelada de produto. Enquanto, o tratamento com CO₂ tem custo que varia de R\$ 2,14 a R\$5,35. Dessa forma, em média o custo do tratamento com CO₂ é dez vezes superior ao do uso da fosfina.

Nota: Além do aumento da concentração de gás carbônico, existem outras alternativas do uso de atmosfera modificada, que são as de alterações das concentrações dos gases oxigênio ou nitrogênio, presentes no ar.

d) Uso de Agentes Químicos

Vários agentes químicos podem ser utilizados, porém, o mais empregado é o ácido propiônico, que impede o desenvolvimento de fungos, reduz a taxa de respiração da massa de grãos e pode ser utilizado sem a necessidade de secar o produto.

No tratamento, o pH do produto é reduzido a valores entre 4,0 a 4,5. Quando o ácido penetra nos grãos faz morrer os embriões. Desse modo, é reduzida drasticamente a respiração e outras atividades metabólicas. Quanto empregada à dosagem correta, a preservação pode estender por até um ano.

As principais vantagens do uso do ácido propiônico são: (a) o produto tratado pode ser utilizado na formulação de rações; e estas podem ser guardadas por várias semanas; (b) a conversão alimentar dos animais alimentados com os grãos tratados tende a ser maior; (c) os grãos tratados podem ser acondicionados em silos trincheiras ou simplesmente cobertos; e (d) a velocidade da colheita não é afetada, o que normalmente ocorre quando do uso de secadores, que geralmente apresentam como gargalos nos sistemas de armazenagem de grãos.

As principais desvantagens são: (a) os produtos tratados devem ser exclusivamente utilizados para alimentação de animais; (b) o ácido utilizado é corrosivo a peças metálicas, assim podem ocorrer corrosões em silos e equipamentos de transporte; e (c) o custo do uso do ácido é superior ao do emprego da secagem. Além disto, o uso do ácido para teores de umidade superior a 36% é antieconômico.

Referências

BROOKER, D. B., BAKKER ARKEMA, F. W., HALL, C. W. Drying Cereal Grains. The Avi Publishing Company, Inc. Westport: Connecticut. 1974. 256 p.

DPI (Department of Primary Industries and Fisheries). Grain Storage Aeration for Cooling or Drying. (http://www.daff.qld.gov.au/26_6240.htm). State of Queensland: Australia. 2010

JONES, D. D.; GRISSO, R. D. Holding Wet Corn With Aeration. University of Nebraska. G87-862-A. (Revised July 1995).

LOEWER, O. J., BRIDGES, T. C., BUCKLIN, R. A. *On-farm drying and storage systems*. ASAE Publication 9, American Society of Agricultural Engineers. 1974.

SILVA, J. S. [editor] Pré-Processamento de Produtos Agrícolas. Instituto Maria. Juiz de Fora. 1995. 509 p.

WEBER, E. A. Armazenagem Agrícola. Editora. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba: RS. 2001. 396 p.