https://doi.org/10.35685/mamthm64

TECNOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM PROCESSOS DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT USED IN GRAIN STORAGE PROCESSES

Ricardo Aparecido Santos[1]

Andréa dos G. de Carvalho[2]

1 Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Departamento de Engenharia de Biossistemas, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: ricardosantos2@discente.ufg.br.

2 Pós Doutora em Análise do Discurso pela (UFT), Doutora em Linguística pela (UnB); E-mail: andrea_carvalho@ufg.br.

Resumo: O sistema de Unidades Armazenadoras é essencial na cadeia produtiva agrícola, sendo um pacote tecnológico voltado à conservação e à manutenção da qualidade dos produtos, especialmente grãos. A armazenagem eficiente tem impacto direto na redução de perdas pós-colheita, sendo vital para a rentabilidade do produtor, a segurança alimentar e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Este estudo teve como objetivo apresentar, por meio de uma revisão bibliográfica qualitativa, os principais equipamentos e processos utilizados nas unidades armazenadoras, contribuindo para o conhecimento técnico e a disseminação de boas práticas no setor. A análise abordou os principais componentes do sistema de armazenagem, incluindo instalações de recebimento, avaliação da qualidade dos grãos, equipamentos de limpeza e secagem, sistemas de movimentação e técnicas de estocagem. A revisão evidenciou que a escolha adequada e a eficiência desses elementos são cruciais para garantir a durabilidade, a segurança e a qualidade final do produto armazenado. Concluiu-se que o aprimoramento tecnológico e a operação correta das unidades armazenadoras são estratégias indispensáveis para minimizar perdas pós-colheita e promover a sustentabilidade no agronegócio. Também se destacou a necessidade de investimentos contínuos em capacitação técnica e inovação nos processos de armazenagem, visando maior eficiência operacional e melhor aproveitamento da produção agrícola nacional. Dessa forma, o estudo reforça a importância estratégica das unidades armazenadoras no contexto da produção agrícola moderna e sustentável.

Palavras-chave: Armazenamento. Qualidade do Produto. Movimentação de Materiais.

Abstract: The Storage Units System is essential in the agricultural production chain, serving as a technological package aimed at the preservation and maintenance of product quality, especially grains. Efficient storage has a direct impact on reducing post-harvest losses, making it vital for farmer profitability, food security, and the sustainability of agricultural systems. This study aimed to present, through a qualitative literature review, the main equipment and processes used in storage units, contributing to technical knowledge and the dissemination of best practices in the sector. The analysis covered the main components of the storage system, including receiving facilities, grain quality assessment, cleaning and drying equipment, handling systems, and storage techniques. The review showed that the appropriate selection and efficiency of these elements are crucial to ensuring the durability, safety, and final quality of the stored product. It was concluded that technological improvement and the correct operation of storage units are indispensable strategies for minimizing post-harvest losses and promoting sustainability in agribusiness. The study also highlighted the need for continuous investment in technical training and innovation in storage processes, aiming for greater operational efficiency and better utilization of national agricultural production. Thus, the study reinforces the strategic importance of storage units in the context of modern and sustainable

agricultural production.

Keywords: Storage. Product Quality. Material Movement.

INTRODUÇÃO

Os armazéns surgiram com a transição do homem de caçador nômade para agricultor sedentário. Com a necessidade de cultivar alimentos para garantir a sobrevivência e o abastecimento durante os períodos de entressafra, a humanidade passou a armazenar produtos, uma prática que remonta a tempos remotos (Scott, 2017).

Assim, os primeiros depósitos, inicialmente simples e voltados à subsistência familiar, evoluíram devido à diversificação das profissões e à formação de grandes aldeias (Itao; Kaneko, 2021). Surgiu a necessidade de armazenar maiores quantidades de produtos para trocas e para períodos de escassez. Assim, os sistemas de armazenagem se desenvolveram, tornando-se mais tecnológicos, eficientes e com maior capacidade e agilidade (Brandão, 1989; Weber, 2005; Ivanov et al., 2017).

A partir daí, o crescimento do setor agrícola no Brasil gerou maior demanda por armazenagem e beneficiamento de grãos, exigindo mais eficiência e agilidade no processo, como destaca Baal (2013).

A safra de grãos 2024/25 no Brasil é estimada em 330,3 milhões de toneladas, conforme o 7º Levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), divulgado em 10 de abril de 2025. Esse volume representa um aumento de 32,6 milhões de toneladas (10,9%) em relação à safra anterior, consolidando-se como a maior já registrada na série histórica da Conab (CONAB, 2025).

O armazenamento é essencial para evitar perdas na produção de grãos, protegendo-os contra umidade, pragas e variações de temperatura que podem comprometer sua qualidade. Métodos comuns incluem silos metálicos, armazéns e sacarias em locais secos e ventilados, escolhidos conforme o tipo de cereal e as condições locais (Chen, Hou e Liu, 2022).

No Brasil, os cereais mais armazenados são milho, soja, trigo e arroz, cada um com necessidades específicas para manter sua qualidade durante o armazenamento. Assim, um armazenamento adequado garante a preservação dos grãos e a continuidade da produção (Vaz et al., 2020)

Apesar do avanço tecnológico no setor agrícola brasileiro, com o uso de máquinas modernas, sistemas de irrigação eficientes,

agricultura de precisão e biotecnologia, a etapa de armazenamento ainda apresenta falhas significativas, o que contribui para altos índices de perdas pós-colheita. Os grãos devem ser recebidos com umidade adequada (geralmente abaixo de 13%) e livres de impurezas, insetos, roedores e microrganismos. Para conservar sua qualidade, é essencial protegê-los de variações bruscas de temperatura, excesso de oxigênio, umidade elevada e outros fatores externos (Bragantini, 2005). Um bom processo de armazenamento preserva as qualidades dos grãos, criando condições que dificultam o desenvolvimento desses organismos (Bailey, 1974).

Com isso, objetivou-se contextualizar as principais tecnologias e equipamentos usados no armazenamento de grãos, buscando integrar essas inovações em ambientes agrícolas. A hipótese principal é que o uso dessas tecnologias e equipamentos pode aumentar significativamente a conservação dos grãos e reduzir as perdas pós-colheita. Além disso, a adoção dessas ferramentas contribui para a sustentabilidade das atividades agrícolas, por meio da redução de desperdícios e do melhor aproveitamento dos recursos. A revisão bibliográfica analisa tecnologias e equipamentos em unidades armazenadoras, focando no manejo e conservação de produtos vegetais, destacando a importância desses sistemas para reduzir perdas e melhorar a eficiência das operações agrícolas.

INSTALAÇÕES DE RECEBIMENTO

Laboratório

Uma unidade de armazenamento bem projetada e localizada pode tornar o sistema produtivo mais econômico. Ela permite a comercialização da produção em períodos estratégicos, evitando a pressão do mercado na colheita. Além disso, traz vantagens como: redução de perdas no campo, economia de transporte, diminuição de custos ao eliminar impurezas e intermediários, e acesso a financiamentos para pré-comercialização (ISMA, 2025).

Diante disso, as unidades de armazenagem no setor do agronegócio precisam de locais adequados para a melhor administração das atividades de escrituração de negócios como recursos humanos, registros em geral, correspondência, telefonia e informática (Passos, 2017).

Também são necessários laboratórios equipados, pessoal competente e equipamentos indispensáveis. Neste em particular, engenheiros e técnicos na área de laboratório de grãos e sementes devem ser consultados. A atuação desses especialistas é essencial para identificar possíveis problemas nas sementes,

orientar sobre o uso adequado e assegurar que os lotes atendam aos padrões de qualidade exigidos para uma boa produção.

As Figuras 1 a 8 mostram alguns destes equipamentos, os quais são essenciais em um laboratório para coleta e análises de grãos, junto à recepção dos grãos.

Figura 1: Balança Gehaka modelo BK 5002 AGRI

Fonte: GEHAKA (2025).

Figura 2: Peneira em alumínio para classificação de grãos

Fonte: ELYTEC (2025).

Figura 3: Amostrador de grãos a granel

Fonte: GEHAKA (2025).

Figura 4: Kit para medição de densidade

Fonte: GEHAKA (2025).

Figura 5: Peneira para separação de impurezas

Fonte: MEDIZA (2025).

Figura 6: Medidor de umidade por destilação.

Fonte: GEHAKA (2025).

Figura 7: Medidor de umidade de grãos Elétrico – por capacitância

Fonte: GEHAKA (2025).

Figura 8: Termo-higrômetro digital

Fonte: CIENCOR (2025)

Caladores compostos (manuais) e pneumáticos

A amostragem consiste na obtenção de informações sobre um ou mais parâmetros de interesse por meio de uma quantidade limitada de grãos (amostra), uma vez que avaliar toda a massa de grãos é inviável. Dessa forma, a amostragem é fundamental para gerar um resultado representativo do lote, permitindo sua classificação mercadológica (Glória, 2008).

Em sistemas de recebimentos de grãos, os equipamentos mais utilizados na coleta de amostras em veículos, para se determinar os defeitos em grãos, são os caladores compostos (manuais), os caladores mecânicos (pneumáticos) e os caladores tipo pelicano, que pode ser utilizado na recepção de grãos, armazenagem e expedição. Nos caladores compostos, que podem variar em número de compartimentos, número de estágios de abertura e em tamanho, a amostra penetra em cada compartimento por gravidade e por isso tem melhor desempenho se introduzido com inclinação de 10º em relação à vertical (USDA, 2009). No Brasil, os caladores compostos (manuais) são obrigatórios em todas as unidades armazenadoras a granel, conforme IN 29/2011 (BRASIL, 2011).

Os caladores mecânicos (pneumáticos) são usados para coletar amostras em veículos com superfície exposta. Consistem em uma haste de 2 metros, com 2 tubos: um externo que direciona o ar para baixo, envolvendo a amostra, e um interno que succiona a amostra para um recipiente de coleta (USDA, 2009). Nos Estados Unidos, o calador mecânico por sucção (aspiração), não é autorizado para comércio de grãos devido ao risco de superestimar matérias estranhas e impurezas (USDA, 2009).

A determinação das características da massa de grãos, por meio de uma amostra, envolve as etapas de coleta (amostragem), preparo (subamostragem) e análise (classificação) para aceitação ou não do lote. Cada parte destas etapas fornece informações importantes e estão sujeitas a variações e a erros, contribuindo para a variabilidade total associada às análises (Whitaker, 1977; Glória, 2008).

As Instruções Normativas do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento IN 15/2004 (Brasil, 2004), IN 11/2007 (Brasil, 2007a) e IN 37/2007 (Brasil,

2007b) referem-se aos requisitos de qualidade da soja, estabelecendo os procedimentos para a amostragem de grãos em veículos, em equipamentos de movimentação de grãos e em unidades armazenadoras, sem, contudo, definir as exigências específicas quanto aos equipamentos mais adequados para amostragem, homogeneização e diluição no preparo das amostras de trabalho.

A IN nº 29/2011 do MAPA (Brasil, 2011) define que um sistema de amostragem compreende um conjunto de equipamentos e normas operacionais que visam à obtenção de amostras representativas de uma carga ou lote de mercadorias que estão sendo avaliadas. A IN 11/2007 (Brasil, 2007a) recomenda que a coleta das amostras em equipamentos de movimentação ou grãos em movimento quando das operações de carga, descarga ou transilagem deve ser feita com equipamento apropriado, sem citar nome. A IN 54/2011 regulamenta as empresas credenciadas no MAPA, fazendo referência aos equipamentos exigidos, no entanto, apenas para classificação de produtos nos casos em que são obrigatórios. Sendo assim podem ser adotados amostradores básicos como:

Calador para sacaria

Todas as unidades armazenadoras convencionais devem ser dotadas de amostradores tipo calador para sacaria, para atendimento aos Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade estabelecidos pelo MAPA.

Figura 9- Calador para sacaria de 30, 40 e 50 cm

Fonte: EAGRI (2025).

Calador para produto a granel

Todas as unidades armazenadoras de produto a granel devem ser dotadas de amostradores tipo calador, possibilitando a obtenção de sub-amostras em diferentes alturas da carga.

Figura 10: Calador graneleiro Aço Inox 2,10 m

Fonte: EAGRI (2025).

Amostrador pneumático

As unidades armazenadoras de produto a granel podem ser dotadas de amostradores do tipo pneumático.

https://doi.org/10.35685/mamthm64

Figura 11: Coletor de Amostras de Cereais 300°

Fonte: SAUR (2025).

Todas as unidades armazenadoras devem ser dotadas de sistema de homogeneização de amostras.

Figura 12: Homogeneizador Elétrico GAMET

Fonte: EAGRI (2025).

SISTEMA DE LIMPEZA

Limpeza

As impurezas dificultam a passagem dos grãos pelos transportadores, reduzem a capacidade das máquinas de classificação e impossibilitam uma secagem satisfatória e um armazenamento seguro (Teixeira et al., 2003). Essas impurezas podem retardar o processo de secagem, acelerar o surgimento e desenvolvimento de microrganismos e facilitar a proliferação de insetos (Vasconcellos Dias et al., 2020)

A escolha das peneiras que serão utilizadas para a retirada das impurezas deve ser feita de forma criteriosa. É importante também que o fluxo de ar do ventilador seja ajustado adequadamente para evitar perda de grãos (Bragantini; Vieira, 2004).

A operação de limpeza visa separar impurezas remanescentes da pré-limpeza e as produzidas pelo sistema de secagem. Esta operação consta de uma separação rigorosa de todos os materiais indesejáveis, como sementes ou grãos de outras espécies, sementes defeituosas e imaturas, sementes ou grãos quebrados (Silva et al., 1995).

Como forma de mitigar alguns impactos sugere que os resíduos da pré-limpeza e da limpeza, que sempre contêm grandes quantidades de grãos pequenos e pedaços de grãos, sejam utilizados na ração animal, imediatamente, ou após algum tempo, se adequadamente secos (Weber, 2005).

SISTEMAS DE SECAGEM

https://doi.org/10.35685/mamthm64

Sistemas e métodos de secagem de grãos

A secagem é um dos processos de pós-colheita mais utilizados para a manutenção da qualidade de produtos agrícolas como forma de reduzir a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento (Mujumdar, 1995; Araújo et al., 2014). A secagem permite o armazenamento de grãos por maior tempo, porque diminui o teor de água do produto até níveis que permitam a conservação segura de suas qualidades e de seu valor nutritivo (Guimarães et al., 2015).

A secagem de produtos agrícolas também pode ser entendida como um fenômeno de redução do teor de água de grãos que envolvem simultaneamente a transferência de energia e massa, que podem alterar a qualidade e as propriedades físicas do produto, dependendo do método e das condições de secagem (Brooker et al., 1992).

Na secagem artificial, ao mesmo tempo em que o ar fornece calor ao sistema, ele absorve água do produto na forma de vapor. As sementes, sendo higroscópicas, sofrem variações no seu teor de água de acordo com as condições do ambiente. Quando entram em contato com o ar, realizam trocas até que sua pressão de vapor e a temperatura tenham valores semelhantes, atingindo níveis de equilíbrio energético, hídrico e térmico. Entretanto, a temperatura do ar de secagem deve ser controlada, dentro de certos limites, evitando-se, assim, possíveis danos físico-químicos e biológicos às sementes (Guimarães et al., 2015).

A secagem reduz a umidade das sementes para garantir armazenamento seguro, exigindo o entendimento dos fenômenos físicos envolvidos. Estudos sobre a cinética de secagem em camada delgada utilizam modelos específicos para cada produto (Martinazzo et al., 2007; Guimarães et al., 2015).

O conhecimento das condições de temperatura e umidade é essencial para a secagem e armazenagem de produtos agrícolas (Goneli, 2008). Além disso, entender as propriedades dos produtos vegetais é crucial para otimizar processos e equipamentos agrícolas (Silva et al., 2008).

No Brasil, não existem normas oficiais para a classificação dos métodos de secagem, o que resulta em diferentes variações e critérios. Para facilitar o entendimento do tema, a Tabela 1 apresenta uma síntese dos principais métodos e sistemas de secagem de grãos.

https://doi.org/10.35685/mamthm64

Tabela 1 - Sistemas e métodos de secagem de grãos

Processos	Sistemas	Métodos
Natural	ao Sol	-na própria planta -a campo
	Ao Sol com algum equipamento	-em terreiros -em eiras -sobre lonas -sobre telados -em paióis -solar -outros
Artificial (secadores)	Altas temperaturas	-secadores estacionários -secadores intermitentes -secadores contínuos
	Outros	-seca-aeração -combinados

Fonte: Adaptado de Silva, Afonso, Donzelles, 2000; Guimarães et al., 2015.

Os métodos de secagem podem ser classificados por diferentes fluxos de ar: radial, ascendente ou descendente em secadores estacionários, e paralelo, contracorrente, cruzado ou misto em secadores contínuos. Também existem secadores de leito fluidizado, rotativos, em cascata, entre outros (Silva, Afonso, Donzelles, 2000; Guimarães et al., 2015). Conforme a Tabela 2, grãos destinados ao consumo animal ou humano devem ser secados a temperaturas mais baixas para armazenagem prolongada. Em silo-secador, camadas finas são necessárias para grãos menores. Na seca-aeração, a camada superior deve receber ar com temperatura mais baixa. Após o repouso, a temperatura deve ser ajustada ao ambiente.

Tabela 2 - Temperatura (ºC) do ar de secagem, na entrada do secador, em diferentes sistemas de secagem de grãos.

Grão	Sistema de Secagem			
	Estacionário	Intermitente	Contínuo	Seca-aeração
Arroz	30-40	70-115	-	60-80
Trigo, sorgo, centeio, triticale	45-50	70-110	70-120	70-90
Milho, soja	50-60	80-120	90-130	79-90
Feijão	45-55	80-100	80-110	60-80

Fonte: Adaptado de Silva, Afonso, Donzelles, 2000; Guimarães et al., 2015.

https://doi.org/10.35685/mamthm64

SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO DO PRODUTO

Movimentação de materiais

A movimentação de materiais tem uma grande importância na logística, pois ela compreende todas as operações básicas envolvidas na movimentação de qualquer tipo de material por qualquer meio, da recepção de matéria-prima até a expedição e distribuição do produto acabado (Moura, 2010).

A escolha dos equipamentos de movimentação deve estar alinhada ao planejamento do armazém, considerando materiais, embalagens e fluxo, o que reduz custos e aumenta a produtividade (Gonçalves, 2010). Já segundo Banzato (2005), a automação na logística, tanto do fluxo de materiais quanto de informações, otimiza a movimentação, sendo a inteligência artificial parte integrante dessas estratégias.

A otimização da logística interna envolve reduzir custos, aumentar a produtividade e garantir segurança. A escolha dos equipamentos deve considerar o processo: correias transportadoras são ideais para grandes volumes e empilhadeiras elétricas, para curtas distâncias em ambientes internos (Gonçalves, 2010).

Dessa forma, a movimentação de estoque envolve equipamentos como transportadores (correias, roletes), guindastes (pontes rolantes, talhas), veículos industriais (carrinhos, tratores), equipamentos de pesagem e controle (plataformas, rampas) e contêineres (vasos, tanques) (Dias, 2012).

SISTEMA DE ARMAZENAGEM

Requisitos para armazenagem

A armazenagem envolve além da conservação de produtos agrícolas, ações de planejamento e gestão, como o Cadastro Nacional de Unidades Armazenadoras, que detalha a localização, estrutura e capacidade dos armazéns no Brasil (CONAB, 2017).

Assim, o armazenamento de sementes é crucial para garantir o fornecimento contínuo de matéria-prima à indústria, especialmente durante a entressafra. Seu objetivo principal é preservar a qualidade das sementes, minimizando a deterioração. A intensidade das alterações químicas, bioquímicas, físicas e fisiológicas depende da qualidade das sementes, do sistema de armazenamento e dos fatores ambientais (Luz et al., 2015). As boas práticas de armazenamento de sementes e grãos podem ser adotadas em todas as escalas de produção agrícola, desde pequenos a grandes produtores, com objetivo de proporcionar a qualidade final do produto agrícola, bem como a saúde e segurança do

trabalhador rural e dos consumidores (Pimentel et al., 2011).

Os requisitos para armazenagem incluem controlar temperatura e umidade, garantir segurança, usar embalagens adequadas, organizar e rotular corretamente, ter estruturas resistentes e seguir normas. Segundo Viana (2002), a armazenagem é complexa quando os materiais têm características especiais como fragilidade, inflamabilidade, toxicidade, volume, peso ou forma. Segundo Viana (2002), materiais com armazenagem complexa exigem cuidados específicos, como preservação especial, equipamentos de prevenção de incêndios, manuseio com EPIs, entre outros. Já Júnior e Nogueira (2007) e D'Arce (2008) destacam que o armazenamento de grãos contribui para a redução de perdas, melhora da qualidade, economia no transporte e maior controle na comercialização, fortalecendo o poder de negociação dos produtores.

Para garantir o bom armazenamento de grãos, é essencial utilizar tecnologias que melhorem a eficiência energética e preservem a qualidade do produto, como a aeração (Ferreira, 2018).

A tecnologia de termopares, sensores de temperatura simples, robustos e de baixo custo, é amplamente usada na medição da temperatura de grãos armazenados. Os termopares mais comuns são do tipo "T", compostos por Cobre e Constantan, e geram um sinal de tensão entre 0,006258 mV e 0,019030 mV (Bega, 2006).

Já os sensores digitais de temperatura são constituídos por materiais semicondutores, sendo o silício comumente utilizado nestes. Estes sensores são precisos, com erro máximo de ±0,5ºC, devido ao grau de pureza dos elementos sensíveis internos, e que não perdem suas características originais ao longo do tempo. Estes, diferentemente dos termopares, possuem sinal de saída digital, que não é afetado por eventuais perdas de tensão ao longo do cabo, pois opera somente em lógica binária (nível lógico alto ou baixo) (Swart, 2008).

As Figuras 13 e 14 mostram sensores de temperatura com tecnologias de termopar e digital.

Figura 13: Sensor de temperatura - Termopar TIPO J 0 - 600ºC

Fonte: Autocore Robótica (2025).

https://doi.org/10.35685/mamthm64

Figura 14: Sensor de umidade digital Hydro-Probe SE

Fonte: Hydronix (2025).

Neste sentido, os sensores de temperatura, tanto com tecnologias de termopar quanto digitais, desempenham funções essenciais no monitoramento e controle das condições ambientais e unidades armazenadoras de produtos agrícolas. Os mesmos, são fundamentais para garantir a conservação adequada dos grãos e outros produtos armazenados, prevenindo deterioração e perdas (Saleem et al., 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de armazenamento de grãos é essencial para conservar a qualidade dos grãos, adaptando os equipamentos às condições locais. Ele traz benefícios ambientais como a redução do desperdício, menor emissão de gases e melhor uso dos recursos naturais. Técnicas de limpeza, secagem e movimentação são ajustadas conforme o nível tecnológico e socioeconômico de cada propriedade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W.D.; GONELI, A.L.D.; SOUZA, C.M.A.; GONÇALVES, A.A.; VILHASANTIS, H.C.B. Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.279-286, 2014.

AUTOCORE ROBÓTICA. Sensor de temperatura Termopar TIPO J O - 600ºC. Disponível em <https://www.autocorerobotica.com.br/sensor-de-temperatura-termopar-tipo-j-0-600c-curto>. Acesso em: 2 set. 2025.

BAAL, E. **Recomendações para projeto de unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos com enfoque em segurança do trabalho**. 2013. 53f. Monografia (Pós-graduação) - Programa de Pós-graduação *Lato Sensu* em Engenharia e Segurança do Trabalho, Ijuí, RS, 2013.

BAILEY, J. E. **Whole grain storage**. In: CHRISTENSEN, C. M. (Ed.) Storage of cereal grains and their products. St. Paul: AACC.

p.333-360, 1974.

BANZATO, E. **Tecnologia da informação aplicada à logística**. São Paulo: IMAM, 2005.

BEGA, E. A. **Instrumentação Industrial**. Editora Interciência. 2006. 583p.

BRAGANTINI, C.; VIEIRA, E. H. N. **Secagem, armazenamento e beneficiamento**. Embrapa Arroz e Feijão, 2004.

BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, v. 187, 2005.

BRANDÃO, F. **Manual do armazenista.** 2.ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 15,** de 9 de junho de 2004. Requisitos e procedimentos para certificação das condições higiênico-sanitárias da soja em grãos destinados à comercialização interna, à exportação e importação. Brasília: D.O.U., 11 jun. 2004, n.111, Seção 1, p.8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 11,** de 15 de maio de 2007. Regulamento técnico da soja. Brasília: D.O.U, 16 mai. 2007a, n.93, Seção 1, p. 13-15.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 37,** de 27 de junho de 2007. Altera a Instrução Normativa n. 11, de 15 de maio de 2007. Brasília: D.O.U., 30 jul. 2007b, n.145, Seção 1, p.9.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 29,** de 8 de junho de 2011. Requisitos técnicos obrigatórios e recomendados para certificação de unidades armazenadoras. Brasília: D.O.U., 8 de jun. 2011, n.15, Seção 1, p.12-32.

CIENCOR. Termo-higrômetro digital. Disponível em: <https://www.ciencor.com.br/todos-os-produtos/2038-termo-higrometro-digital 742902000-ciencor-.html>. Acesso em: 2 set. 2025.

CHEN, G., HOU, J., & LIU, C. A scientometric review of grain storage technology in the past 15 years (2007–2022) based on knowledge graph and visualization. Foods, v. 11, n. 23, p. 3836, 2022.

CONAB. Produção de grãos é estimada em 330,3 milhões de toneladas na safra 2024/25. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-e-estimada-em-330-3-milhoes-de-toneladas-na-safra-2024-25>. Acesso em: 2 set. 2025.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Armazenagem, agosto de 2017. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/armazenagem>. Acesso em: 2 set. 2025.

D'ARCE, M. A. B. **Pós-colheita e armazenamento de grãos**. Departamento. Agroindústria, Alimentos e Nutrição ESALQ/USP. p.1-17, 2008.

DIAS, M.A.P. **Administração de materiais:** uma abordagem logística. 6. ed., São Paulo: Atlas, 2012.

DE VASCONCELLOS DIAS, T. F., DE LUCENA ARCANJO, L., DA COSTA, G. L., SOUZA, C. S., & DE LIMA, C. A. R. Controle de pragas e tratamento de grãos armazenados para uso em rações para animais. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e739996964-e739996964, 2020.

EAGRI. Calador graneleiro aço inox. Disponível em: <http://eagri.com.br/product-category/caladores/>. Acesso em: 2 set. 2025.

EAGRI. Caladores para sacarias. Disponível em: <http://eagri.com.br/product-category/caladores/>. Acesso em: 2 set. 2025.

EAGRI. Homogeneizador elétrico GAMET. Disponível em: <http://eagri.com.br/produto/homogeneizador-gamet/>. Acesso em: 2 set. 2025.

ELYTEC. Peneiras em alumínio para classificação de grãos. Disponível em: <http://www.elytec.com.br/produto/br/peneiras-em-aluminio-para-classificacao-de-graos>. Acesso em: 2 set. 2025.

FERREIRA, W. S. Diagnóstico energético aplicado em aeração de grãos em silos verticais. 2018.

GEHAKA. Balança semianalítica. Disponível em: <https://www.gehaka.com.br/produtos/linha-pesagem/balancas-semianaliticas >. Acesso em: 2 set. 2025.

GLÓRIA, E.M. **A qualidade de grãos da América Latina para exportação**. In: SCUSSEL, V. M.; ROCHA, M. W.; LORINI. I.; SABINO, M.; ROSA, C. A. R.; CARVAJAL, M. M. Atualidades em micotoxinas e armazenagem qualitativa de grãos. Florianópolis: Imprensa Universitária, 2008. cap. X, p.421-426.

GONÇALVES, P S. **Administração de materiais**. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsiever, 2010.

GONELI, A. L. D. **Variação das propriedades físico-mecânicas e da qualidade da mamona (*Ricinus communis*, L.) durante a secagem e o armazenamento**. 2008. 186f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GUIMARÃES, D.S.; LUZ, C.A.S.; PERES, W.B.; LUZ, M.L.G.S.; GADOTTI, G.I. Secagem de grãos e sementes. Pelotas: Santa Cruz, 2015.314p.

HYDRONIX. Sensor de Umidade Digital Hydro-Probe SE. Disponível em <https://www.hydronix.com/pt/produtos/hydroprobe_se/funcionalidades_do_hydroprobe_se.php>. Acesso em: 2 set. 2025.

ITAO, K., & KANEKO, K. Evolution of family systems and resultant socio-economic structures. Humanities and Social Sciences Communications, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2021.

IVANOV, D., DOLGUI, A., SOKOLOV, B., & IVANOVA, M. Literature review on disruption recovery in the supply chain. International journal of production research, v. 55, n. 20, p. 6158-6174, 2017.

ISMA. Logística no agronegócio: desafios e oportunidades. Disponível em: https://isma.com.br/logistica-no-agronegocio/?utm_source=. Acesso em: 2 set. 2025.

JUNIOR, S. N.; NOGUEIRA, E. A. Centrais regionais de armazenagem como apoio à comercialização de grãos: panorama do mercado agrícola. Instituto de Economia Agrícola. **Informações Econômicas**, v.37, n.7, jul. 2007.

LUZ, C.A.S.; PERES, W.B.; LUZ, M.L.G.S.; GUIMARÃES, D.S.; GADOTTI, G.I. **Armazenamento de grãos e sementes**. Pelotas: Santa Cruz, 2015.192p.

MARTINAZZO, A.P.; CORRÊA, P.C.; RESENDE, O.; MELO, E.C. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11,

n.3, p.301–306, 2007.

MEDIZA. Jogo de peneiras retangular. Disponível em: <http://www.mediza.com.br/produtos/0,40518_jogo-de-peneiras-retangular-20x30cm>. Acesso em: 2 set. 2025.

MOURA, R. A. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. São Paulo: IMAM, 2010.

MUJUMDAR, A. S. **Handbook of industrial drying**. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1995.

PIMENTEL, M.A.G; QUEIROZ, V.A.V.; MENDES, S.M.; COSTA, R.V.; ALBERNAZ, W.M. **Recomendações de boas práticas de armazenamento de milho em espiga para agricultura familiar.** Circular Técnica 161. Sete Lagoas, p.1-11, 2011.

PASSOS, D. C. D. Sistemas de informação aplicados ao gerenciamento do agronegócio. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Faculdade de Tecnologia "Dr. Archimedes Lammoglia", Indaiatuba, 2017. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/24088>. Acesso em: 2 set. 2025.

SCOTT, JAMES C. **Against the Grain: A Deep History of the Earliest States**. New Haven: Yale University Press, 2017.

SAUR. Coletor de amostras de cereais 300°. Disponível em: <https://www.saur.com.br/pt/agricola/coletores-de-amostras>. Acesso em: 2 set. 2025.

SWART, J. W. Semicondutores: **Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. Editora da Unicamp, 1ª Edição. 2008. 376p.

SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; DONZELLES, S. M. L.; NOGUEIRA, R. M. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**: Secagem e secadores. 2.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 107p.

SILVA, J. S.; PARIZZI, F. C.; SOBRINHO, J. C. **Beneficiamento de grãos**. Cap.13, p.1-17, 1995.

SILVA, J.S; FILHO, A.F.L.; REZENDE, R.C. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 344p.

SILVA, J.S.; AFONSO, A.D.L.; DONZELLES, S.M.L. **Secagem e secadores.** In: SILVA, J.S. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Cap. 5, Viçosa: UFV, 2000. Cap. 5. p.107-138. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201811/23093833-secagem-e-armazenagem-cap5.pdf>. Acesso em: 2 set. 2025.

SALEEM, M. F., RAZA, A., SABIR, R. M., SAFDAR, M., FAHEEM, M., AL ANSARI, M. S., & HUSSAIN, S. Applications of sensors in precision agriculture for a sustainable future. In: Agriculture and Aquaculture Applications of Biosensors and Bioelectronics. IGI Global Scientific Publishing, 2024. p. 109-137.

TEIXEIRA, M. M.; MARTYN, P. J.; TETUO HARA, T.; CUNHA, J. P. R. Propriedades físicas e aerodinâmicas aplicadas ao projeto de máquinas de limpeza para grãos de milho. Viçosa, **Engenharia na Agricultura**, p.52-57, 2003.

USDA. United States Department of Agriculture. Oilseed: world markets and trade, nov. 2017. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade>. Acesso em: 2 set. 2025.

USDA. United States Department of Agriculture. **Inspecting grain practical procedures for grain handlers**. Washington, DC: USDA, 2009. 90p.

VIANA, J. J. **Administração de materiais:** um enfoque prático. São Paulo: Atlas, 2002.

VAZ, E. D., SILVA, M. C., BORGES, J. A. R., & GIMENES, R. M. T. An Overview of Research on Grain Storage (Maize and Soybean)/Visão Geral da Pesquisa sobre Armazenagem de Grãos (Milho e Soja). Revista FSA (Centro Universitário Santo Agostinho), v. 17, n. 10, p. 3-30, 2020.

WEBER, E. A. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos.** Canoas: Salles, 2005.

WHITAKER, T.B. Sampling granular foodstuffs for aflatoxin. Raleigh, **Pure and Applied Chemistry**, v.49, n.5024, p.1709-1717, Pergamom Press 1977.