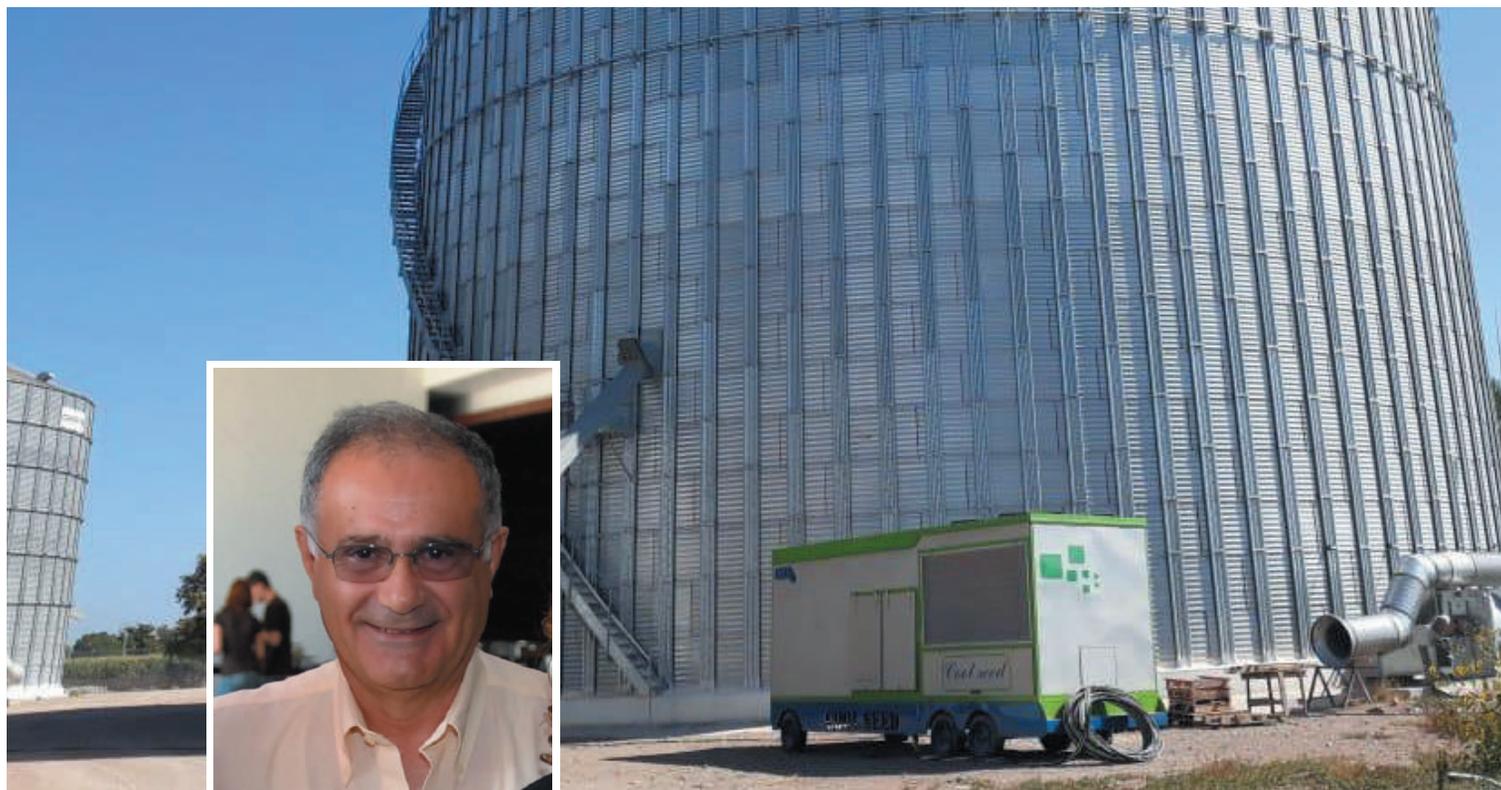


AERAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DE GRÃOS



Eng. Shlomo Navarro
Green Storage Ltd
snavarro@013.net



Hagit Navarro
Green Storage Ltd



Uma prática aceitável para reduzir a temperatura do produto é usar aeração mecânica através de ventiladores. Pode ser facilmente aplicado a grãos armazenados ou produtos granulares. A aeração pode ser definida como "o movimento forçado do ar ambiente de qualidade adequada ou de ar adequadamente condicionado através de um grão a granel para melhorar a capacidade de armazenamento de grãos" (Calderon, 1972). A aeração também é chamada de ventilação "ativa", "mecânica", "baixo volume" ou "forçada", pois a energia do ventilador é usada para fornecer o ar.

A aeração deve ser diferenciada da ventilação "passiva" ou "natural", que ocorre em contêineres de grãos com um bueiro aberto, ou em celeiros com portas ou janelas abertas, e deve-se a correntes de ar naturais ou convectivas. A aeração passiva também ocorre em pilhas de milho, tradicionalmente usadas em climas tropicais e subtropicais. O vento força o ar ambiente a fluir através dos berços de milho, causando uma secagem lenta do milho sem casca e de outros grãos.

A aeração é um método amplamente usado para preservar os grãos armazenados. É usado para modificar o microclima do granel e torná-lo desfavorável ao desenvolvimento de organismos prejudiciais no grão e, ao mesmo tempo, criar condições favoráveis para a preservação sustentada da qualidade do grão. Dentro do conceito de ecossistema de armazenamento, o papel da aeração é modificar um ou mais dos fatores abióticos (temperatura, umidade, composição atmosférica) e, portanto, "condicionar" o grão armazenado para melhorar as condições existentes no volume movimento de grãos de qualidade adequada através da massa de grãos.

A aeração forçada é um método eficaz aplicado ao armazenamen-

to de grãos a granel em escala comercial e aproveitadas duas propriedades físicas importantes do grão a granel:

1. *Porosidade do grão a granel:* para a maioria dos grãos de cereais, o volume vazio intergranular é de 35 a 55% do volume a granel. A natureza porosa do grão a granel permite que o ar forçado passe e entre em contato com quase todos os grãos a granel.
2. *Propriedade de isolamento térmico da massa de grãos:* devido à baixa condutividade térmica, a massa de grãos é auto-isolante. Isso permite a manutenção de um "microclima modificado" por muito tempo após a aeração dos grãos.

Embora o papel da temperatura seja reconhecido há muito tempo, a manipulação dessa regulamentação por técnicas de aeração foi focada no início da década de 1950 em programas de gerenciamento de grãos armazenados nos Estados Unidos. Trabalho de engenharia pioneiro de pesquisadores americanos como Foster (1953), Robinson *et al.* (1951), Shedd (1953) e Holman (1966) e pesquisas sobre aspectos tecnológicos da aeração por Hukill (1953) e, mais recentemente, por Cuperus *et al.* (1986), Arthur e Casada (2005, 2010) e Reed (2006),



formam a base dos modernos sistemas de aeração de grãos. A tecnologia de aeração é usada para modificar o microclima do granel para reduzir ou eliminar o desenvolvimento de organismos prejudiciais ou prejudiciais no grão, reduzindo e mantendo a temperatura do grão em níveis seguros, abaixo dos níveis de umidade que suportam a atividade do grão. microflora. A aeração ajuda a manter condições favoráveis de armazenamento para a preservação segura da qualidade do grão. Desde então, vários autores relataram suas descobertas sobre a aeração feita em climas temperados. O co-

SMA

INDUSTRIAL

TRILHADEIRAS SMA

UM NOVO CONCEITO EM TRILHAGEM DE VAGEM VERDE

AS TRILHADEIRAS SMA
CONTAM COM UM SISTEMA
EXCLUSIVO
DE ABERTURA DE VAGENS
QUE PRESERVA A INTEGRIDADE
DA SOJA APÓS O PROCESSO.



✉ contato@smasilos.com.br  [smaagroindustria](https://www.facebook.com/smaagroindustria)

🌐 www.smasilos.com.br  (44) 99938-0404

📷 [smaagroindustria](https://www.instagram.com/smaagroindustria)

SMA INDUSTRIAL
RUA PIONEIRO ARCIVIDI BRUSCHI, 346
MARINGÁ - PARANÁ
(44) 3265-1968

22 TECNOLOGIA

nhecimento acumulado nas últimas quatro décadas formou a base da atual tecnologia de aeração revisada por Navarro *et al.* (2012). Atualmente, a aeração forçada de grãos é um dos métodos não químicos sustentáveis mais eficazes em uso para controlar as condições de grãos armazenados, atividade biológica e perda de qualidade de grãos.

Objetivos da aeração

O objetivo da aeração é manter a qualidade do grão a granel armazenado. Embora a aeração possa melhorar as condições de armazenamento, a aeração não melhora os atributos intrínsecos da qualidade dos grãos.

Resfriamento de grãos a granel para supressão de pragas

O resfriamento de grãos é o objetivo principal da aeração dos grãos (Reed & Arthur, 2000, Reed & Harner, 1998) quando se discute a supressão de pragas. Os insetos de grãos armazenados são de origem tropical ou subtropical e requerem temperaturas bastante altas, tipicamente 24 ° a 32 ° C para seu desenvolvimento. Insetos que infestam grãos são sensíveis a baixas temperaturas. O desenvolvimento de insetos de produtos armazenados geralmente para abaixo de 16 ° C; há pouca sobrevivência de insetos acima de 43 ° C. No sudoeste e no centro-sul dos Estados Unidos, as temperaturas de colheita de trigo, arroz e sorgo podem variar de 32 ° a 43 ° C, dependendo da cultura e localização específicas. Durante a colheita de outono no norte dos EUA, temperaturas típicas de cerca de 10 ° a 18 ° C são típicas.

Em temperaturas abaixo de 21 ° C, o crescimento populacional da maioria dos insetos de armazenamento é significativamente suprimido. Temperaturas de grãos de 16 ° a 21 ° C são consideradas "seguras" para o manejo de insetos, porque a alimentação e a reprodução são lentas. Os ciclos de vida completos nessas temperaturas levam três meses ou mais, portanto o crescimento da população de insetos permanece insignificante. O dano do inseto nessas condições de baixa temperatura é mínimo (Flinn *et al.*, 1997; Stejskal *et al.*, 2019).

O parâmetro de controle crucial para pragas de ácaros não é apenas a temperatura, mas também o estabelecimento de um balanço de umidade relativa (ERH) abaixo de 65%. Aproximadamente 12,5% de umidade (MC) para trigo a 25 ° C suprime o desenvolvimento de ácaros (Cunnington, 1984, Navarro *et al.*, 2002). As temperaturas necessárias para suprimir o desenvolvimento de ácaros em grãos úmidos (base úmida de 14% a 16% MC) podem ser obtidas em climas temperados. Manter temperaturas baixas e uniformes dos grãos é muito dispendiosa na periferia a granel quando as temperaturas ambientes médias são favoráveis ao desenvolvimento de ácaros. Embora seja improvável que o resfriamento de grãos úmidos impeça a infestação moderada de ácaros, espera-se que a aeração minimize os "pontos quentes" e as grandes populações de ácaros associados a eles.

Supressão do crescimento da microflora

São necessárias baixas temperaturas para evitar danos ao mofo no grão úmido. São necessárias



temperaturas abaixo de 5 ° C para suprimir a maior parte do crescimento de fungos. Para a supressão dos bolores de *Penicillium*, as temperaturas devem estar abaixo de 0 ° C. A maioria dos cogumelos não cresce a uma umidade relativa inferior a 70%, o que equivale a cerca de 13% de MC para grãos de cereais em temperaturas típicas de armazenamento. O limite de teor de umidade é mais baixo para as oleaginosas. Na prática, o crescimento de fungos depende principalmente da umidade intersticial do ar. Embora o resfriamento do grão possa não parecer um método eficiente de controlar o mofo, em temperaturas mais baixas, o dano do molde é reduzido.

Manutenção de qualidade de sementes e grãos

Baixas temperaturas de grãos são desejáveis para melhor manutenção da qualidade das sementes e grãos. Estudos mostraram que quanto menor a temperatura (dentro de certos limites), mais tempo as sementes mantêm a viabilidade total. Uma regra geral (Harrington, 1973) afirma que o prazo de validade de uma semente em armazenamento é dobrado para cada diminuição da temperatura de 5 ° C (dentro da faixa de 0 ° a 50 ° C) e para cada redução de 1% em teor de umidade das sementes (na faixa de 5% a 14%).

As sementes são comumente armazenadas em uma umidade relativa de equilíbrio de 30% a 40%, com bons resultados. Para longos períodos de armazenamento de sementes, Vertucci e Roos (1990) recomendam que o melhor teor de umidade de armazenamento esteja entre 19% e 27% da umidade relativa do equilíbrio.



Equalização de temperatura em todo o grão

Devido às propriedades auto-isolantes, o grão armazenado durante a colheita de verão mantém as temperaturas iniciais da colheita por um longo tempo antes do frio chegar no outono (exceto para o grão próximo às paredes do tanque, a base cônica exposta ou na superfície). Recomenda-se que o calor da colheita seja removido por aeração por sucção noturna, assim que a temperatura ambiente estiver de 8 ° a 11 ° C abaixo da temperatura interna da massa de grãos para evitar a condensação e minimizar a atividade da insetos sobre ou perto da superfície do grão. O resfriamento inicial deve ser seguido por aeração adicional quando temperaturas ambiente geralmente mais baixas permitirem que toda a massa de grãos esfrie abaixo de 21 ° C.

Prevenção da migração de umidade em grãos a granel

À medida que a temperatura ambiente cai durante a estação fria, as camadas superficiais (e periféricas) do grão tornam-se consideravelmente mais frias que a massa interna do grão. Os gradientes de temperatura são estabelecidos nos grãos que podem levar a correntes de convecção que circulam o ar através dos espaços intergrãos. Em grandes quantidades, o ar frio e denso se instala ao longo das paredes externas. O ar mais quente (que contém mais umidade que o ar frio) se move para a superfície superior mais fria do grão.

Quando o ar quente atinge as camadas frias do grão, a umidade condensa e cria camadas ou manchas úmidas no grão. Os estudos (Montross *et al.*, 2002, Montross e Maier 2001) sugerem uma teoria de equilíbrio de umidade para os mecanismos envolvidos nesse movimento de umidade em uma massa de grão não aerada. Usando o modelo de elementos finitos que eles desenvolveram, testes adicionais em larga escala para demonstrar o efeito de gradientes significativos de temperatura na condensação de umidade devido às correntes de convecção que transportam a umidade para as camadas frias do grão. Por outro lado, a hipótese tradicional de convecção natural sugere que as correntes naturais de convecção nos grãos são suficientes apenas para fazer com que grandes quantidades de umidade "migrem" para camadas mais frias ou para os grãos de superfície mais frios, onde o ar é esfria até o "ponto de orvalho". E deposita o excesso de umidade, aumentando lentamente o teor de umidade do grão nos topos. Ao equalizar a temperatura do grão por aeração, a migração de umidade é evitada.

Prevenção do tufo e da condensação do cano de baixada

A condensação sob o teto é um processo natural diferente da migração de umidade dentro do grão. O condensado que goteja no grão envolve a

24 TECNOLOGIA

umidade do ar úmido, que se acumula no espaço superior acima do volume do grão e se condensa na superfície inferior do teto do tanque. Recipientes com ventilação de telhado suficiente e espaços abertos (fenda de 1/2 a 1 polegada) entre a parede lateral e o telhado geralmente têm ventilação natural suficiente para evitar condensação sob o telhado. O condensado é especialmente problemático em recipientes vazios de beirado que são permanentemente selados para evitar a perda de gás fumigante e o fácil acesso aos grãos para insetos.

Prevenção do aquecimento biológico do grão seco

Nos focos de grãos onde a infestação está localizada, as populações de insetos se desenvolvem em pequenos focos. A broca e as três principais espécies de gorgulho encontradas em grãos nos Estados Unidos: o gorgulho do arroz, o gorgulho do milho e o gorgulho do trigo são espécies características que desenvolvem infestações localizadas em massa, criando focos de calor.

As temperaturas de grãos altamente infestados que sofrem aquecimento generalizado são tipicamente em torno de 38 ° a 43 ° C. Quando infestações pesadas são descobertas, o grão deve ser fumigado imediatamente para interromper a atividade dos insetos. A aeração deve ser usada para resfriar o volume.

Prevenção de aquecimento espontâneo de grãos úmidos

Em grãos quentes e úmidos (umidade relativa de equilíbrio superior a 70%), a respiração pode se tornar muito intensa devido ao crescimento de fungos. Altos níveis de respiração produzem um fenômeno chamado "auto-aquecimento". O aquecimento do grão é prejudicial à qualidade do grão. No aquecimento espontâneo, as temperaturas dos pontos quentes podem facilmente chegar a 57 ° a 60 ° C, criando gradientes de temperatura acentu-



ados entre o grão frio aquecido e o ambiente. Em embalagens contendo sementes ricas em óleo, como sementes de algodão, soja e sementes de girassol em condições de umidade suficientemente alta, são geradas temperaturas muito altas e pode ocorrer "combustão espontânea", iniciando um incêndio. Não opere os ventiladores de aeração se for detectado fogo (pelo cheiro de fumaça ou pela queima de grãos na corrente de ar de exaustão) a granel. A aeração promove o fogo, fornecendo mais oxigênio ao ponto de aquecimento.

Secagem de grãos limitada por aeração

Normalmente, ocorre um efeito de secagem pequeno, mas significativo (perda de 1/4 a 1/2% de umidade por ciclo de resfriamento por aeração) e, durante a aeração a longo prazo (vários ciclos de resfriamento), ocorre uma redução de umidade de até 2% durante o resfriamento de grandes volumes. Devido a taxas de fluxo muito baixas durante a aeração, a frente de secagem se move lentamente, e esse pequeno efeito de secagem geralmente é limitado ao grão próximo à entrada de ar da aeração. Essa perda de umidade do grão é refletida



em uma contração correspondente ou perda de peso do mercado no grão a granel. Isso deve ser considerado no manuseio de grãos como um custo para manter os grãos seguros para comercialização. A contração da umidade da aeração, bem como a perda do manuseio "invisível", afetará significativamente os registros da instalação e deve ser considerada quando os registros de recebimento e entrega de grãos das instalações ou dos locais de armazenamento não coincidirem.

Eliminação de resíduos e odores fumigantes

A liberação ou dessorção de fumigantes no final de uma fumigação pode ser realizada com fluxos de ar relativamente baixos. O sistema de aeração pode ser operado intermitentemente (em pulsos) para remover os vapores de gás do grão e do armazenamento. Os sistemas de aeração podem operar por 10 a 15 minutos a cada duas a três horas para permitir que o espaço intersticial do ar alcance o equilíbrio com a concentração do fumigante no grão. Portanto, o sistema de aeração pode ser operado várias vezes para ventilar o armazenamento. Os odores de armazenamento também podem se

desenvolver a granel devido a pontos quentes contendo insetos ou grãos mofados. Os cheiros ácidos são o resultado da atividade anaeróbica no processo de fermentação em alto conteúdo de umidade (mais de 18% para cereais). Em níveis moderados de umidade (14% a 18% MC para cereais), os odores de mofo nos grãos são geralmente causados pelo crescimento de certos bolores. Outros odores ocasionalmente encontrados em grãos são considerados odores estranhos comercialmente questionáveis (COFOs) porque são odores estranhos de grãos e os tornam inadequados para o uso comercial normal. A maioria dos odores pode ser reduzida com aeração; no entanto, odores residuais podem persistir após repetidos ciclos de aeração. Aplicações comerciais baseadas em estudos piloto de laboratório usaram aeração combinada com tratamento de ozônio para reduzir odores nos grãos.

Conservação por resfriamento do grão por ar refrigerado

A aeração com ar ambiente pode não ser suficiente para controlar fungos em grãos úmidos, proteger grãos de ácaros e insetos, controlar o au-

A HM RUBBER
APRESENTA:

BORRACHA LÍQUIDA

SOLUÇÃO ANTICORROSIVA COM
VEDAÇÃO QUE MELHORA A EFICIÊNCIA
DO EXPURGO, PROTEGENDO A
CHAPA CONTRA CORROSÃO, ENTRE
OUTRAS VANTAGENS.



INIBIDOR DE
FERRUGEM



ISOLANTE
TÉRMICO



ISOLANTE
ACÚSTICO
(EM SUPERFÍCIES
METÁLICAS)



REDUÇÃO DE
TEMPERATURA



VEDAÇÃO DE
UMIDADE



AUMENTO DA
VIDA ÚTIL
DA CHAPA

**REDUÇÃO DA PERDA
PÓS-COLHEITA**

**TECNOLOGIA
QUE PROTEGE**

hm rubber

toaquecimento de grãos ou preservar a capacidade de germinação e a qualidade dos grãos armazenados em climas quentes ou quando o grão quente é armazenado imediatamente após a colheita. Em resposta a essas situações, unidades de ar resfriado foram desenvolvidas para resfriar grãos de produtos que podem justificar as despesas adicionais do resfriamento por aeração resfriada. Nesse tipo de processo de aeração, o ar ambiente é condicionado passando-o através da bobina do evaporador e de uma bobina de reaquecimento secundária da unidade de refrigeração e depois soprando o ar frio nos grãos através do sistema de aeração existente. A passagem através da bobina de reaquecimento secundário foi projetada para ajustar a umidade relativa do ar de 60 a 75% para corresponder ao teor de umidade alvo do grão seco. O operador pode ajustar a quantidade de superaquecimento e a temperatura final do ar para atingir as condições de aeração desejadas.

A aeração refrigerada tem sido usada para resfriar grãos secos em climas subtropicais quando a temperatura ambiente é muito alta para o controle bem-sucedido dos insetos por aeração com ar não tratado (Hunter e Taylor, 1980; Navarro *et al.*, 1973). A refrigeração envolve um investimento considerável, mas, juntamente com o método do ar desumidificado, pode fornecer respostas para a viabilidade da aeração para armazenamento comercial seguro em climas tropicais.

Em muitas áreas de cultivo de grãos do mundo, o teor de umidade dos grãos na colheita é muito alto para armazenamento seguro. Este grão úmido é facilmente atacado por fungos, a menos que seja protegido de alguma forma. O método mais amplamente usado para prevenir o crescimento de fungos é secar os grãos até um nível seguro. Burrell (1982) argumentou que há um equilíbrio entre o "teor de umidade seguro" e a "temperatura segura": quanto mais baixa a temperatura do grão a

granel, ele pode ser armazenado com segurança. Isso leva à conclusão de que não é necessário aplicar a secagem de forma tão estrita, pois a potência necessária para evaporar a umidade de um grão é muito maior do que a necessária para resfriar o mesmo volume. Por exemplo, a energia necessária para evaporar 6 pontos percentuais de umidade de uma massa de grão é pelo menos seis vezes maior do que a necessária para resfriar o mesmo volume de 25°C a 5°C usando ar refrigerado. Portanto, o armazenamento refrigerado pode ter uma vantagem econômica sobre a secagem. Essa vantagem é preservada mesmo quando o grão excessivamente úmido é armazenado, o que requer resfriamento frequente, incluindo altos custos de investimento de capital para o equipamento.

No estudo principal "Melhorando a qualidade dos grãos dos EUA para o comércio internacional" (Congresso dos EUA, 1989), a manutenção de baixos níveis de temperatura e umidade nos grãos armazenados a granel foi identificada como a principal maneira de preservar a qualidade dos grãos e evitar danos por fungos e insetos. O resfriamento de grãos é uma tecnologia que pode ser aplicada com sucesso em várias condições climáticas para preservar a qualidade dos grãos durante o armazenamento, quando o valor dos produtos e as margens de lucro são suficientes. Permite o armazenamento de grãos de curto e longo prazo, independentemente das condições ambientais. O resfriamento de grãos tem sido aplicado comercialmente em mais de 50 países nos últimos 40 anos, mas somente em 1994 ganhou reconhecimento nos Estados Unidos (Maier, 1994).

Estima-se que mais de 80 milhões de toneladas de grãos sejam resfriadas anualmente em todo o mundo com sistemas de resfriamento de grãos. O resfriamento de grãos é aceito como uma tecnologia de condicionamento de grãos em grande parte da Europa Ocidental; Atualmente, a maioria das



novas unidades parece ser comercializada no sudeste da Ásia. Na década de 1960, os refrigeradores de grãos eram usados principalmente como um meio de preservar os grãos com alta umidade. Posteriormente, o resfriamento de grãos foi aplicado para melhorar a capacidade de armazenamento de produtos sensíveis sujeitos ao desenvolvimento de fontes de calor (pontos quentes), isto é, para soja e milho, e para preservar a qualidade de grãos secos, sementes e feijão comestível de alto valor, principalmente contra ácaros e insetos (Navarro e Noyes, 2002).

Desenho do sistema de aeração

Em um sistema de aeração típico, os componentes básicos são: um tanque com dutos perfurados no chão; um ventilador conectado ao sistema de pleno ou duto para forçar o ar através do grão; e uma ou mais aberturas de ventilação para entrada ou saída de ar. Muitas variações do sistema de aeração típico são usadas na prática.

Resistência dos grãos ao fluxo de ar

Cereais, oleaginosas e alimentos granulares para animais têm porosidade intergrãos ou espaço vazio que varia de 35 a 45% do volume total. O aumento da velocidade em áreas de superfície maiores e caminhos de ar mais longos através de interstícios menores causa maior resistência ao sorgo que o milho, embora a porcentagem de volumes de ar nas bancadas seja quase a mesma. Em uma operação de aeração típica, o fator de projeto mais significativo é a resistência (expressa na pressão estática de Pa) ao fluxo de ar através do grão.

Considerações sobre o desenho do sistema de aeração

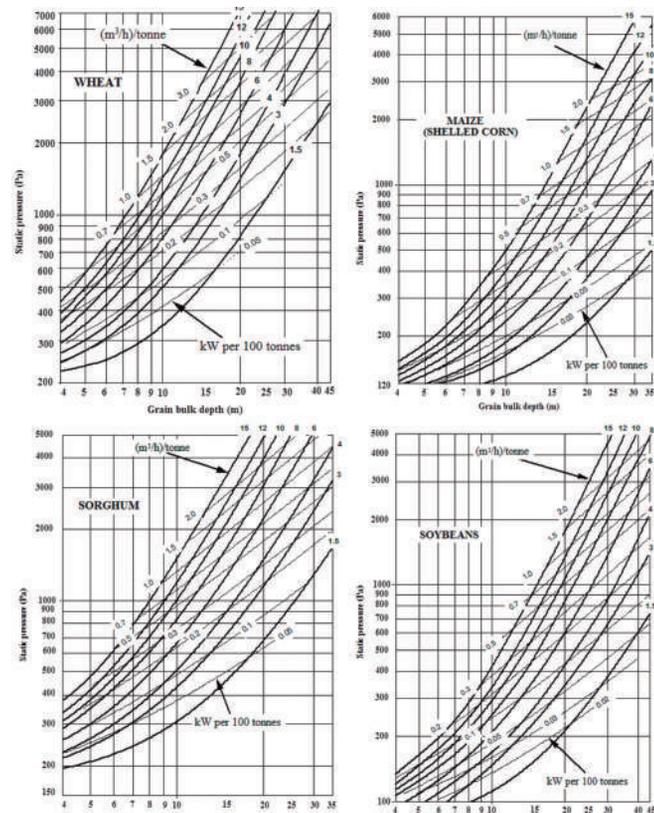
Taxas de fluxo de ar: para armazenamentos verticais (silos de concreto e metal), são normalmente usadas taxas de fluxo de ar de 3-6 (m³/h)/tonelada e para armazenamentos horizontais, taxas de fluxo de ar de 6 a 12 (m³/h)/ton.

A velocidade de aeração é análoga à "garantia de qualidade do grão". O resfriamento lento pode ser mais barato, mas se o grão ficar ruim, o resfriamento lento é uma economia falsa. Uma boa economia de aeração é o que fornece aos gerentes grãos de alta qualidade em qualquer localização geográfica.

Requisitos de pressão estática e potência do ventilador

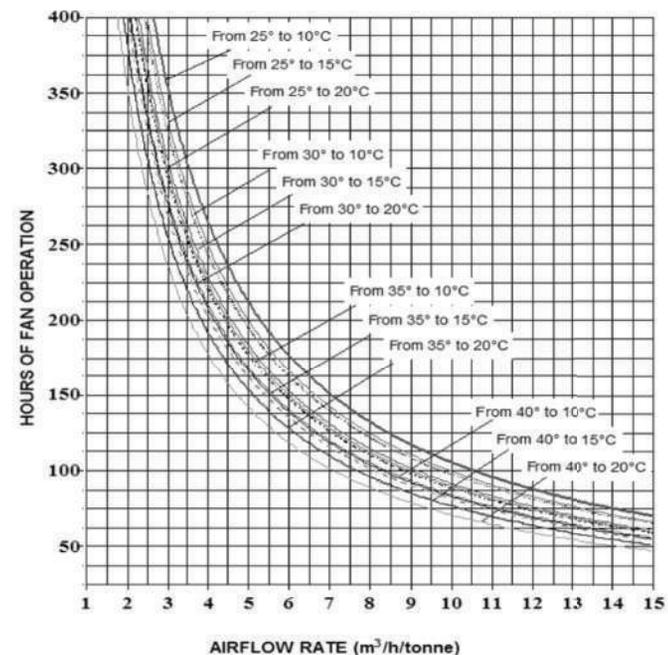
Para selecionar o ventilador de aeração adequado para o sistema operar a uma taxa de fluxo de ar especificada (m³/h)/tonelada, é essencial conhecer os requisitos de pressão estática. A Figura 1 fornece os requisitos de pressão estática (Pa) e de potência do ventilador (hp/100 toneladas) versus profundidade (m) para trigo, milho, sorgo e soja,

respectivamente (Navarro e Calderón, 1982).



TEMPO NECESSÁRIO PARA ESFRIAR

Na Fig. 2, é apresentada uma "família de curvas" para descrever várias variações de mudança de temperatura de 25°, 30°, 35° e 40° C a temperaturas ambientes de 10°, 15° e 20°C, com umidade relativa de 64%. Essa família de curvas indica claramente que, reduzindo ou aumentando a velocidade do fluxo de ar além de certos limites, o tempo de aeração necessário para resfriar satisfatoriamente os grãos pode exceder os limites práticos.



A uma vazão baixa de ar inferior a 1,0 (m³ / h) / tonelada, o tempo de aeração será superior a 600-700h, o que não é prático para o resfriamento de grãos, especialmente em regiões geográficas com condições de temperatura ambiente marginal. Se as taxas de fluxo de ar aumentarem acima de 10 (m³ / h) / tonelada, a capacidade de resfriamento se torna progressivamente menos eficaz. Em taxas de fluxo de ar de aeração mais altas, necessárias quando as horas de clima de resfriamento são marginais, para cada aumento na velocidade do fluxo de ar, o tempo de resfriamento se torna menos pronunciado (as linhas são assintóticas). A temperatura inicial dos grãos e as condições do ar ambiente são os principais fatores que influenciam as curvas mostradas na Figura 2.

Desenvolvimentos recentes

Um aspecto significativo do controle de aeração eficaz é nossa capacidade de controlar a temperatura em silos aerados. Semelhante à fumigação, O₂ ou CO₂, temperatura e umidade devem ser monitoradas para garantir uma aeração bem-sucedida. Como prática comum, sensores de temperatura foram instalados para garantir o resfriamento oportuno dos grãos nos silos. Essa supervisão é realizada

por pessoal técnico no local em horários regulares pré-determinados, principalmente durante a aeração. O método convencional de monitoramento é a visita periódica de pessoal técnico para monitorar as mudanças de temperatura. Esse método requer um tempo precioso e viagens pela equipe técnica, tornando o monitoramento caro.

Os sensores sem fio foram desenvolvidos para monitorar a temperatura e a umidade relativa para permitir que o pessoal técnico registre dados (Centaur Analytics, 2018). Esse desenvolvimento facilita a análise do padrão de resfriamento de grãos sem a presença de pessoal técnico no local. Como a aeração para resfriar a massa de grãos dura muitos dias e as estruturas aeradas podem ser localizadas em locais distantes, e a localização do operador, esse desenvolvimento oferece uma excelente ferramenta que pode ser incorporada ao pacote de equipamentos de aeração. Esse monitoramento sem fio auxilia o operador na tomada de decisões sobre a necessidade de intervenção durante o tratamento.

Agradecimento: Os autores agradecem ao Sr. Nadav Inbari por sua assistência técnica na preparação deste manuscrito.



**Peça já o
seu exemplar**

**As mais completas
publicações sobre as
tecnologias aplicadas
na Pós-Colheita e
Armazenagem
de Grãos, Sementes e
Rações**

48 99162-6522
gerencia@graosbrasil.com.br
www.graosbrasil.com.br