



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS RIO VERDE-GO

Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração

POLIANE GOMES PEREIRA

**TECNOLOGIAS EFICIENTES NOS PROCESSOS DE GESTÃO DAS
UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS DA CIDADE DE RIO
VERDE (GO)**

RIO VERDE/GO
2026

POLIANE GOMES PEREIRA

**TECNOLOGIAS EFICIENTES NOS PROCESSOS DE GESTÃO DAS
UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS DA CIDADE DE RIO
VERDE (GO)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, do Instituto Federal Goiano, do Campus Rio Verde (IF Goiano), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de concentração: Gestão Estratégica de Processos Inovadores

Linha de pesquisa: Gestão de Agronegócio

Orientador: Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira

Coorientadora: Prof.^a Dra. Maria Gláucia Dourado Furquim

Coorientador: Prof. Dr. Osvaldo Resende

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

P436t Pereira, Poliane Gomes
Tecnologias eficientes nos processos de gestão das unidades armazenadoras de grãos da cidade de Rio Verde (GO) / Poliane Gomes Pereira. Rio Verde, GO 2026. / Poliane Gomes Pereira. Rio Verde 2026.

104f. il.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira.
Coorientadora: Prof^ª. Dra. Maria Gláucia Dourado Furquim e Prof. Dr. Osvaldo Resende.

Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de 0233484 - Mestrado Profissional em Administração (Campus Rio Verde).

1. Agronegócio. 2. Eficiência Operacional. 3. Tecnologias. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /


O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 POLIANE GOMES PEREIRA
Data: 01/07/2026 20:16:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Documento assinado digitalmente
DANIEL EMANUEL CABRAL DE OLIVEIRA
Data: 01/07/2026 19:59:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Declaração nº 89/2026 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA Nº/015

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 31 de março de 2026, às 8h30, reuniram-se os membros da Banca Examinadora, em sessão pública realizada na modalidade presencial, para proceder à avaliação da Defesa de Dissertação intitulada: "TECNOLOGIAS EFICIENTES NOS PROCESSOS DE UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE – GO" de autoria de Poliane Gomes Pereira, discente do Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGADM, do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo Presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira, que realizou a apresentação formal dos membros da Banca. Concedeu-se a palavra à discente para exposição do trabalho, no tempo regulamentar estabelecido pelo Programa. Encerrada a apresentação, procedeu-se à arguição pelos membros da Banca, adotando-se o sistema de diálogo sequencial. Concluída a fase de arguição, a Banca reuniu-se para deliberação, observando as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGADM.

Após análise da Dissertação e do Produto Técnico-Tecnológico (PTT) apresentado, a Banca Examinadora deliberou pela:

- () APROVAÇÃO
- (X) APROVAÇÃO COM RESSALVAS
- () REPROVAÇÃO

do(a) candidato(a), considerando cumprido o requisito para fins de obtenção do título de Mestre(a) em Administração, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGADM, do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

Cumpridas as formalidades, a Presidência encerrou a sessão e, para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Rio Verde/GO, 31 de março de 2025.

Membros da Banca Examinadora

Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira

Instituto Federal Goiano - IF Goiano / Campus Rio Verde

Presidente Orientador

Dr. José Ronaldo Quirino

Caramuru Alimentos S.A.

Membro Externo

Prof. Dra. Maria Glauca Dourado Furquim

IF Goiano / Campus Iporá

Membro Interno

Prof. Dr. Osvaldo Resende

IF Goiano / Campus Rio Verde

Membro Externo

Prof. Dr. Juliano de Caldas Rabelo

IF Goiano / Campus Iporá

Membro Interno

Documento assinado eletronicamente por:

- **Daniel Emanuel Cabral de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 31/03/2026 11:18:54.
- **Juliano de Caldas Rabelo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 31/03/2026 11:27:48.
- **Maria Glauca Dourado Furquim, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 31/03/2026 11:35:12.
- **Osvaldo Resende, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 31/03/2026 12:43:52.
- **José Ronaldo Quirino, José Ronaldo Quirino - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500)**, em 02/04/2026 10:25:17.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 20/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 802560

Código de Autenticação: 69e455dfff



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 168/2026 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

TECNOLOGIAS EFICIENTES NOS PROCESSOS DE UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE - GO

Autora: Poliane Gomes Pereira
Orientador: Daniel Emanuel Cabral de Oliveira

TITULAÇÃO: Mestre em Administração - Área de Concentração: Gestão Estratégica de Processos
Inovadores - Gestão no Agronegócio

APROVADA em 31 de março de 2026.

Assinado eletronicamente
Prof.^a Dr.^a Maria Gláucia Dourado Furquin
Avaliadora interna - IF Goiano, Campus
Iporá

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Osvaldo Resende
Avaliador externo - IF Goiano, Campus Rio
Verde

Assinado eletronicamente
Dr. José Ronaldo Quirino
Avaliador externo - Caramuru Alimentos
S.A.

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Juliano de Caldas Rabelo
Avaliador externo - IF Goiano, Campus
Iporá

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira
Presidente da Banca - IF Goiano Campus Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- **Daniel Emanuel Cabral de Oliveira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 13/05/2026 18:33:30.
- **Oswaldo Resende**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 13/05/2026 18:41:32.
- **Juliano de Caldas Rabelo**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 13/05/2026 18:45:57.
- **Maria Glauca Dourado Furquim**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 14/05/2026 10:54:24.
- **José Ronaldo Quirino**, José Ronaldo Quirino - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 24/05/2026 08:33:25.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/04/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 810977
Código de Autenticação: caecfb3127



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

AGRADECIMENTOS

Expresso minha sincera gratidão aos meus orientadores, Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira, e à Prof.^a Dra. Maria Gláucia Dourado Furquim, pela orientação dedicada, pelas análises criteriosas e pelas contribuições essenciais que tornaram possível a realização deste estudo. Suas experiências e disponibilidade foram fundamentais em cada etapa do processo.

Agradeço profundamente à minha família, que sempre me apoiou com paciência, carinho e motivação, sendo meu alicerce durante toda essa jornada acadêmica.

Estendo meus agradecimentos à instituição, pelo suporte oferecido, pela infraestrutura disponibilizada e pela oportunidade de crescimento acadêmico e profissional.

“Você nunca fará nada neste mundo sem coragem. É a melhor qualidade da mente ao lado da honra.”

(Aristóteles)

RESUMO

Este estudo analisa o cenário das tecnologias aplicadas aos processos de gestão em unidades armazenadoras de grãos no município de Rio Verde (GO), com foco na eficiência operacional e na garantia da qualidade. O setor de armazenagem desempenha um papel estratégico no agronegócio, exigindo soluções que mitiguem perdas e otimizem a conservação dos ativos agrícolas. O objetivo central foi diagnosticar o nível de maturidade tecnológica das unidades locais e desenvolver um produto técnico capaz de orientar a modernização estratégica dessas estruturas. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza aplicada, utilizando uma abordagem mista (quantitativa e qualitativa). A coleta de dados foi realizada por meio de questionários estruturados enviados a gestores de unidades armazenadoras, e o tratamento dos dados qualitativos fundamentou-se na técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Os resultados indicam que o setor possui uma base tecnológica consolidada para o monitoramento de temperatura e ventilação, processos considerados altamente eficazes por 100% dos respondentes. No entanto, identificou-se um gargalo significativo na adoção de tecnologias da Indústria 4.0, como IoT e Inteligência Artificial, devido, principalmente, ao alto custo de implementação e à necessidade de mão de obra qualificada. A análise qualitativa revelou que a tecnologia é percebida não apenas como uma ferramenta de preservação física, mas como um pilar de credibilidade, conformidade regulatória e acesso ao crédito financeiro. Como contribuição prática, foi desenvolvido o Guia Estratégico Modular para Modernização Tecnológica, que oferece um roteiro escalonável para que os gestores possam implementar inovações de forma sustentável e financeiramente viável. Conclui-se que a eficiência na gestão da armazenagem em Rio Verde (GO) depende da superação de barreiras econômicas por meio de um planejamento modular, assegurando a competitividade e a qualidade do grão no mercado global.

Palavras-chave: Agronegócio; Eficiência Operacional; Tecnologias.

ABSTRACT

This study analyzes the landscape of technologies applied to management processes in grain storage units in the municipality of Rio Verde (GO), focusing on operational efficiency and quality assurance. The storage sector plays a strategic role in agribusiness, requiring solutions that mitigate losses and optimize the conservation of agricultural assets. The central objective was to diagnose the technological maturity level of local units and develop a technical product capable of guiding the strategic modernization of these structures. Methodologically, the research is characterized as an applied case study using a mixed approach (quantitative and qualitative). Data collection was conducted through structured questionnaires sent to managers of storage units, and the treatment of qualitative data was based on Bardin's (2016) Content Analysis technique. The results indicate that the sector has a consolidated technological base for temperature and ventilation monitoring, processes considered highly effective by 100% of respondents. However, a significant gap was identified in the adoption of Industry 4.0 technologies, such as IoT and Artificial Intelligence, primarily due to high implementation costs and the need for a skilled workforce. Qualitative analysis revealed that technology is perceived not only as a physical preservation tool but also as a pillar of credibility, regulatory compliance, and access to financial credit. As a practical contribution, the Modular Strategic Guide for Technological Modernization was developed, offering a scalable roadmap for managers to implement innovations in a sustainable and financially viable manner. It is concluded that efficiency in storage management in Rio Verde depends on overcoming economic barriers through modular planning, ensuring the competitiveness and quality of grain in the global market.

Keywords: Agribusiness; Operational Efficiency; Grain Storage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Panorama da produção de soja no Brasil e a participação de Goiás na safra 2025/2026	24
Figura 2 - Benefícios associados à utilização da armazenagem.....	29
Figura 3 - Silo vertical de fundo plano para armazenamento de grãos a granel	39
Figura 4 - Silo Horizontal – graneleiro utilizado para armazenamento de grãos a granel	40
Figura 5 - Relação entre os conceitos de desempenho dos processos. Eficiência versus desperdício versus valor versus produtividade.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Capacidade de armazenagem de grãos no Brasil	37
Gráfico 2 - Distribuição da escolaridade dos participantes da pesquisa.....	59
Gráfico 3 - Classificação das empresas participantes quanto ao porte organizacional	60
Gráfico 4 - Tecnologias automatizadas utilizadas no monitoramento ambiental das unidades armazenadoras	64
Gráfico 5 - Percepção dos gestores sobre a eficácia dos sistemas de monitoramento térmico	65
Gráfico 6 - Avaliação gerencial da eficiência dos sistemas automatizados de ventilação	66
Gráfico 7 - Dificuldades operacionais relacionadas à integração tecnológica nas unidades armazenadoras	69
Gráfico 8 - Estratégias organizacionais para adaptação tecnológica e gestão da mudança.....	70
Gráfico 9 - Avaliação do custo-benefício das tecnologias automatizadas nas unidades armazenadoras	71
Gráfico 10 - Expectativas dos gestores quanto às tecnologias emergentes aplicadas à armazenagem.....	72
Gráfico 11 - Áreas prioritárias para inovação tecnológica nas unidades armazenadoras.....	73
Gráfico 12 - Principais necessidades futuras para consolidação tecnológica das unidades armazenadoras	73

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Nível de Implementação e Maturidade Tecnológica (Unidade Analisada)..... 75

Tabela 1 - Número de estabelecimentos e capacidade útil instalada, por tipo, segundo as Unidades da Federação - Brasil - 1º semestre 2025 36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
COMIGO – Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EO – Eficiência operacional
GO – Goiás
IA – Inteligência Artificial
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMB – Instituto Mauro Borges
MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária
PIB – Produto Interno Bruto
PMEs – Pequenas e médias empresas
SEAPA – Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
VAB – Valor Adicionado Bruto

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.1 Problema de pesquisa	16
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 O Agronegócio no Brasil: Evolução.....	20
2.1.1 Liderança da soja e desafios estruturais no agronegócio brasileiro	22
2.1.2 O Agronegócio em Goiás e o papel do município de Rio Verde no cenário nacional....	25
2.2 A Unidade Armazenadora como Ativo Estratégico na Cadeia de Suprimentos	27
2.3 Armazenagem e eficiência operacional como fatores estratégicos da competitividade no agronegócio	30
2.4 Capacidade de armazenagem de grãos no Brasil e os desafios logísticos do agronegócio	32
2.5 Déficit de capacidade de armazenagem no Brasil e seus impactos logísticos no agronegócio	34
2.6 Tipos de estruturas de armazenagem de grãos e suas características operacionais.....	38
2.7 Gestão, eficiência operacional e tecnologias aplicadas às unidades armazenadoras	41
2.8 A Convergência com a Indústria 4.0: Tecnologias Habilitadoras	44
2.8.1 Automação e Robótica.....	45
2.8.2 Inteligência Artificial e Big Data.....	46
2.8.3 Internet das Coisas (IoT) aplicada à armazenagem de grãos.....	47
2.9 Desafios e tendências futuras na armazenagem de grãos: transformação digital, sustentabilidade e logística verde	49
3 METODOLOGIA	52
3.1 Natureza e abordagem da pesquisa.....	52
3.2 Objetivos e tipologia da pesquisa	53
3.3 Procedimentos técnicos	54
3.3.1 Estudo bibliográfico	54
3.3.2 Pesquisa de campo com questionário	54
3.3.3 População e amostra	55
3.3.4 Instrumento de coleta de dados	55

3.3.5 Análise e tratamento dos dados	56
3.3.6 Aspectos éticos da pesquisa.....	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1 Caracterização das organizações e dos participantes da pesquisa.....	57
4.2 Perfil dos participantes e caracterização das unidades armazenadoras	59
4.3 Nível de maturidade tecnológica das unidades armazenadoras e análise comparativa dos resultados.....	60
4.4 Percepção de eficácia das tecnologias e desafios gerenciais nas unidades armazenadoras.....	64
4.5 Desafios estruturais, barreiras tecnológicas e perspectivas futuras da armazenagem de grãos	68
4.6 Análise das questões discursivas: a perspectiva qualitativa dos gestores	74
4.7 Diagnóstico do Nível de Automação (Mapeamento de Gap).....	75
4.8 Gestão de Riscos, Barreiras Estruturais e Transformação Tecnológica nas Unidades Armazenadoras	78
5 CONCLUSÃO.....	80
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.....	87
APÊNDICE B – Termo de Consentimento para o uso de imagem (foto/vídeo) na veiculação da pesquisa.....	91
APÊNDICE C – Questionário.....	92

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A gestão pós-colheita tem assumido papel estratégico no contexto do agronegócio contemporâneo, especialmente em países com elevada produção agrícola, como o Brasil. O crescimento contínuo da produção de grãos nas últimas décadas evidencia não apenas o fortalecimento do setor agropecuário nacional, mas também a necessidade de ampliação e modernização das estruturas logísticas e de armazenagem, consideradas essenciais para assegurar a eficiência operacional, a redução de perdas e a competitividade das cadeias produtivas (Pereira Júnior *et al.*, 2023).

Nesse contexto, o agronegócio deve ser compreendido como um sistema integrado que envolve desde a produção primária até as atividades de transformação, transporte, comercialização e distribuição dos produtos agropecuários. Conforme a clássica definição proposta por Davis e Goldberg (1957), o agronegócio corresponde ao conjunto de operações e transações relacionadas à produção e distribuição de suprimentos agrícolas, às atividades realizadas dentro da propriedade rural e ao processamento e distribuição dos produtos agropecuários.

Embora elaborada em meados do século XX, essa abordagem permanece atual ao evidenciar a interdependência entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva, especialmente em regiões de elevada concentração agrícola, como o município de Rio Verde (GO), reconhecido nacionalmente pela expressiva produção de grãos e pela forte integração entre agricultura, agroindústria e logística.

O agronegócio brasileiro consolidou-se como um dos principais pilares da economia nacional, apresentando participação significativa no Produto Interno Bruto (PIB) do país. De acordo com dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), o setor representou aproximadamente 23,8% do PIB brasileiro em 2025, considerando toda a cadeia produtiva agroindustrial (CEPEA, 2025).

Esse desempenho evidencia a relevância econômica do setor e demonstra a necessidade crescente de investimentos em infraestrutura logística, sobretudo nas etapas relacionadas ao armazenamento e à gestão pós-colheita. Nesse cenário, estados como Goiás destacam-se pela elevada produtividade agrícola, sendo considerados estratégicos para o abastecimento nacional e para as exportações brasileiras.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), municípios goianos figuram entre os maiores produtores agrícolas do país, com destaque para

Rio Verde (GO), cuja dinâmica econômica é fortemente impulsionada pela produção de soja, milho e sorgo.

Paralelamente, estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2026) indicam que a produção brasileira de grãos na safra 2025/2026 deverá alcançar aproximadamente 353 milhões de toneladas, impulsionada principalmente pelas culturas de soja e milho. Entretanto, embora o crescimento produtivo represente um importante indicador econômico, a expansão da infraestrutura de armazenagem não acompanha, na mesma proporção, o aumento da produção agrícola nacional.

Conforme destacam Bartholomeu, Péra e Rocha (2023), o déficit de capacidade estática de armazenagem constitui atualmente um dos principais gargalos estruturais do agronegócio brasileiro. Estudos desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2025) demonstram que a capacidade nacional de armazenagem cobre entre 60% e 70% da produção anual de grãos, percentual inferior ao recomendado pela *Food and Agriculture Organization* (FAO), que preconiza capacidade superior à produção anual como estratégia de segurança alimentar e estabilidade logística.

Tal cenário torna-se ainda mais crítico em municípios altamente produtivos, como Rio Verde (GO), onde a insuficiência estrutural intensifica problemas relacionados ao escoamento da safra, elevação dos custos logísticos e aumento das perdas qualitativas e quantitativas durante o período pós-colheita.

Nesse contexto, estudos desenvolvidos pelo Grupo ESALQ-LOG indicam que a limitação da infraestrutura de armazenagem tem levado produtores rurais a recorrerem ao denominado “estoque sobre rodas”, utilizando caminhões como estruturas temporárias de armazenagem, prática que compromete a eficiência operacional e amplia os custos logísticos (ESALQ-LOG, 2025).

Além disso, levantamento realizado pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2025) aponta que aproximadamente 61% dos produtores rurais brasileiros não possuem estruturas próprias de armazenagem, enquanto parcela significativa dos produtores que dispõem dessas estruturas consegue armazenar apenas parte limitada da produção anual.

A justificativa deste estudo torna-se ainda mais relevante ao observar o processo de transformação econômica vivenciado pelo município de Rio Verde (GO) nas últimas décadas. Conforme análise publicada pelo portal NovaCana (2026), o município apresentou crescimento expressivo de seu Produto Interno Bruto (PIB), impulsionado principalmente pela verticalização da cadeia produtiva do milho, especialmente por meio da expansão das indústrias de etanol de milho e proteína animal. Esse processo de industrialização intensificou a demanda

por sistemas logísticos mais eficientes e por estruturas modernas de armazenagem, capazes de atender ao crescimento contínuo da produção agrícola regional.

Diante desse cenário, evidencia-se que os desafios relacionados à armazenagem de grãos não podem ser solucionados exclusivamente por meio da expansão física de silos e armazéns. Conforme ressaltam Baal *et al.* (2024), a incorporação de tecnologias aplicadas à gestão pós-colheita, incluindo automação de processos, monitoramento em tempo real, sensores inteligentes e análise de dados, constitui alternativa estratégica para aumentar a eficiência operacional das estruturas existentes, reduzir perdas e otimizar a tomada de decisão nas unidades armazenadoras. Assim, o uso de tecnologias e práticas inovadoras de gestão apresenta potencial para minimizar os impactos decorrentes do déficit estrutural de armazenagem, especialmente em regiões de elevada concentração produtiva.

Dessa forma, a relevância deste estudo fundamenta-se na necessidade de compreender a percepção dos gestores de unidades armazenadoras localizadas em Rio Verde (GO) acerca da utilização de tecnologias aplicadas à gestão pós-colheita, considerando o atual contexto de expansão produtiva e limitações estruturais da armazenagem agrícola.

A investigação proposta busca contribuir para o avanço das discussões científicas relacionadas à eficiência logística no agronegócio brasileiro, fornecendo subsídios técnicos e gerenciais que possam auxiliar na otimização das estruturas já instaladas, na redução de perdas pós-colheita e no fortalecimento da competitividade do setor agroindustrial.

1.1 Problema de pesquisa

O município de Rio Verde (GO) consolidou-se nas últimas décadas como um dos principais polos do agronegócio brasileiro, destacando-se pelos elevados índices de produtividade agrícola e pela forte inserção tecnológica no campo. Segundo informações do Governo de Goiás (2025), o crescimento da produção agrícola regional vem sendo impulsionado pela adoção de tecnologias avançadas, incluindo agricultura de precisão, biotecnologia, mecanização e sistemas digitais de monitoramento produtivo, fatores que contribuem para o fortalecimento da infraestrutura agroindustrial local.

Vieira Filho (2023) demonstra que o agronegócio brasileiro apresenta elevado nível de incorporação tecnológica, especialmente nas etapas produtivas desenvolvidas “dentro da porteira”. De acordo com levantamento apresentado pelo Portal Agro Summit (2026), mais de 90% dos produtores rurais brasileiros utilizam algum tipo de tecnologia digital ou sistema

automatizado em suas atividades produtivas, evidenciando o avanço da transformação digital no setor agropecuário.

Entretanto, embora os avanços tecnológicos sejam expressivos nas etapas de produção agrícola, a fase de pós-colheita ainda apresenta limitações estruturais, operacionais e gerenciais significativas. Conforme destacam Bartholomeu, Péra e Rocha (2023), o crescimento da produção nacional de grãos ocorre em ritmo superior ao da expansão da capacidade estática de armazenagem, ampliando os gargalos logísticos e operacionais no agronegócio brasileiro. Entre 2010 e 2021, enquanto a capacidade de armazenagem cresceu aproximadamente 32%, a produção de grãos apresentou expansão superior a 80%, reduzindo significativamente a capacidade relativa de armazenagem no País (Melo; Taveira; Giongo, 2018).

Nesse contexto, a realidade observada em Rio Verde (GO) reflete diretamente esse cenário nacional. Apesar da elevada relevância econômica do município e da modernização das atividades produtivas, as unidades armazenadoras ainda enfrentam dificuldades relacionadas à infraestrutura, automação e gestão tecnológica.

Segundo o portal Rio Verde Rural (2025), a desproporção entre a produção recorde de grãos e a capacidade estática de armazenagem faz com que o setor opere sob elevada pressão logística, recorrendo, em muitos casos, a estruturas emergenciais de armazenamento, comprometendo potencialmente a qualidade e a conservação dos grãos durante o período pós-colheita.

Além disso, pesquisas recentes demonstram que os desafios da pós-colheita não se restringem apenas à insuficiência física de armazenagem, mas também envolvem limitações relacionadas à adoção e à eficiência das tecnologias aplicadas ao gerenciamento operacional das unidades armazenadoras (Santos; Carvalho, 2025).

Baal *et al.* (2024) ressaltam que, apesar dos avanços tecnológicos observados no agronegócio, o setor de pós-colheita ainda apresenta defasagem tecnológica em processos críticos, especialmente na automação da secagem, monitoramento da qualidade dos grãos e utilização de sensores inteligentes. Os autores destacam ainda que muitas unidades armazenadoras operam com baixa automação, sensores ineficientes e reduzida integração entre sistemas digitais, comprometendo a eficiência operacional e o controle da qualidade armazenada.

Adicionalmente, Nath *et al.* (2024) argumentam que os países em desenvolvimento ainda enfrentam importantes lacunas tecnológicas na pós-colheita de grãos, incluindo infraestrutura inadequada, deficiência nos sistemas de secagem e armazenagem, dificuldades no monitoramento operacional e acesso limitado a tecnologias avançadas. Tais fatores

contribuem diretamente para perdas quantitativas e qualitativas dos produtos armazenados, além de impactarem negativamente a competitividade logística e econômica das cadeias agroindustriais.

Diante desse contexto, observa-se que, embora o ambiente produtivo agrícola apresente elevada aceitação tecnológica, esse movimento não necessariamente ocorre na mesma intensidade nas unidades de pós-colheita e armazenagem. Assim, emerge a necessidade de compreender se os gargalos observados decorrem da ausência de tecnologias adequadas ou das limitações relacionadas à sua aplicabilidade, operacionalização e percepção de eficiência por parte dos gestores das unidades armazenadoras.

A relevância dessa problemática torna-se ainda mais evidente ao considerar que Rio Verde é responsável por uma produção anual estimada em aproximadamente 4 milhões de toneladas de grãos, com destaque para as culturas da soja e do milho, cuja elevada produtividade resulta diretamente da utilização intensiva de tecnologias agrícolas modernas (COMPRESUR, 2025). Nesse sentido, o município apresenta características estratégicas para o desenvolvimento desta investigação, considerando sua importância econômica, logística e produtiva no contexto do agronegócio brasileiro.

Dessa forma, estabelece-se como problema de pesquisa a seguinte questão: quais são as principais tecnologias utilizadas nas unidades armazenadoras de grãos no município de Rio Verde e como os gestores percebem sua eficiência e aplicabilidade nos processos de armazenagem?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar as principais tecnologias utilizadas nas unidades armazenadoras de grãos no município de Rio Verde (GO), analisando a percepção dos gestores quanto à sua eficiência e aplicabilidade nos processos e gestão da qualidade.

1.2.2 Objetivos específicos

- Mapear as principais tecnologias empregadas nos processos operacionais e gerenciais das unidades armazenadoras de grãos localizadas em Rio Verde.

- Compreender a percepção dos gestores quanto à contribuição das tecnologias para a redução de perdas pós-colheita, melhoria da eficiência operacional e manutenção da qualidade dos grãos armazenados.
- Identificar os principais desafios, limitações e barreiras relacionados à implementação e à utilização de tecnologias aplicadas à armazenagem de grãos.
- Elaborar um guia estratégico modular voltado à modernização tecnológica das unidades armazenadoras, considerando a realidade operacional e econômica do setor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Agronegócio no Brasil: Evolução

O agronegócio brasileiro consolidou-se, ao longo das últimas décadas, como um dos principais pilares da economia nacional, desempenhando papel estratégico no abastecimento alimentar, na geração de empregos, na expansão das exportações e no fortalecimento da balança comercial brasileira. A compreensão desse setor exige uma abordagem sistêmica, considerando sua articulação com diferentes segmentos produtivos, logísticos, industriais e comerciais.

O conceito de agronegócio tem origem na expressão *agribusiness*, formulada por Davis e Goldberg (1957), na obra *A Concept of Agribusiness*, na qual os autores definem o setor como o conjunto integrado de operações relacionadas à produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização de produtos agropecuários. Essa abordagem rompe com a visão limitada da agricultura enquanto atividade exclusivamente rural, passando a compreender o setor como uma cadeia produtiva interdependente e fortemente integrada aos demais segmentos econômicos.

A evolução conceitual do agronegócio acompanhou as transformações econômicas, tecnológicas e produtivas observadas no cenário mundial ao longo do século XX. Conforme destaca Araújo (2005), o termo agricultura tornou-se insuficiente para representar a complexidade das relações existentes no setor, uma vez que as atividades agropecuárias passaram a depender diretamente de serviços especializados, infraestrutura logística, agroindústrias, instituições financeiras, tecnologias digitais e sistemas de comercialização. Dessa forma, o agronegócio passou a ser compreendido como um sistema econômico integrado, envolvendo desde a produção primária até o consumidor final.

No caso brasileiro, a expansão do agronegócio esteve diretamente associada ao processo de modernização agrícola e às políticas de desenvolvimento implementadas a partir da segunda metade do século XX. Segundo Vieira Filho e Fishlow (2017), até o início da década de 1960 o Brasil apresentava elevada dependência da importação de alimentos, além de forte regulação estatal sobre a produção e comercialização agrícola. E, a partir da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 1973, iniciou-se um novo ciclo de desenvolvimento tecnológico voltado à adaptação de cultivares, mecanização agrícola e modernização produtiva, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade no campo.

A atuação da Embrapa representou um marco no desenvolvimento científico e tecnológico da agropecuária brasileira, especialmente por possibilitar a adaptação de sistemas

produtivos às condições tropicais do país. Conforme ressaltam Alves, Contini e Gasques (2011), a incorporação de tecnologias agrícolas, associada ao avanço da pesquisa científica e à reorganização dos sistemas de assistência técnica e extensão rural, promoveu significativa transformação estrutural no campo brasileiro. Nesse período, a mecanização agrícola, a utilização de fertilizantes, defensivos e sementes geneticamente melhoradas impulsionaram o aumento da produtividade e permitiram a expansão das fronteiras agrícolas nacionais.

O processo de urbanização e industrialização brasileira também contribuiu para redefinir o papel estratégico do agronegócio na economia nacional. Dados históricos apontam que, entre as décadas de 1950 e 1990, o crescimento populacional e a expansão dos centros urbanos intensificaram a demanda por alimentos, exigindo maior eficiência produtiva e ampliação da capacidade de abastecimento (Embrapa, 2024). Nesse cenário, o agronegócio passou a exercer função central no fornecimento de matérias-primas para as agroindústrias, na geração de divisas internacionais e na sustentação do crescimento econômico brasileiro.

Conforme argumenta Barros (2022), o agronegócio não se restringe às atividades desenvolvidas “dentro da porteira”, mas engloba todas as atividades econômicas que dependem direta ou indiretamente da produção agropecuária. Essa concepção evidencia a relevância das atividades de transporte, armazenamento, comercialização, logística e processamento industrial na dinâmica competitiva do setor. Nesse sentido, a modernização da agricultura brasileira ocorreu de forma integrada à expansão dos demais segmentos econômicos, consolidando cadeias produtivas complexas e altamente tecnificadas.

Ao longo das últimas décadas, o avanço tecnológico tornou-se um dos principais fatores responsáveis pelo aumento da competitividade do agronegócio brasileiro. A incorporação de tecnologias relacionadas à agricultura de precisão, mecanização, biotecnologia, automação e sistemas digitais transformou significativamente os processos produtivos agropecuários. Segundo Barros (2022), as transformações decorrentes da chamada Revolução Verde promoveram profundas mudanças estruturais na produção agrícola mundial, ampliando a capacidade produtiva e elevando os níveis de eficiência operacional no campo.

Atualmente, o agronegócio representa um dos segmentos mais dinâmicos da economia brasileira. De acordo com dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2025), o setor responde por aproximadamente 23% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, considerando toda a cadeia agroindustrial. Além disso, o Brasil ocupa posição de destaque no comércio internacional de commodities agrícolas, figurando entre os maiores produtores e exportadores mundiais de soja, milho, carnes e açúcar. Conforme destacam Santos *et al.* (2025), o desempenho do agronegócio brasileiro tem contribuído significativamente para

o fortalecimento da balança comercial do país e para sua consolidação como importante fornecedor global de alimentos.

Nesse contexto, observa-se que o agronegócio brasileiro deixou de ser compreendido apenas como atividade primária vinculada à produção rural, passando a constituir um sistema econômico complexo, integrado e altamente dependente de inovação tecnológica, infraestrutura logística e gestão estratégica.

Essa transformação evidencia a importância de estudos voltados à eficiência operacional e à modernização das cadeias produtivas, especialmente nas etapas relacionadas à armazenagem e à gestão pós-colheita, consideradas fundamentais para a manutenção da competitividade do setor agroindustrial brasileiro.

2.1.1 Liderança da soja e desafios estruturais no agronegócio brasileiro

A soja consolidou-se como uma das principais commodities agrícolas do mundo, desempenhando papel estratégico na segurança alimentar, no abastecimento das cadeias agroindustriais e na dinâmica do comércio internacional. No contexto brasileiro, a expansão da cultura da soja representa um dos principais marcos da modernização do agronegócio nacional, refletindo diretamente os avanços científicos, tecnológicos e logísticos implementados nas últimas décadas.

Segundo Tanan *et al.* (2024), a cadeia produtiva da soja possui elevada relevância econômica global, sendo fundamental para a geração de divisas, fortalecimento da balança comercial e atendimento à crescente demanda internacional por proteína vegetal e biocombustíveis.

A trajetória histórica da soja demonstra um longo processo de adaptação agrícola e expansão territorial. Conforme registros da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2025), as origens da oleaginosa remontam à China antiga, onde espécies silvestres foram domesticadas há mais de quatro mil anos nas proximidades do rio Yangtzé. Durante séculos, o cultivo da soja permaneceu concentrado no continente asiático, sendo posteriormente introduzido na Europa e, mais tarde, disseminado para outros continentes.

No Brasil, os primeiros registros experimentais da cultura ocorreram no início do século XX, destacando-se o primeiro plantio realizado em 1914 pela Escola Superior de Agronomia e Veterinária da atual Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Posteriormente, a expansão comercial da cultura ocorreu no estado do Paraná, especialmente a partir da década

de 1950, impulsionada pelo avanço das pesquisas agrônômicas na região Sul do país (Instituto Escolhas, 2025).

A consolidação da soja como principal cultura agrícola brasileira esteve diretamente associada ao desenvolvimento científico e tecnológico promovido pelas instituições de pesquisa nacionais. Nesse contexto, destaca-se a criação da Embrapa Soja, em 1975, considerada um marco na transformação tecnológica da agricultura brasileira.

Conforme a Embrapa (2025), até a década de 1970 o cultivo comercial da soja estava concentrado em regiões de clima temperado e subtropical, limitando sua expansão para áreas tropicais. Entretanto, os avanços obtidos no melhoramento genético permitiram o desenvolvimento de variedades adaptadas às condições climáticas do Cerrado brasileiro, viabilizando a expansão da produção para regiões de baixas latitudes e consolidando o Brasil como potência agrícola mundial.

O avanço da produção de soja no país evidencia os impactos positivos da incorporação tecnológica na agricultura. Dados da Embrapa demonstram que, quando a Embrapa Soja foi criada, a produção nacional era de aproximadamente 10 milhões de toneladas. Já na safra 2012/2013, o Brasil cultivou cerca de 27,7 milhões de hectares da oleaginosa, alcançando produção superior a 81,5 milhões de toneladas e posicionando-se entre os maiores produtores mundiais da commodity. Esse crescimento foi impulsionado pela adoção de tecnologias relacionadas à mecanização agrícola, agricultura de precisão, correção de solos, manejo fitossanitário e inovação genética.

Além dos fatores tecnológicos, a distribuição espacial da produção agrícola brasileira apresenta forte influência de elementos climáticos, históricos e logísticos. Segundo Landau *et al.* (2015), a heterogeneidade territorial do Brasil favorece diferentes dinâmicas produtivas regionais, especialmente em áreas que apresentam elevada aptidão agrícola e disponibilidade de infraestrutura. Nesse contexto, o Cerrado brasileiro tornou-se uma das principais fronteiras agrícolas do mundo, destacando-se pela elevada produtividade e expansão das culturas de soja e milho.

No cenário contemporâneo, a soja continua apresentando sucessivos recordes de produção. Conforme dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), a estimativa da safra nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas alcançou aproximadamente 342,7 milhões de toneladas em 2026, com destaque para a produção de soja, que mantém crescimento expressivo e séries históricas recordes no país. Os dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) evidenciam a elevada capacidade

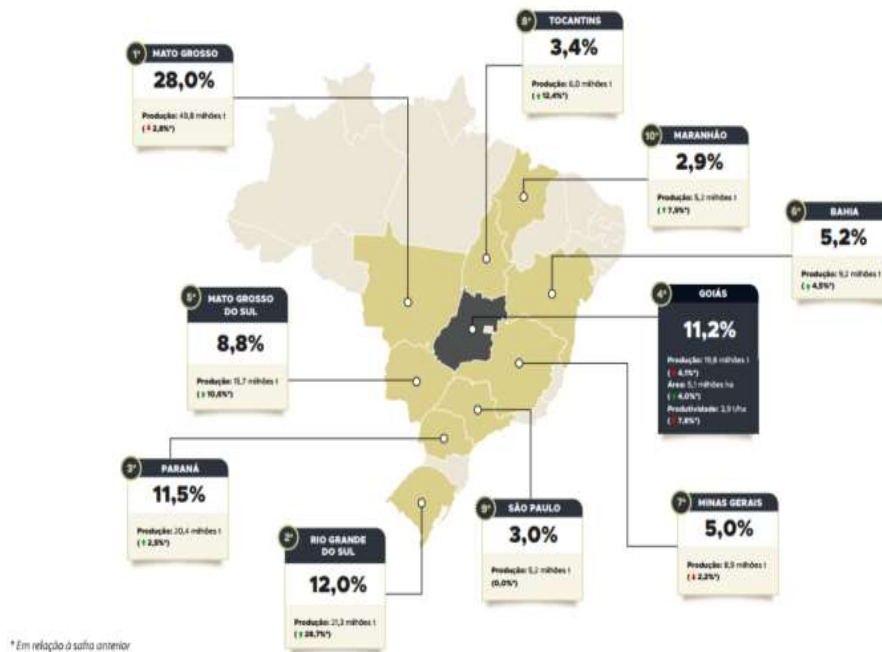
produtiva do agronegócio brasileiro e reforçam a importância econômica da cadeia da soja para o mercado nacional e internacional.

Embora os avanços tecnológicos tenham promovido ganhos significativos de produtividade “dentro da porteira”, o crescimento acelerado da produção agrícola intensificou desafios estruturais relacionados à logística e à armazenagem de grãos. A expansão contínua da produção de soja exige sistemas pós-colheita cada vez mais eficientes, capazes de assegurar a conservação da qualidade dos grãos, minimizar perdas quantitativas e qualitativas e garantir maior competitividade às cadeias agroindustriais. Dessa forma, a armazenagem passa a ocupar posição estratégica no agronegócio contemporâneo, especialmente em regiões de elevada concentração produtiva.

No estado de Goiás, a cadeia produtiva da soja apresenta relevância estratégica para a economia regional. Conforme dados da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Goiás (SEAPA-GO, 2026), o estado figura entre os principais produtores nacionais da commodity, registrando sucessivas safras históricas e consolidando-se como importante polo agroindustrial brasileiro.

A Figura 1, a seguir, evidencia a participação expressiva de Goiás na produção nacional de soja na safra 2025/2026, demonstrando o protagonismo estadual no cenário agrícola nacional.

Figura 1- Panorama da produção de soja no Brasil e a participação de Goiás na safra 2025/2026



Fonte: SEAPA-GO (2026).

Observa-se que a expansão da cadeia produtiva da soja transcende os limites da produção agrícola, envolvendo aspectos logísticos, econômicos, tecnológicos e estratégicos. Assim, a competitividade do agronegócio brasileiro depende não apenas do aumento da produtividade no campo, mas também da capacidade de gestão eficiente das etapas de pós-colheita, armazenagem e distribuição, consideradas fundamentais para assegurar a qualidade dos grãos e a sustentabilidade das cadeias produtivas (Tanan *et al.*, 2024).

2.1.2 O Agronegócio em Goiás e o papel do município de Rio Verde no cenário nacional

O estado de Goiás consolidou-se, nas últimas décadas, como uma das principais referências do agronegócio brasileiro, destacando-se pela elevada produção de grãos, carnes e biocombustíveis. Esse protagonismo resulta da combinação entre condições edafoclimáticas favoráveis, localização estratégica na região Centro-Oeste e investimentos contínuos em infraestrutura logística, inovação tecnológica e pesquisa agropecuária. Segundo a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Goiás (SEAPA, 2024), o agronegócio exerce papel central na dinâmica econômica estadual, sendo responsável por parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) goiano e pela expansão das cadeias agroindustriais regionais.

A relevância do agronegócio goiano também está associada à capacidade produtiva do estado e à sua integração com os mercados nacional e internacional. Conforme Miranda (2014), Goiás consolidou-se como importante fornecedor de gêneros alimentícios e matérias-primas agroindustriais, favorecido por sua localização geográfica estratégica, que contribui para o escoamento da produção agrícola e para a atração de agroindústrias. Nesse contexto, a agropecuária tornou-se elemento estruturante da economia estadual, exercendo influência direta sobre o desenvolvimento regional, a geração de empregos e a competitividade econômica.

Além dos fatores geográficos e produtivos, o crescimento econômico recente reforça a relevância do agronegócio para o estado. Dados divulgados pelo Banco Central do Brasil demonstram que Goiás registrou, em 2025, o segundo maior crescimento econômico do país, com expansão de 4,8% segundo o Índice de Atividade Econômica Regional (IBCR), desempenho superior à média nacional no mesmo período. Tal resultado evidencia a força das atividades agropecuárias e agroindustriais na composição da economia estadual, especialmente em virtude da expansão das cadeias produtivas da soja, milho, sorgo e proteína animal.

Nesse cenário, o município de Rio Verde (GO) destaca-se como um dos mais importantes polos do agronegócio brasileiro. Segundo dados do Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística (IBGE, 2025), o município possui área territorial aproximada de 8.374 km² e população superior a 225 mil habitantes, apresentando dinâmica econômica fortemente vinculada às atividades agropecuárias e agroindustriais. A elevada produtividade agrícola observada no município está diretamente relacionada ao uso intensivo de tecnologias, à elevada mecanização das propriedades rurais e à integração entre agricultura, pecuária e indústria de transformação.

Rio Verde (GO) é reconhecido nacionalmente como a “capital do agronegócio goiano”, em razão de sua expressiva participação na produção de grãos e da forte articulação entre os diferentes agentes das cadeias produtivas regionais (Vieira; Wander; Cunha, 2023). O município destaca-se especialmente nas culturas de soja, milho, sorgo e feijão, além de apresentar relevante participação nos segmentos de avicultura e suinocultura, atividades que sustentam a competitividade das agroindústrias locais e ampliam sua inserção nos mercados internacionais.

Do ponto de vista estrutural, Rio Verde (GO) apresenta um dos mais consolidados clusters agroindustriais do país, resultado da integração entre agricultura, pecuária, agroindústria e sistemas logísticos. Conforme Queiroz *et al.* (2021) e Guimarães (2015), a consolidação desse ambiente produtivo ocorreu por meio da articulação entre produtores rurais, cooperativas, empresas privadas e instituições de pesquisa, favorecendo o desenvolvimento tecnológico e o fortalecimento das cadeias produtivas regionais. Essa dinâmica contribui para a geração de inovação, aumento da produtividade e agregação de valor aos produtos agropecuários.

Segundo Vieira, Wander e Cunha (2023), o município abriga importantes *clusters* agroindustriais ligados às cadeias da soja, milho, aves e suínos, sustentados por redes colaborativas e estruturas cooperativas consolidadas, a exemplo da COMIGO – Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano. A cooperativa exerce papel estratégico no suporte técnico e organizacional aos produtores rurais, atuando como articuladora entre agricultores, agroindústrias e instituições de pesquisa. Nesse sentido, os clusters agroindustriais configuram ambientes favoráveis à inovação e à competitividade, promovendo integração tecnológica e fortalecimento econômico regional (Batalha, 2021).

No contexto estadual, Rio Verde (GO) ocupa posição de destaque como maior produtor de grãos de Goiás, especialmente na cultura da soja. Além disso, o município lidera a produção estadual de sorgo e apresenta expressiva participação na cadeia de proteína animal, consolidando-se como importante exportador de carnes e derivados. Segundo dados da SEAPA (2026), o elevado desempenho produtivo do município decorre da combinação entre inovação

tecnológica, capacidade logística, qualificação técnica e fortalecimento das estruturas agroindustriais.

Dessa forma, observa-se que o município de Rio Verde desempenha papel estratégico no desenvolvimento do agronegócio goiano e brasileiro, constituindo importante referência nacional em produtividade agrícola, integração agroindustrial e inovação tecnológica. Essa dinâmica produtiva evidencia a necessidade de estudos voltados à eficiência operacional, à logística e à gestão das cadeias agroindustriais, especialmente no que se refere às etapas de armazenagem e pós-colheita, fundamentais para assegurar a competitividade do setor no cenário global.

2.2 A Unidade Armazenadora como Ativo Estratégico na Cadeia de Suprimentos

O processo de armazenagem tornou-se elemento estratégico para o funcionamento das cadeias produtivas agroindustriais contemporâneas, especialmente diante da expansão da produção agrícola e da crescente demanda mundial por alimentos. Ao longo das últimas décadas, o avanço tecnológico no setor agropecuário promoveu significativo aumento da produtividade agrícola, intensificando a necessidade de sistemas logísticos mais eficientes e de estruturas adequadas para conservação, movimentação e distribuição dos produtos agropecuários. Nesse contexto, a armazenagem passou a desempenhar papel fundamental na gestão da cadeia de suprimentos, contribuindo diretamente para a redução de perdas, manutenção da qualidade dos produtos e equilíbrio entre oferta e demanda.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2014), a evolução da agricultura mundial nas últimas décadas esteve fortemente associada ao desenvolvimento científico e à intensificação tecnológica, fatores que impulsionaram a expansão da capacidade produtiva agrícola em consonância com o crescimento da demanda por alimentos. Como consequência desse processo, a gestão pós-colheita passou a assumir importância estratégica, exigindo estruturas logísticas capazes de assegurar eficiência operacional e preservação da qualidade dos produtos agrícolas.

Sob a perspectiva da Administração e da logística empresarial, a armazenagem não se restringe ao simples ato de estocar produtos, mas constitui uma função gerencial estratégica voltada ao controle de estoques, equilíbrio do fluxo de suprimentos e otimização operacional. Conforme Ramos (2022), a armazenagem exerce papel essencial na coordenação entre produção e consumo, permitindo a distribuição dos produtos no tempo e no espaço, além de contribuir para a redução de perdas e desperdícios ao longo da cadeia produtiva. Dessa forma,

as unidades armazenadoras configuram importantes ativos estratégicos para o agronegócio, especialmente em regiões de elevada produção agrícola.

No contexto da pós-colheita, a armazenagem de grãos possui como principal finalidade a preservação da qualidade física, química e biológica do produto por determinado período de tempo. Segundo Baudet e Villela (2000), a eficiência do armazenamento está diretamente relacionada à manutenção das condições adequadas de temperatura, umidade e ventilação, fatores fundamentais para evitar deterioração, perdas nutricionais e ataques de pragas e microrganismos. Em contrapartida, falhas na armazenagem podem resultar em perdas quantitativas e qualitativas significativas, comprometendo a competitividade das cadeias agroindustriais e a rentabilidade dos produtores (Embrapa, 2022).

Além de sua relevância operacional, a armazenagem exerce importante função logística no agronegócio brasileiro. De acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2025), a armazenagem constitui uma das principais atividades da logística agrícola, sendo fundamental para minimizar os impactos do descompasso temporal e espacial entre produção e consumo. Entretanto, o Brasil ainda apresenta déficit histórico de capacidade estática de armazenagem, associado à elevada heterogeneidade regional das estruturas disponíveis. Tal limitação contribui para gargalos logísticos, aumento dos custos operacionais e elevação da volatilidade do transporte rodoviário durante os períodos de safra.

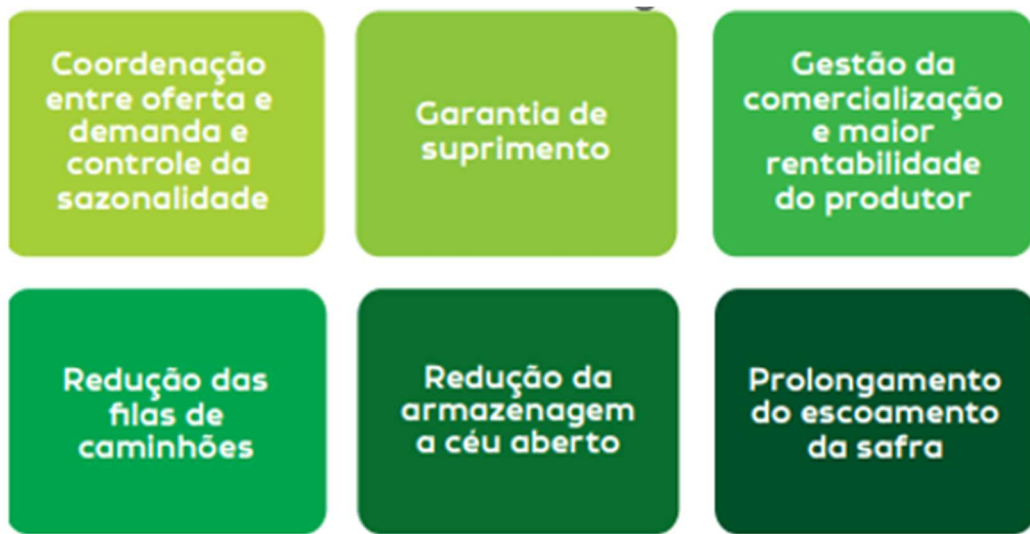
A unidade armazenadora deve ser compreendida como componente central da cadeia de suprimentos agroindustrial. Conforme Paoleschi (2018), o armazém corresponde ao espaço físico destinado à guarda, conservação e movimentação de materiais e mercadorias, desempenhando papel essencial na gestão de estoques e no fluxo logístico das organizações. Contudo, sua função ultrapassa a simples armazenagem física, envolvendo atividades integradas de recebimento, identificação, classificação, controle, separação, embalagem e expedição de produtos. Essas operações tornam a unidade armazenadora um ponto estratégico para a eficiência logística e operacional das empresas.

De acordo com Paoleschi (2018), as atividades desenvolvidas nas unidades armazenadoras estão diretamente associadas aos fluxos logísticos *inbound* e *outbound*. A logística *inbound* refere-se ao fluxo de entrada de matérias-primas e insumos provenientes dos fornecedores, enquanto a logística *outbound* está relacionada ao fluxo de saída dos produtos destinados aos consumidores ou demais agentes da cadeia produtiva. Nesse contexto, a gestão eficiente da armazenagem torna-se fundamental para garantir integração operacional, otimização dos recursos logísticos e redução de custos.

A definição das estruturas e sistemas de armazenagem também representa fator estratégico para as organizações. Conforme Paoleschi (2018), a escolha entre diferentes sistemas de armazenagem deve considerar aspectos relacionados ao fluxo operacional, volume de produtos, controle de estoque, custos logísticos e integridade dos materiais armazenados. Dessa forma, a utilização de estruturas adequadas contribui diretamente para o aumento da eficiência operacional e para a melhoria da competitividade empresarial.

Além dos aspectos estruturais, a armazenagem moderna encontra-se fortemente associada à incorporação de tecnologias voltadas ao monitoramento e controle dos produtos armazenados.

Figura 2 - Benefícios associados à utilização da armazenagem



Fonte: CNA (2025), adaptada de Luchezzi (2017), Russo (2012) E SENAR (2018).

Segundo Rabelo *et al.* (2022), o armazenamento de grãos funciona como uma extensão do processo de colheita, exigindo procedimentos de secagem, limpeza e controle fitossanitário para manutenção da qualidade do produto. Nesse contexto, tecnologias como silos herméticos, sistemas automatizados de ventilação, sensores inteligentes e estruturas de armazenamento com controle atmosférico permitem maior controle das condições internas, contribuindo para a preservação da qualidade e aumento da durabilidade dos grãos armazenados.

Apesar dos avanços tecnológicos observados no setor, o déficit de capacidade estática de armazenagem ainda representa um dos principais desafios estruturais do agronegócio brasileiro. Conforme a CNA (2025), a insuficiência de estruturas de armazenagem favorece o fenômeno denominado “estoque sobre rodas”, caracterizado pela utilização de caminhões como estruturas temporárias de armazenamento durante os períodos de pico da colheita. Essa prática compromete a eficiência logística, aumenta os custos de transporte e reduz a competitividade das cadeias agroindustriais.

Dessa forma, a unidade armazenadora deve ser compreendida como ativo estratégico da cadeia de suprimentos agroindustrial, exercendo papel fundamental na conservação da qualidade dos produtos, na redução de perdas pós-colheita, na eficiência logística e na competitividade do agronegócio. A crescente demanda por alimentos e o avanço da produção agrícola reforçam a necessidade de investimentos em modernização tecnológica, automação e gestão eficiente das estruturas de armazenagem, especialmente em regiões de elevada concentração produtiva

2.3 Armazenagem e eficiência operacional como fatores estratégicos da competitividade no agronegócio

A armazenagem de grãos consolidou-se como elemento estratégico no contexto do agronegócio contemporâneo, especialmente diante da expansão da produção agrícola e da crescente necessidade de eficiência logística nas cadeias de suprimentos agroindustriais. Mais do que uma atividade voltada exclusivamente à guarda de produtos, a armazenagem passou a representar um componente fundamental para a competitividade das organizações, influenciando diretamente a qualidade dos grãos, a redução de perdas pós-colheita, a eficiência operacional e a rentabilidade empresarial. Nesse sentido, as unidades armazenadoras configuram-se ativos estratégicos capazes de agregar valor à cadeia produtiva, contribuindo para a conservação dos produtos agrícolas e para o equilíbrio entre oferta e demanda ao longo do tempo.

Nas últimas décadas, a função da armazenagem passou por significativa transformação conceitual e operacional. Conforme destacam Silva e Bezerra (2025), a armazenagem deixou de ser compreendida apenas como centro de custos operacionais, assumindo papel estratégico dentro da gestão da cadeia de suprimentos. De forma semelhante, estudos desenvolvidos pela KPMG (2025) evidenciam que os armazéns modernos vêm sendo estruturados como hubs logísticos integrados, voltados à geração de valor, eficiência operacional e suporte à tomada de decisão estratégica. Essa transformação decorre principalmente do avanço tecnológico, da automação dos processos logísticos e da necessidade crescente de integração entre produção, distribuição e comercialização.

No contexto do agronegócio, a eficiência da armazenagem encontra-se diretamente relacionada ao desempenho operacional das empresas e à manutenção da qualidade dos produtos armazenados. Segundo Zero Carbon Group (2025), a eficácia operacional dos sistemas de armazenagem influencia diretamente indicadores relacionados à produtividade,

satisfação dos clientes, controle de perdas e rentabilidade organizacional. Assim, a armazenagem eficiente torna-se elemento indispensável para assegurar maior competitividade às empresas agroindustriais, especialmente em mercados altamente dinâmicos e exigentes.

A literatura contemporânea também destaca que a armazenagem deve ser compreendida como um processo logístico integrado, envolvendo diferentes operações interdependentes. Conforme Silva e Monteiro (2025), as atividades de armazenagem abrangem etapas relacionadas ao recebimento, inspeção, classificação, estocagem, separação (*picking*), embalagem e expedição dos produtos, exigindo coordenação eficiente e integração operacional. Dessa forma, a gestão adequada dessas atividades contribui significativamente para a redução de custos operacionais, aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos serviços logísticos.

No caso específico da armazenagem de grãos, a preservação das condições físicas e biológicas do produto constitui fator determinante para a eficiência operacional das unidades armazenadoras. Segundo a TechAgro Brasil (2026), o armazenamento adequado depende diretamente do controle de variáveis como teor de água, temperatura, ventilação e contaminação cruzada.

Em relação ao milho, por exemplo, recomenda-se que os grãos sejam armazenados com teor de umidade próximo a 13% em base úmida, reduzindo riscos de deterioração, proliferação de fungos e infestação por pragas. Além disso, a utilização de estruturas tecnologicamente adequadas, como silos com sistemas automatizados de controle térmico e atmosférico, contribui significativamente para a conservação da qualidade dos grãos armazenados.

Nesse contexto, a eficiência operacional passa a ocupar posição estratégica na gestão logística das unidades armazenadoras. Conforme Bezerra (2025), a adoção de sistemas de gestão de armazéns (*Warehouse Management Systems – WMS*) possibilita maior controle das operações logísticas, contribuindo para o aumento da precisão dos estoques, redução de falhas operacionais e otimização do processamento de pedidos. A incorporação de tecnologias digitais aos processos de armazenagem favorece o monitoramento em tempo real das operações, permitindo maior previsibilidade e controle gerencial.

Além disso, a eficiência operacional na logística está diretamente relacionada à capacidade das organizações de executar suas atividades com o menor consumo possível de recursos e com elevados níveis de qualidade e agilidade. Segundo Alencar Junior (2025), a eficiência operacional na armazenagem e distribuição pode ser definida como a capacidade de maximizar resultados por meio da utilização racional de tempo, mão de obra, capital e infraestrutura logística. Nesse sentido, a adoção de práticas gerenciais eficientes e de

tecnologias voltadas à automação operacional torna-se fundamental para o fortalecimento da competitividade empresarial no agronegócio.

A mensuração da eficiência operacional nas unidades armazenadoras ocorre, frequentemente, por meio da utilização de Indicadores-Chave de Desempenho (*Key Performance Indicators* – KPIs). Conforme a literatura especializada, esses indicadores permitem avaliar variáveis relacionadas à produtividade, tempo de processamento, nível de perdas, acuracidade dos estoques e desempenho logístico, fornecendo suporte à tomada de decisão estratégica. Dessa forma, o monitoramento contínuo dos KPIs possibilita identificar falhas operacionais, estabelecer metas de desempenho e implementar ações corretivas voltadas à melhoria contínua dos processos logísticos.

Diante desse cenário, observa-se que a armazenagem e a eficiência operacional assumem papel central na competitividade das cadeias agroindustriais contemporâneas. O crescimento da produção agrícola, aliado à necessidade de redução de perdas e aumento da eficiência logística, exige investimentos contínuos em infraestrutura, automação e gestão tecnológica das unidades armazenadoras. Assim, a armazenagem deixa de representar apenas uma etapa operacional da pós-colheita, passando a constituir elemento estratégico para sustentabilidade econômica e competitividade do agronegócio brasileiro.

2.4 Capacidade de armazenagem de grãos no Brasil e os desafios logísticos do agronegócio

A capacidade de armazenagem constitui um dos principais desafios estruturais do agronegócio brasileiro, especialmente diante do crescimento contínuo da produção nacional de grãos nas últimas décadas. Embora o Brasil tenha ampliado significativamente sua produtividade agrícola por meio da incorporação de tecnologias, mecanização e expansão das fronteiras agrícolas, a infraestrutura logística e de armazenagem não acompanhou o mesmo ritmo de crescimento da produção. Nesse contexto, o déficit de capacidade estática de armazenagem passou a representar um importante gargalo para a competitividade das cadeias agroindustriais brasileiras, impactando diretamente os custos logísticos, a eficiência operacional e a conservação da qualidade dos grãos (Silva *et al.*, 2024).

Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2025), o Brasil apresenta histórico déficit de armazenagem, caracterizado por elevada heterogeneidade regional na distribuição das estruturas armazenadoras. Esse cenário gera impactos significativos na comercialização agrícola, favorecendo perdas de oportunidades de mercado, aumento dos custos de transporte e maior vulnerabilidade logística durante os períodos de safra. A

insuficiência de estruturas adequadas de armazenagem intensifica problemas relacionados ao escoamento da produção, especialmente em regiões de elevada concentração agrícola (Borges; Porciuncula, 2020).

Além disso, a deficiência da infraestrutura armazenadora brasileira torna-se ainda mais preocupante diante do crescimento expressivo da produção de grãos observado nos últimos anos. Conforme Souza e Bastos (2025), a crise de armazenagem no Brasil decorre principalmente da expansão acelerada da produção agrícola sem a correspondente ampliação das estruturas logísticas e dos programas de financiamento voltados ao setor. Segundo o autor, embora existam políticas públicas e linhas de crédito destinadas à ampliação da capacidade estática, muitos produtores enfrentam dificuldades de acesso aos recursos financeiros necessários para investimentos em infraestrutura armazenadora.

A infraestrutura de armazenagem deve ser compreendida como elemento estratégico para a eficiência logística do agronegócio. Conforme Macêdo Neto *et al.* (2022), a gestão da armazenagem necessita ser tratada de forma integrada entre governo, setor privado e demais agentes da cadeia produtiva, considerando-se a relevância da logística para o fortalecimento da competitividade agrícola brasileira. Nesse sentido, a identificação dos gargalos estruturais e a definição de investimentos prioritários tornam-se fundamentais para otimização dos recursos disponíveis e melhoria da eficiência operacional do setor.

Do ponto de vista operacional, os sistemas de armazenagem variam conforme a estrutura física utilizada e as características dos produtos armazenados. Segundo a CNA (2025), a armazenagem pode ocorrer em estruturas convencionais destinadas a produtos ensacados ou em sistemas desenvolvidos especificamente para grãos a granel, como silos metálicos, armazéns graneleiros e estruturas herméticas. A escolha do sistema de armazenagem depende de fatores relacionados ao volume produzido, às características dos grãos, às condições logísticas e ao nível tecnológico das unidades armazenadoras.

Entretanto, a insuficiência de capacidade estática gera impactos que transcendem os limites das unidades armazenadoras, afetando toda a cadeia produtiva do agronegócio. Conforme Fatorelli (2025), a ausência de estruturas adequadas para recepção, secagem e armazenamento da produção agrícola pode ocasionar atrasos na colheita, aumento das perdas no campo e necessidade de comercialização dos produtos em períodos economicamente desfavoráveis. Além disso, o déficit de armazenagem contribui para a elevação do preço do frete rodoviário, formação de congestionamentos nos portos de exportação e sobrecarga das unidades processadoras durante os períodos de pico da safra.

Outro aspecto relevante refere-se à utilização de estruturas emergenciais e inadequadas para armazenamento de grãos, prática ainda observada em diversas regiões produtoras do país. Mesmo diante do avanço tecnológico do agronegócio brasileiro, ainda são identificadas situações de armazenamento improvisado, incluindo a manutenção de grãos a céu aberto, condição que compromete significativamente a qualidade dos produtos armazenados e amplia os riscos de perdas quantitativas e qualitativas. Esse cenário evidencia a necessidade de investimentos em infraestrutura moderna, automação e gestão eficiente das operações pós-colheita (Lacerda; 2023; Silva *et al.*, 2024).

Nesse contexto, a armazenagem passa a ocupar posição estratégica dentro das cadeias de suprimentos agroindustriais, não apenas como atividade operacional, mas como elemento fundamental para garantia da competitividade, sustentabilidade logística e eficiência econômica do agronegócio brasileiro. A ampliação da capacidade estática, associada à incorporação de tecnologias voltadas ao monitoramento, controle de qualidade e automação operacional, constitui fator essencial para redução de perdas pós-colheita, otimização da logística e fortalecimento da posição do Brasil no mercado global de commodities agrícolas (SEAPA, 2025).

2.5 Déficit de capacidade de armazenagem no Brasil e seus impactos logísticos no agronegócio

O crescimento da produção agrícola brasileira nas últimas décadas consolidou o país como uma das principais potências mundiais na produção e exportação de grãos. Esse avanço produtivo decorre da expansão das áreas cultivadas, da incorporação de tecnologias agrícolas, da mecanização intensiva e do uso crescente de sistemas digitais no campo. Contudo, a infraestrutura logística e a capacidade estática de armazenagem não acompanharam o mesmo ritmo de crescimento da produção, configurando um dos principais gargalos estruturais do agronegócio brasileiro. Estudos recentes apontam que o déficit de armazenagem compromete diretamente a eficiência logística, a qualidade dos grãos e a competitividade das cadeias agroindustriais nacionais.

Conforme Macêdo Neto *et al.* (2022), a relação entre produção agrícola e capacidade de armazenagem no Brasil evidencia forte descompasso estrutural, especialmente em estados com elevada concentração produtiva, o que amplia os riscos logísticos e as perdas pós-colheita. Da mesma forma, Baroni, Benedeti e Seidel (2017) destacam que o crescimento da produção

nacional de grãos tem superado a expansão da infraestrutura armazenadora, intensificando os desafios relacionados ao escoamento, conservação e comercialização da produção agrícola.

Segundo levantamento divulgado pelo Canal Rural (2026), com base em dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a capacidade estática de armazenagem de grãos no Brasil alcançou aproximadamente 221,8 milhões de toneladas em 2026. Entretanto, para a safra 2025/2026, estima-se que a produção nacional de grãos atinja aproximadamente 353,4 milhões de toneladas, resultando em déficit de armazenagem superior a 131 milhões de toneladas. Na prática, a infraestrutura disponível possui capacidade para armazenar apenas cerca de 62,8% da produção nacional, evidenciando um dos maiores desafios logísticos do agronegócio brasileiro contemporâneo.

O cenário demonstra que o ritmo de crescimento da produção agrícola tem superado de forma consistente a ampliação da capacidade estática de armazenagem. Embora o Brasil apresente sucessivos recordes de produtividade agrícola, impulsionados pela adoção de tecnologias e expansão das fronteiras agrícolas, os investimentos em infraestrutura pós-colheita permanecem insuficientes para atender à demanda crescente do setor. Conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2021), a ausência de investimentos proporcionais em armazenagem e logística intensifica gargalos estruturais, especialmente nas regiões de maior concentração produtiva.

Além disso, o déficit de armazenagem apresenta forte heterogeneidade regional, afetando principalmente estados de elevada produção agrícola, como Mato Grosso, Goiás e Bahia. Nessas regiões, a expansão acelerada da produção de grãos ampliou a pressão sobre as estruturas logísticas existentes, favorecendo o aumento do custo do frete, congestionamentos e utilização de estruturas improvisadas para armazenamento.

A Tabela 1 evidencia a relação entre o número de estabelecimentos armazenadores e a capacidade útil instalada nas diferentes unidades federativas brasileiras, demonstrando a disparidade entre a produção agrícola regional e a infraestrutura disponível para armazenamento. Tal cenário reforça a persistência do déficit estrutural de armazenagem no país e sua distribuição desigual entre as regiões produtoras.

Tabela 1 - Número de estabelecimentos e capacidade útil instalada, por tipo, segundo as Unidades da Federação - Brasil - 1º semestre 2025

UF	Numero de Estabelecimentos	Capacidade (t)				
		Total	Convencional (1)	Graneleiro	Silo	
BRASIL	9.624	231.143.370	23.771.546	84.185.649	123.186.175	
RO	177	2.891.655	322.645	626.258	1.942.752	
AC	23	96.720	12.900	0	83.820	
AM	8	452.225	10.080	396.368	45.777	
RR	19	374.340	12.200	0	362.140	
PA	109	3.115.480	147.446	782.450	2.185.584	
AP	10	228.836	54.168	28.668	146.000	
TO	204	4.441.767	324.882	1.184.700	2.932.185	
MA	95	3.312.630	58.010	1.820.000	1.434.620	
PI	123	3.784.840	281.353	1.278.582	2.224.905	
CE	70	948.994	531.567	52.758	364.669	
RN	11	59.062	59.062	0	0	
PB	14	318.401	89.761	11.380	217.260	
PE	27	401.422	148.173	4.609	248.640	
AL	9	77.329	16.829	19.800	40.700	
SE	8	90.452	31.012	13.440	46.000	
BA	167	5.561.798	519.686	2.171.495	2.870.617	
MG	467	9.713.475	3.911.803	2.119.163	3.682.509	
ES	86	1.365.166	719.402	508.000	137.764	
RJ	10	137.996	5.778	11.653	120.565	
SP	665	12.655.051	2.898.859	2.968.098	6.788.094	
3º	PR	1.382	35.907.475	4.878.860	10.557.861	20.470.754
	SC	353	6.566.280	467.080	1.111.774	4.987.426
1º	RS	2.454	38.722.819	2.983.321	8.217.307	27.522.191
	MS	593	14.380.635	685.717	4.243.118	9.451.800
2º	MT	1.787	62.983.691	2.692.193	36.470.987	23.820.511
	GO	735	22.121.415	1.654.663	9.549.180	10.917.572
	DF	18	433.420	254.100	38.000	141.320

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Agropecuárias, Pesquisa de Estoques, 1º semestre de 2025.
Nota: (1) A capacidade dos armazéns convencionais, estruturais e infláveis foi convertida na proporção de 0,6t/m³

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Agropecuárias, Pesquisa de Estoques, 1º semestre de 2025.

*Nota: (1) A capacidade dos armazéns convencionais, estruturais e infláveis foi convertida na proporção de 0,6t/m³

A infraestrutura de armazenagem desempenha papel estratégico para a eficiência logística do agronegócio, contribuindo para a estabilidade dos preços agrícolas, redução de perdas pós-colheita e manutenção da qualidade dos grãos armazenados. Entretanto, a insuficiência de estruturas adequadas compromete diferentes etapas da cadeia produtiva, desde a colheita até a comercialização final. Segundo a CONAB (2026), a limitação da capacidade estática obriga muitos produtores a comercializarem imediatamente sua produção após a colheita, em períodos frequentemente desfavoráveis do ponto de vista mercadológico, reduzindo as possibilidades de negociação e impactando negativamente a rentabilidade das propriedades rurais.

Nesse contexto, cresce entre os produtores rurais o reconhecimento da importância estratégica da armazenagem dentro das propriedades agrícolas. Conforme destaca Stelito dos

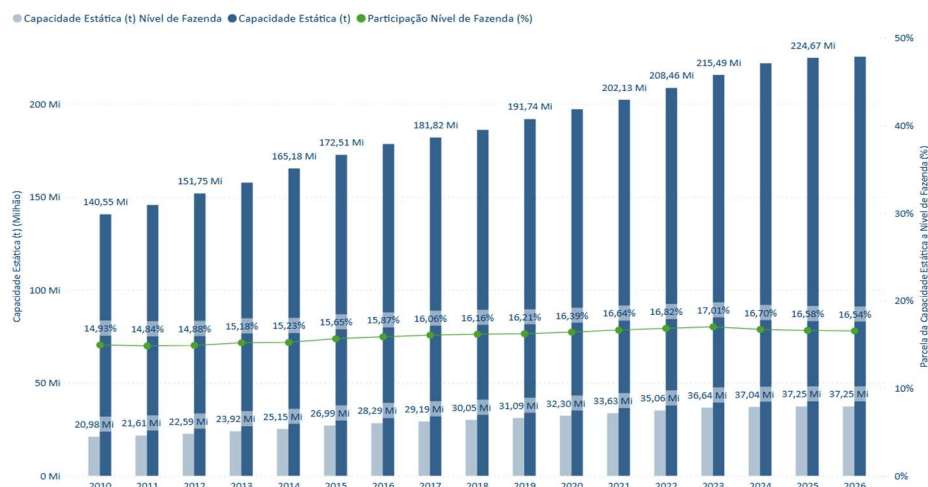
Reis Neto, superintendente de Armazenagem da CONAB, a disponibilidade de estruturas próprias de armazenamento proporciona maior autonomia ao produtor na gestão da comercialização agrícola, permitindo armazenar parte da produção e aguardar períodos mais favoráveis para a venda dos grãos (CONAB, 2026).

Além de contribuir para melhores resultados econômicos, essa prática reduz a dependência de estruturas terceirizadas e minimiza perdas logísticas durante os períodos de pico da safra. Os impactos do déficit de armazenagem também atingem diretamente a qualidade dos grãos armazenados. A ausência de estruturas adequadas favorece o armazenamento improvisado e aumenta os riscos de deterioração, contaminação, proliferação de fungos e perdas quantitativas e qualitativas dos produtos agrícolas. Dessa forma, a insuficiência da capacidade estática compromete não apenas a eficiência logística, mas também a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional de commodities agrícolas.

Segundo dados da CONAB (2026), embora a capacidade de armazenagem brasileira venha apresentando crescimento gradual ao longo dos últimos anos, sua evolução permanece inferior ao avanço da produção agrícola nacional.

O Gráfico 1, a seguir, demonstra que, mesmo diante do aumento da capacidade estática instalada, as projeções relacionadas à produção de grãos continuam superando significativamente a infraestrutura disponível para armazenamento no Brasil. Esse cenário evidencia a necessidade de ampliação das estruturas armazenadoras, modernização logística e incorporação de tecnologias voltadas ao monitoramento, automação e gestão eficiente das operações pós-colheita.

Gráfico 1 - Capacidade de armazenagem de grãos no Brasil



As informações apresentadas são resultados das ações de cadastramento e censo promovidos pela Conab para atualização do Sistema de Cadastro Nacional de Unidades Armazenadoras (Sicarm).

Fonte: CONAB (2026)

Dessa forma, o déficit de capacidade de armazenagem configura-se como um dos principais desafios estruturais do agronegócio brasileiro contemporâneo. A ampliação e modernização das unidades armazenadoras tornam-se fundamentais para assegurar maior eficiência logística, redução de perdas pós-colheita, preservação da qualidade dos grãos e fortalecimento da competitividade do Brasil no mercado global de commodities agrícolas.

2.6 Tipos de estruturas de armazenagem de grãos e suas características operacionais

A escolha das estruturas de armazenagem representa uma etapa estratégica para a eficiência logística e operacional das cadeias agroindustriais, influenciando diretamente a conservação da qualidade dos grãos, a redução de perdas pós-colheita e a viabilidade econômica das unidades armazenadoras. O sistema de armazenamento adotado deve considerar fatores relacionados ao volume de produção, período de estocagem, características físicas dos grãos, custos operacionais, condições logísticas e nível tecnológico da unidade armazenadora.

Conforme ressaltam Lacerda Filho, Silva e Rezende (2008), a definição adequada da estrutura de armazenagem constitui fator essencial para garantir eficiência no controle de temperatura, umidade e ventilação, aspectos fundamentais para preservação da qualidade dos produtos agrícolas armazenados.

De modo geral, os sistemas de armazenagem de grãos podem ser classificados em armazenamento convencional, destinado a produtos ensacados, e armazenamento a granel, realizado em estruturas específicas para deposição direta dos grãos sem embalagens. Segundo o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR, 2022), o armazenamento a granel tornou-se predominante no agronegócio moderno devido à sua maior eficiência operacional, capacidade de movimentação mecanizada e redução dos custos logísticos associados às operações de carga, descarga e expedição dos produtos agrícolas. Nesse contexto, os silos constituem as principais estruturas utilizadas para armazenagem de grãos em larga escala.

Conforme Kock (2018), os silos são estruturas projetadas especificamente para armazenamento de produtos granulares, podendo ser construídos em aço, concreto ou outros materiais estruturais, de acordo com a finalidade operacional e a capacidade de armazenamento desejada. Essas estruturas apresentam elevada importância no contexto da pós-colheita, pois permitem maior controle das condições internas de armazenagem, especialmente em relação à temperatura, ventilação e umidade relativa da massa de grãos.

Entre os diferentes modelos existentes, os silos metálicos destacam-se pela ampla utilização no agronegócio brasileiro. Segundo Lacerda Filho, Silva e Rezende (2008), os silos

metálicos apresentam vantagens relacionadas à facilidade de montagem, manutenção e ampliação da capacidade estática, além de permitirem elevada mecanização das operações logísticas. Geralmente, essas estruturas são equipadas com sistemas automatizados de aeração, termometria e controle fitossanitário, fundamentais para a conservação da qualidade dos grãos durante períodos prolongados de armazenamento.

Além dos silos metálicos, os silos de concreto também são amplamente utilizados, especialmente em operações que exigem maior estabilidade térmica e elevada durabilidade estrutural. Conforme AgroBayer (2022), os silos verticais de concreto apresentam paredes mais espessas, favorecendo menor troca térmica com o ambiente externo e proporcionando melhores condições de conservação da massa de grãos por longos períodos. Entretanto, essas estruturas demandam investimentos iniciais mais elevados e maiores custos de manutenção quando comparadas aos silos metálicos.

Os silos verticais constituem uma das principais categorias de estruturas de armazenagem utilizadas no agronegócio contemporâneo. Essas estruturas caracterizam-se pelo armazenamento da massa de grãos em sentido vertical, permitindo maior aproveitamento da área física e melhor controle operacional.

Segundo Agrobayer (2023), os silos verticais apresentam elevada eficiência na conservação dos produtos armazenados devido à redução das trocas de ar entre o ambiente externo e o interior da estrutura, contribuindo para maior estabilidade térmica e redução da proliferação de fungos e pragas. A Figura 3 apresenta um modelo de silo vertical de fundo plano utilizado para armazenamento de grãos a granel, evidenciando a estrutura amplamente empregada nas unidades armazenadoras brasileiras.

Figura 3 - Silo vertical de fundo plano para armazenamento de grãos a granel



Fonte: Pagé (2026)

Outro modelo amplamente utilizado corresponde aos silos horizontais, também conhecidos como armazéns graneleiros. Essas estruturas caracterizam-se pelo formato alongado e baixa altura, sendo construídas geralmente ao nível do solo. Conforme Eplan Projetos (2025), os silos horizontais proporcionam facilidade de carregamento e descarregamento dos grãos, favorecendo elevada eficiência operacional em unidades armazenadoras localizadas em fazendas, cooperativas e agroindústrias. Além disso, apresentam elevada capacidade estática, podendo armazenar centenas ou até milhares de toneladas de grãos. A Figura 4 apresenta um modelo de silo horizontal do tipo graneleiro utilizado para armazenamento de produtos a granel.

Figura 4 - Silo Horizontal – graneleiro utilizado para armazenamento de grãos a granel



Fonte: Eplan Projeto (2025)

Os armazéns graneleiros representam alternativa amplamente empregada em sistemas de armazenamento horizontal. Segundo o SENAR (2022), essas estruturas permitem o armazenamento de grandes volumes de grãos a granel em ambientes fechados, favorecendo maior flexibilidade operacional e facilidade de acesso à massa armazenada. Além disso, os armazéns horizontais apresentam construção relativamente simples e custos inferiores quando comparados a determinadas estruturas verticais de elevada capacidade.

Outra estrutura relevante no contexto contemporâneo da armazenagem agrícola corresponde aos silos bolsa, também conhecidos como *silo bag*. Segundo Stracke (2015), os silos bolsa consistem em grandes sacos de polietileno utilizados para armazenamento

temporário de grãos diretamente no campo, constituindo alternativa operacional para períodos de elevada intensidade de colheita ou insuficiência da capacidade estática convencional. Essas estruturas apresentam vantagens relacionadas à facilidade de instalação, flexibilidade operacional e menor investimento inicial quando comparadas aos sistemas tradicionais de armazenagem.

De acordo com o SENAR (2022), os silos bolsa tornaram-se amplamente utilizados em regiões de elevada produção agrícola devido à praticidade operacional e à possibilidade de expansão temporária da capacidade de armazenamento durante os períodos de pico da safra. Entretanto, essas estruturas exigem rigoroso controle quanto à vedação, integridade física e monitoramento das condições ambientais, uma vez que danos ao material plástico podem comprometer significativamente a qualidade dos grãos armazenados.

A escolha da estrutura de armazenagem mais adequada depende de diferentes critérios técnicos, econômicos e logísticos. Conforme Aliari (2021), fatores como volume de produção, tempo de armazenagem, tipo de grão, finalidade do armazenamento, infraestrutura logística disponível e necessidade de tecnologias de monitoramento devem ser considerados no processo decisório. Além disso, aspectos relacionados à segurança operacional, controle de pragas, ventilação e manutenção da qualidade da massa de grãos também exercem influência significativa sobre a definição do sistema de armazenamento mais apropriado.

2.7 Gestão, eficiência operacional e tecnologias aplicadas às unidades armazenadoras

A gestão eficiente das organizações contemporâneas está diretamente associada à capacidade de coordenar recursos, processos, informações e tecnologias de forma integrada e estratégica. No contexto do agronegócio, especialmente nas operações de armazenagem e pós-colheita, a eficiência gerencial tornou-se elemento fundamental para garantir competitividade, redução de perdas e otimização dos processos logísticos.

Conforme destaca Dias (2023), o desempenho organizacional está relacionado à habilidade das empresas em reunir, transmitir, interpretar e utilizar informações de maneira rápida e eficiente, permitindo maior controle operacional e melhor capacidade de tomada de decisão. Nesse sentido, a gestão da informação passou a exercer papel estratégico na administração das cadeias agroindustriais contemporâneas.





A crescente complexidade das operações logísticas e armazenadoras exige modelos de gestão orientados pela eficiência operacional e pela utilização racional dos recursos disponíveis. Segundo Veronese (2026), a eficiência pode ser compreendida como um conceito associado ao

desempenho organizacional, sendo mensurada por meio de indicadores capazes de avaliar a relação entre recursos empregados e resultados obtidos. Dessa forma, a eficiência operacional está diretamente vinculada à capacidade de maximizar resultados com o menor nível possível de desperdícios, tempo e custos operacionais.

Além da eficiência, deve-se considerar o impacto organizacional como importante dimensão na avaliação do desempenho dos processos. Conforme Veronese (2026), a análise da eficiência deve considerar não apenas os resultados quantitativos alcançados, mas também os efeitos gerados sobre a produtividade, a qualidade operacional e a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Nesse contexto, os indicadores de desempenho assumem papel estratégico na gestão empresarial, permitindo monitorar processos, identificar falhas operacionais e subsidiar a tomada de decisão baseada em evidências.

A Figura 5 apresenta a relação entre eficiência, desperdício, valor e produtividade nos processos organizacionais, demonstrando que a eficiência operacional está associada à capacidade de gerar maior valor agregado com menor consumo de recursos. A análise dos indicadores permite identificar os caminhos mais adequados para otimização dos processos, contribuindo para o alcance de resultados mais satisfatórios em termos de produtividade e desempenho organizacional.

Figura 5 - Relação entre os conceitos de desempenho dos processos. Eficiência versus desperdício versus valor versus produtividade

Característica	Eficiência	Desperdício	Adição de Valor	Produtividade
 Definição	Relação Esforço/Resultado	Usando mais recursos do que o necessário	Operações relacionadas à criação de produtos	Recurso utilizado/ Resultado obtido
 Foco	Minimizar esforço para resultados	Consumo desnecessário de recursos	Contribuindo diretamente para o produto	Maximizar a produção com recursos
 Impacto	Processo mais eficiente	Oposto da adição de valor	Maximiza o valor para o cliente	Medidas de eficiência do processo
 Medição	Princípio do esforço versus resultado	Recursos utilizados sem objetivo	Operações transformando materiais	Produtos/serviços por unidade de recursos

Fonte: Veronese (2026, p.72).

Sob essa perspectiva, a eficiência operacional pode ser compreendida como a relação entre esforço e resultado. Conforme Veronese (2026), quanto menor o esforço necessário para obtenção de determinado resultado, maior será o nível de eficiência do processo. O esforço, nesse contexto, pode ser mensurado em diferentes dimensões, como tempo, mão de obra, recursos financeiros, materiais, energia e informações. Em contrapartida, o desperdício representa a antítese da eficiência, caracterizando-se pela utilização inadequada ou excessiva de recursos sem geração proporcional de valor agregado.

No contexto das unidades armazenadoras, a eficiência operacional está diretamente relacionada à capacidade de controlar processos logísticos, minimizar perdas pós-colheita e assegurar a qualidade dos grãos armazenados. Conforme Macêdo Neto *et al.* (2022), os sistemas de armazenagem modernos dependem de práticas gerenciais integradas e do uso de tecnologias capazes de otimizar operações relacionadas ao recebimento, secagem, movimentação, monitoramento e expedição dos produtos agrícolas. A adoção de sistemas informatizados de gestão, sensores inteligentes e tecnologias de automação contribui significativamente para o aumento da precisão operacional e da eficiência logística nas unidades armazenadoras.

A incorporação de tecnologias digitais na gestão das unidades armazenadoras também está associada ao conceito de Agricultura 4.0, caracterizado pelo uso intensivo de sistemas inteligentes, internet das coisas (*Internet of Things – IoT*), sensores, inteligência artificial e análise de dados em tempo real. Segundo Klerkx, Jakku e Labarthe (2019), as transformações digitais no agronegócio vêm promovendo mudanças significativas na gestão das cadeias produtivas, ampliando a capacidade de monitoramento e controle dos processos agrícolas e logísticos. No caso da armazenagem, essas tecnologias permitem acompanhar variáveis relacionadas à temperatura, umidade, ventilação e condições fitossanitárias da massa de grãos, reduzindo riscos de deterioração e perdas quantitativas e qualitativas.

Além disso, os sistemas de gestão aplicados à armazenagem possibilitam maior integração entre os diferentes setores das organizações agroindustriais. Conforme Bezerra (2025), a utilização de sistemas de gerenciamento de armazéns (*Warehouse Management Systems – WMS*) contribui para melhoria da acuracidade dos estoques, rastreabilidade dos produtos e otimização das operações logísticas. Esses sistemas permitem maior controle das atividades operacionais, favorecendo a redução de falhas humanas e o aumento da produtividade nas unidades armazenadoras.

A eficiência operacional também depende da disponibilidade e da utilização adequada dos recursos organizacionais. Dessa forma, a capacidade das empresas em investir em infraestrutura, qualificação técnica e tecnologias de monitoramento influencia diretamente o

desempenho das operações armazenadoras. No agronegócio contemporâneo, a gestão eficiente deixou de representar apenas vantagem competitiva, passando a constituir requisito essencial para sustentabilidade econômica e operacional das organizações.

2.8 A Convergência com a Indústria 4.0: Tecnologias Habilitadoras

A transformação digital promovida pela chamada Indústria 4.0 tem provocado mudanças significativas nos modelos de gestão organizacional e nos processos produtivos contemporâneos. Nesse contexto, a gestão 4.0 caracteriza-se pela integração entre tecnologias digitais, automação, sistemas inteligentes e gestão estratégica da informação, redefinindo a forma como empresas organizam seus processos, pessoas e operações.

Conforme Garcia (2021), a gestão 4.0 emergiu a partir da intensificação da revolução tecnológica, promovendo novas perspectivas de integração organizacional e impulsionando modelos gerenciais fundamentados em conectividade, automação e inteligência operacional. Assim, os sistemas autônomos inteligentes passaram a assumir papel central na busca por maior eficiência, agilidade e competitividade organizacional.

O conceito de Indústria 4.0 surgiu oficialmente na Alemanha em 2011, sendo associado às estratégias de fortalecimento industrial diante da crescente competitividade global. Segundo Moraes (2022), a quarta revolução industrial representa um novo paradigma produtivo baseado na integração entre sistemas físicos e digitais, impulsionado pela necessidade de modernização tecnológica das estruturas industriais. Diferentemente das revoluções industriais anteriores, a Indústria 4.0 caracteriza-se pela conectividade entre equipamentos, sensores, sistemas computacionais e plataformas digitais, permitindo maior automação, monitoramento em tempo real e tomada de decisão baseada em dados.

A evolução tecnológica que fundamenta a Indústria 4.0 possui relação direta com o avanço da automação industrial ao longo das últimas décadas. Conforme Almeida (2019), o desenvolvimento dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), na década de 1960, representou um marco para os sistemas automatizados de manufatura, possibilitando o processamento de sinais oriundos de sensores e a automação de máquinas industriais por meio de atuadores eletroeletrônicos, pneumáticos e hidráulicos. A partir dessa inovação, os processos industriais passaram a apresentar maior precisão operacional, redução de falhas humanas e aumento da produtividade.

Nesse sentido, a trajetória histórica da evolução tecnológica demonstra que os avanços em automação, eletrônica e sistemas inteligentes contribuíram significativamente para

transformação dos processos produtivos e gerenciais. A incorporação de tecnologias digitais promoveu maior fluidez operacional, dinamismo organizacional e integração entre diferentes setores produtivos, favorecendo modelos de gestão mais eficientes e orientados por dados.

No agronegócio, as tecnologias associadas à Indústria 4.0 passaram a desempenhar papel estratégico não apenas nas atividades produtivas “dentro da porteira”, mas também nos processos logísticos e pós-colheita. Segundo a Broto Notícias (2022), as inovações tecnológicas vêm contribuindo significativamente para otimização do desempenho operacional no campo, abrangendo desde os sistemas produtivos até a gestão das unidades armazenadoras.

No contexto da armazenagem de grãos, a utilização dessas tecnologias busca garantir maior eficiência operacional e preservação das características físico-químicas dos produtos armazenados por períodos mais prolongados (Santos; Carvalho, 2025).

A consolidação de tecnologias digitais vem redefinindo os modelos de gestão das cadeias agroindustriais contemporâneas. Conforme Lucena (2025), tecnologias como Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data, *blockchain* e robótica deixaram de representar apenas tendências tecnológicas, passando a constituir elementos essenciais para assegurar rastreabilidade, eficiência operacional e competitividade organizacional. Essas tecnologias permitem maior capacidade de monitoramento, integração de processos e tomada de decisão em tempo real, fortalecendo a gestão inteligente das unidades armazenadoras e das cadeias logísticas do agronegócio.

Nesse contexto, observa-se que a convergência entre automação, sistemas inteligentes e tecnologias digitais está promovendo profundas transformações na gestão das operações agrícolas e logísticas. A incorporação dessas tecnologias favorece maior eficiência operacional, redução de desperdícios, controle da qualidade dos produtos armazenados e fortalecimento da competitividade das organizações agroindustriais, consolidando a Indústria 4.0 como um dos principais paradigmas tecnológicos do agronegócio destacando:

2.8.1 Automação e Robótica

A incorporação de tecnologias de automação e robótica tem promovido profundas transformações nos processos produtivos e logísticos das organizações contemporâneas, especialmente no contexto da Indústria 4.0. No agronegócio, essas tecnologias passaram a exercer papel estratégico na otimização operacional, no aumento da produtividade e na redução de falhas humanas, contribuindo diretamente para a eficiência das cadeias agroindustriais.

Conforme destaca Lira (2024), a automação industrial tornou-se elemento indispensável para garantir segurança operacional, competitividade e sustentabilidade organizacional em ambientes produtivos cada vez mais dinâmicos e tecnologicamente integrados. Empresas automatizadas apresentam maior capacidade de expansão operacional, maior controle sobre os processos e melhor desempenho em diferentes áreas de aplicação.

A evolução dos sistemas automatizados está diretamente relacionada ao avanço das tecnologias digitais e à integração entre equipamentos, sensores e sistemas inteligentes. Segundo Indugel (2023), a robótica e a automação vêm sendo amplamente aplicadas na agroindústria, incluindo operações relacionadas à armazenagem, movimentação e conservação de grãos. A utilização de sistemas automatizados possibilita maior eficiência na execução das atividades operacionais, além de favorecer o monitoramento contínuo das condições de armazenamento e a redução de perdas pós-colheita.

Nesse cenário, a logística contemporânea passou a assumir características cada vez mais preditivas, responsivas e resilientes. Conforme Vazquez, Silva e Sousa (2024), a convergência tecnológica redefiniu a dinâmica operacional das organizações ao possibilitar análises preditivas, automação de decisões e integração entre as diferentes etapas produtivas e logísticas. Essa transformação evidencia que as unidades armazenadoras deixaram de atuar exclusivamente como espaços físicos de estocagem, passando a constituir ambientes inteligentes capazes de monitorar informações em tempo real e responder dinamicamente às condições operacionais.

De acordo com Lucena (2025), o cenário digital contemporâneo consolidou tecnologias que anteriormente eram vistas apenas como tendências futuras, tornando-as essenciais para a competitividade organizacional. No caso das unidades armazenadoras de grãos, a automação permite que processos relacionados ao recebimento, secagem, movimentação, monitoramento e expedição sejam executados com maior precisão e eficiência operacional. Dessa forma, os armazéns modernos passam a ser compreendidos como sistemas inteligentes integrados, capazes de otimizar recursos, reduzir desperdícios e aumentar a produtividade das operações logísticas.

2.8.2 Inteligência Artificial e Big Data

A utilização de Inteligência Artificial (IA) e Big Data representa um dos principais pilares da transformação digital associada à Indústria 4.0 e à modernização das cadeias logísticas contemporâneas. Essas tecnologias vêm ampliando significativamente a capacidade

das organizações de coletar, processar, interpretar e utilizar grandes volumes de dados para subsidiar decisões estratégicas e operacionais.

Conforme Vazquez *et al.* (2024), o termo Big Data refere-se ao grande volume de dados gerados continuamente pelas operações organizacionais, os quais podem ser estruturados e analisados com o objetivo de aprimorar processos gerenciais e fortalecer a tomada de decisão baseada em dados.

Segundo Morais *et al.* (2018), o Big Data corresponde a conjuntos de dados extremamente amplos e complexos, exigindo ferramentas específicas capazes de processar informações estruturadas e não estruturadas em elevada velocidade. A utilização dessas tecnologias permite identificar padrões, tendências e comportamentos operacionais que dificilmente seriam percebidos por métodos tradicionais de análise. Nesse contexto, o processamento inteligente de dados tornou-se um diferencial competitivo para organizações inseridas em ambientes altamente dinâmicos e tecnologicamente integrados.

No contexto das unidades armazenadoras de grãos, a associação entre Inteligência Artificial e Big Data favorece o desenvolvimento de sistemas preditivos e automatizados voltados ao monitoramento das operações pós-colheita. Conforme Santos (2021), a utilização de Big Data permite transformar grandes volumes de informações em conhecimento estratégico, contribuindo para otimização dos processos operacionais e aumento da eficiência organizacional. A análise contínua de dados relacionados à temperatura, umidade, movimentação e qualidade dos grãos armazenados possibilita maior controle operacional e redução de perdas quantitativas e qualitativas.

Além disso, a literatura recente evidencia que a Inteligência Artificial, incluindo sistemas de Inteligência Artificial Generativa (*Generative Artificial Intelligence* – GenAI), vem promovendo profundas transformações na logística global. Segundo relatório da DHL (2024), a IA aplicada às operações logísticas possibilita geração de insights em tempo real, automação de decisões e desenvolvimento de operações mais inteligentes, integradas e eficientes. Nesse sentido, a capacidade de transformar dados brutos em informações acionáveis representa um dos principais diferenciais entre os modelos tradicionais de armazenagem e os sistemas inteligentes associados ao conceito de Armazém 4.0.

2.8.3 Internet das Coisas (IoT) aplicada à armazenagem de grãos

A Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) consolidou-se como uma das principais tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, permitindo a integração entre dispositivos físicos,

sensores, equipamentos e sistemas computacionais por meio da internet. Conforme Morais *et al.* (2018), a IoT corresponde à capacidade de conexão entre objetos e sistemas digitais, possibilitando comunicação automática e troca contínua de informações em tempo real. Essa conectividade amplia significativamente a capacidade de monitoramento, automação e controle dos processos organizacionais.

Segundo Alecrim (2017), o conceito de Internet das Coisas está relacionado à ideia de que diferentes dispositivos e equipamentos podem estar permanentemente conectados à internet, permitindo interação automática entre sistemas e maior praticidade nas atividades cotidianas. No ambiente industrial e agroindustrial, essa tecnologia favorece a construção de sistemas inteligentes capazes de coletar dados, interpretar informações e executar ações automatizadas de forma autônoma.

No contexto das unidades armazenadoras de grãos, a utilização da IoT possibilita o monitoramento contínuo das condições ambientais e operacionais dos silos e armazéns. Conforme Morais *et al.* (2018), sensores e atuadores conectados permitem coleta automatizada de dados relacionados à temperatura, umidade, luminosidade e movimentação dos grãos, favorecendo maior controle das condições de armazenamento e permitindo respostas rápidas diante de possíveis irregularidades operacionais.

Vazquez *et al.* (2024) destacam que a utilização do termo “Internet” no conceito de Internet das Coisas evidencia justamente a capacidade de comunicação contínua entre dispositivos e sistemas, semelhante à dinâmica observada na web contemporânea, em que informações interagem entre si de maneira automática e integrada. Essa conectividade permite maior integração entre os diferentes processos produtivos e logísticos do agronegócio, fortalecendo a eficiência operacional e a rastreabilidade das operações pós-colheita.

Nesse cenário, o agronegócio brasileiro tem incorporado soluções tecnológicas cada vez mais avançadas não apenas nos sistemas produtivos “dentro da porteira”, mas também nas etapas de pós-colheita e armazenagem. Segundo DHW (2023), as soluções baseadas em IoT estão presentes nas operações de armazenagem de grãos por meio do monitoramento em tempo real do nível de ocupação dos silos, temperatura, umidade e luminosidade interna das estruturas armazenadoras. Essas tecnologias permitem maior precisão operacional, redução de perdas e melhoria da qualidade dos produtos armazenados.

2.9 Desafios e tendências futuras na armazenagem de grãos: transformação digital, sustentabilidade e logística verde

O avanço das tecnologias associadas à Indústria 4.0 vem promovendo profundas transformações nas operações logísticas e nos sistemas de armazenagem do agronegócio contemporâneo. Entretanto, apesar dos benefícios relacionados à automação, integração de dados e aumento da eficiência operacional, a implementação dessas tecnologias ainda enfrenta desafios estruturais, econômicos e gerenciais, especialmente em pequenas e médias empresas agroindustriais.

Conforme Santos (2025), um dos principais obstáculos para adoção de tecnologias digitais nas unidades armazenadoras corresponde ao elevado custo inicial de investimento, aliado à complexidade de integração entre os novos sistemas inteligentes e as infraestruturas tecnológicas já existentes nas organizações. Essa limitação reduz a velocidade de modernização das operações e amplia as desigualdades tecnológicas entre diferentes segmentos do setor agroindustrial.

Além das barreiras econômicas, a transformação digital das cadeias logísticas intensificou a necessidade de fortalecimento da segurança cibernética nas operações armazenadoras. Segundo a Getac (2025), a crescente interconexão entre sistemas, sensores, dispositivos IoT (*Internet of Things*) e plataformas em nuvem ampliou significativamente a vulnerabilidade das unidades armazenadoras a ataques cibernéticos e falhas de segurança digital. Nesse contexto, a implementação de protocolos robustos de proteção de dados, monitoramento contínuo e sistemas de segurança da informação tornou-se requisito essencial para assegurar a confiabilidade operacional das estruturas logísticas contemporâneas.

Outro desafio relevante está relacionado à dependência tecnológica e à necessidade de conectividade estável para funcionamento adequado dos sistemas digitais. Conforme a Siacon (2025), sistemas integralmente dependentes de conexão à internet tornam-se vulneráveis a oscilações de rede e falhas de comunicação, situação que pode comprometer o funcionamento das operações logísticas e até mesmo provocar paralisações temporárias das atividades armazenadoras. Em unidades armazenadoras altamente automatizadas, pequenas instabilidades nos sistemas de comunicação podem afetar significativamente processos relacionados ao monitoramento, rastreabilidade e controle operacional dos grãos armazenados.

Paralelamente aos desafios tecnológicos, observa-se crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental nas cadeias agroindustriais e nos sistemas logísticos de armazenagem. A integração entre eficiência operacional e sustentabilidade passou a representar

uma das principais tendências da gestão contemporânea, especialmente diante das exigências ambientais e das mudanças nas demandas dos mercados consumidores.

Segundo estudos publicados pela plataforma OJS (2025), a chamada Logística Verde busca minimizar os impactos ambientais associados às operações de transporte, armazenagem e distribuição, promovendo maior racionalização do consumo energético, redução de resíduos e diminuição das emissões de gases de efeito estufa.

No contexto das unidades armazenadoras, as práticas relacionadas à sustentabilidade incluem a utilização de sistemas inteligentes de iluminação, tecnologias de refrigeração mais eficientes, otimização de rotas logísticas e adoção de estruturas energeticamente mais sustentáveis. Dessa forma, a sustentabilidade deixa de ser compreendida apenas como obrigação ambiental ou custo adicional, passando a constituir fator estratégico para aumento da eficiência operacional, fortalecimento da imagem corporativa e ampliação da competitividade organizacional.

A preocupação com o uso sustentável dos recursos naturais também se tornou elemento central na gestão do agronegócio contemporâneo. Conforme Gazzoni (2013), o desenvolvimento sustentável pressupõe a utilização racional dos recursos naturais de forma a atender às necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprirem suas próprias demandas. Nesse sentido, as atividades agroindustriais necessitam incorporar práticas gerenciais e tecnológicas capazes de equilibrar crescimento econômico, responsabilidade ambiental e sustentabilidade produtiva.

No agronegócio, as questões ambientais passaram a exercer influência direta sobre os modelos de gestão empresarial e sobre a competitividade das organizações. Segundo Batalha (2021), os aspectos ambientais tornaram-se elementos indissociáveis das estratégias gerenciais contemporâneas, especialmente em setores fortemente dependentes dos recursos naturais, como o agronegócio. A relação direta entre atividades biológicas, produção agrícola e meio ambiente exige que as organizações incorporem práticas sustentáveis em seus processos produtivos e logísticos.

Além disso, Batalha (2021) destaca que temas relacionados à gestão dos recursos hídricos, emissão de gases de efeito estufa, certificação ambiental, manejo sustentável e gestão de riscos ambientais passaram a integrar de maneira permanente as agendas estratégicas das empresas agroindustriais. Nesse contexto, a sustentabilidade ambiental deixou de representar diferencial competitivo opcional, passando a constituir condição essencial para sobrevivência organizacional e manutenção da competitividade no longo prazo.

Diante desse cenário, observa-se que as unidades armazenadoras de grãos encontram-se inseridas em um processo contínuo de transformação tecnológica e adaptação às novas exigências ambientais e logísticas. A convergência entre automação, inteligência artificial, sustentabilidade e logística verde tende a redefinir os modelos de gestão das operações pós-colheita, promovendo sistemas mais inteligentes, resilientes e ambientalmente sustentáveis. Assim, o futuro da armazenagem de grãos está diretamente relacionado à capacidade das organizações de integrar inovação tecnológica, eficiência operacional e responsabilidade ambiental em suas estratégias de gestão.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o Protocolo CAAE nº 89052125.3.0000.0036, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, assegurando os princípios éticos relacionados à voluntariedade, confidencialidade, anonimato e autonomia dos participantes envolvidos na investigação.

A estrutura metodológica deste estudo foi delineada com o objetivo de responder ao problema de pesquisa relacionado à identificação das tecnologias utilizadas nas unidades armazenadoras de grãos do município de Rio Verde (GO), bem como à compreensão da percepção dos gestores acerca da eficiência operacional e da aplicabilidade dessas tecnologias nos processos de armazenagem. Para tanto, adotou-se um percurso metodológico fundamentado no rigor científico e na aplicabilidade prática exigida pelos programas de Mestrado Profissional, integrando procedimentos quantitativos e qualitativos voltados à compreensão abrangente do fenômeno investigado.

3.1 Natureza e abordagem da pesquisa

Quanto à natureza, a pesquisa classifica-se como aplicada, uma vez que busca gerar conhecimentos direcionados à solução de problemas específicos relacionados à gestão da armazenagem de grãos e à eficiência operacional das unidades armazenadoras. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa aplicada possui como finalidade produzir conhecimentos voltados à resolução de problemas concretos da realidade social e organizacional. De forma complementar, Matias-Pereira (2016) destaca que pesquisas aplicadas possuem forte direcionamento prático, buscando contribuir para melhoria dos processos e tomada de decisão nas organizações. Nesse contexto, a presente investigação busca compreender a realidade operacional das unidades armazenadoras e propor reflexões voltadas à modernização da gestão pós-colheita no agronegócio.

Quanto à abordagem metodológica, o estudo caracteriza-se como quali-quantitativo, integrando procedimentos de natureza qualitativa e quantitativa de forma complementar. Conforme Creswell e Creswell (2021), os métodos mistos possibilitam maior profundidade analítica ao combinar mensuração estatística com interpretação contextual dos fenômenos investigados. A vertente quantitativa manifestou-se por meio da coleta de dados estruturados relacionados às tecnologias presentes nas unidades armazenadoras, permitindo identificar

padrões, frequência de utilização e características operacionais das estruturas analisadas. Já a vertente qualitativa possibilitou compreender as percepções, experiências e interpretações dos gestores em relação às tecnologias adotadas, aos desafios operacionais e às barreiras associadas à inovação tecnológica.

A utilização da abordagem qualitativa justifica-se pela necessidade de interpretar os significados atribuídos pelos participantes aos fenômenos investigados. Segundo Minayo (2012), a pesquisa qualitativa busca compreender aspectos subjetivos das relações sociais e organizacionais, permitindo interpretar valores, percepções e experiências dos sujeitos pesquisados. Dessa forma, a combinação entre métodos quantitativos e qualitativos proporcionou maior abrangência analítica e consistência metodológica ao estudo.

3.2 Objetivos e tipologia da pesquisa

O objetivo geral da pesquisa consiste em analisar a gestão e a eficiência operacional das unidades armazenadoras de grãos no polo agroindustrial de Rio Verde, identificando os principais desafios operacionais e as tecnologias adotadas nos processos de armazenagem e pós-colheita. Para alcançar esse objetivo, a pesquisa foi estruturada a partir de diferentes tipologias metodológicas complementares.

Inicialmente, realizou-se pesquisa bibliográfica, fundamentada na análise de livros, artigos científicos, dissertações, teses, relatórios técnicos e documentos institucionais relacionados à armazenagem de grãos, logística agroindustrial, automação, tecnologias digitais e gestão operacional. Conforme Gil (2019), a pesquisa bibliográfica constitui etapa fundamental para construção do referencial teórico e aprofundamento conceitual dos fenômenos investigados.

Além disso, desenvolveu-se pesquisa de campo de caráter descritivo e exploratório, voltada à coleta de dados diretamente com gestores, engenheiros agrônomos e responsáveis técnicos das unidades armazenadoras investigadas. Segundo Gil (2019), pesquisas descritivas têm como finalidade descrever características de determinada população ou fenômeno, enquanto pesquisas exploratórias buscam ampliar a compreensão sobre temas ainda pouco investigados ou insuficientemente sistematizados. No presente estudo, a natureza exploratória permitiu compreender práticas gerenciais, tecnologias utilizadas e desafios operacionais presentes no contexto da armazenagem de grãos.

A etapa final da pesquisa consistiu na análise e interpretação dos dados coletados, subsidiando a elaboração do relatório técnico e das discussões relacionadas à eficiência operacional, gestão tecnológica e modernização das unidades armazenadoras.

3.3 Procedimentos técnicos

3.3.1 Estudo bibliográfico

O estudo bibliográfico constituiu a etapa inicial da investigação e serviu como base para construção do referencial teórico e fundamentação conceitual da pesquisa. Conforme Marconi e Lakatos (2022), a pesquisa bibliográfica consiste na análise sistemática de materiais previamente publicados, permitindo ampliar o conhecimento sobre determinado fenômeno e fornecer suporte teórico às investigações científicas.

As fontes consultadas incluíram artigos científicos indexados em bases de dados acadêmicas, como Scielo, Google Scholar e periódicos especializados, além de relatórios técnicos e documentos institucionais publicados por órgãos como Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). A utilização dessas fontes buscou garantir atualidade, relevância científica e credibilidade às informações utilizadas na pesquisa.

3.3.2 Pesquisa de campo com questionário

A pesquisa de campo foi conduzida por meio da aplicação de um levantamento do tipo *survey*, utilizando questionário estruturado disponibilizado na plataforma *Google Forms*. Segundo Freitas *et al.* (2000), a pesquisa *survey* caracteriza-se pela obtenção sistemática de dados relacionados às opiniões, percepções ou características de determinada população-alvo, por meio da aplicação de instrumentos padronizados de coleta de dados.

O questionário foi elaborado com base no referencial teórico e em estudos recentes relacionados à armazenagem de grãos, automação industrial, eficiência operacional e tecnologias digitais aplicadas ao agronegócio. O instrumento contemplou questões abertas e fechadas relacionadas à infraestrutura tecnológica, sistemas de automação, monitoramento ambiental, sustentabilidade e gestão operacional das unidades armazenadoras.

O instrumento completo encontra-se apresentado no Apêndice A da dissertação, permitindo maior transparência metodológica e reprodutibilidade da pesquisa.

3.3.3 População e amostra

A população da pesquisa foi composta por gestores, engenheiros agrônomos e responsáveis técnicos vinculados às unidades armazenadoras de grãos localizadas no município de Rio Verde (GO). A amostra final foi constituída por cinco participantes, selecionados por conveniência e acessibilidade, considerando-se a disponibilidade dos profissionais e as limitações de acesso durante os períodos de safra agrícola.

Do ponto de vista metodológico, o estudo apresenta características associadas ao método de estudo de caso. Conforme Yin (2015), o estudo de caso consiste em uma estratégia de pesquisa empírica utilizada para investigar fenômenos contemporâneos dentro de seus contextos reais, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Essa abordagem possibilita aprofundamento analítico e compreensão detalhada das variáveis envolvidas no objeto investigado.

Segundo Gil (2019), o estudo de caso caracteriza-se pelo exame aprofundado e exaustivo de um ou poucos objetos de pesquisa, permitindo ampla compreensão sobre a realidade investigada. No contexto desta pesquisa, o método mostrou-se adequado devido à necessidade de compreender de maneira detalhada os processos gerenciais, tecnológicos e operacionais presentes nas unidades armazenadoras analisadas, bem como as percepções dos gestores acerca da eficiência operacional e da adoção de tecnologias no ambiente pós-colheita.

A adoção do estudo de caso também se justifica pela especificidade técnica do setor investigado e pela reduzida disponibilidade de profissionais para participação na pesquisa durante o período de coleta de dados. Dessa forma, buscou-se privilegiar a profundidade analítica e a compreensão contextual do fenômeno investigado, em detrimento da generalização estatística dos resultados. Assim, o estudo de caso permitiu interpretar de forma mais abrangente os desafios, práticas gerenciais e tecnologias presentes nas unidades armazenadoras de grãos do município de Rio Verde (GO).

3.3.4 Instrumento de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados foi estruturado em três blocos principais. O primeiro bloco contemplou informações relacionadas ao perfil dos participantes e das unidades armazenadoras, incluindo localização, capacidade estática e função exercida pelo respondente.

O segundo bloco abordou aspectos relacionados à infraestrutura tecnológica e às ferramentas utilizadas nos processos de armazenagem. Por fim, o terceiro bloco buscou compreender a percepção dos gestores acerca da eficiência operacional, dos desafios tecnológicos e do retorno dos investimentos realizados nas estruturas armazenadoras.

3.3.5 Análise e tratamento dos dados

Os dados coletados foram analisados por meio de abordagem híbrida, integrando técnicas quantitativas e qualitativas. A análise quantitativa utilizou procedimentos de estatística descritiva simples, permitindo identificar frequência de utilização das tecnologias e nível de maturidade digital das unidades armazenadoras investigadas.

Já a análise qualitativa foi realizada por meio da técnica de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016), amplamente utilizada em pesquisas qualitativas voltadas à interpretação de discursos e significados. Conforme Bardin (2016), a análise de conteúdo consiste em conjunto sistemático de técnicas voltadas à interpretação de comunicações, permitindo identificar categorias, padrões e significados presentes nos dados textuais.

O processo analítico envolveu leitura exploratória, categorização temática e interpretação dos núcleos de sentido presentes nas respostas discursivas dos participantes. Segundo Mello, Netto e Lima (2025), a análise de conteúdo baseada na perspectiva de Bardin oferece rigor metodológico e credibilidade científica às pesquisas qualitativas, especialmente em estudos voltados à interpretação de percepções organizacionais e comportamentos gerenciais.

3.3.6 Aspectos éticos da pesquisa

A pesquisa foi conduzida em conformidade com os princípios éticos aplicáveis às pesquisas envolvendo seres humanos. Todos os participantes foram previamente informados sobre os objetivos acadêmicos do estudo, sendo assegurados anonimato, confidencialidade e utilização exclusiva dos dados para fins científicos.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi apresentado aos participantes antes da aplicação do questionário, conforme estabelecido pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS), nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Além disso, os nomes dos participantes e das empresas investigadas foram preservados, garantindo proteção da identidade institucional e individual dos respondentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentam-se a análise e a discussão dos dados obtidos por meio da aplicação do instrumento de pesquisa junto aos gestores de unidades armazenadoras de grãos localizadas no município de Rio Verde (GO). Em conformidade com os princípios éticos que orientam pesquisas científicas envolvendo seres humanos, foram preservadas as identidades dos participantes e das organizações investigadas. Assim, as empresas participantes foram identificadas por codificação alfanumérica, sendo denominadas Empresa A, Empresa B, Empresa C, Empresa D e Empresa E. As organizações analisadas possuem relevância estratégica para o sistema de pós-colheita e para a cadeia logística do agronegócio no município objeto de estudo.

4.1 Caracterização das organizações e dos participantes da pesquisa

Devido à ausência de autorização formal para divulgação nominal das instituições participantes e em atendimento às diretrizes éticas da pesquisa científica, as organizações investigadas foram anonimizadas e codificadas. A seleção das unidades armazenadoras ocorreu em função de sua relevância operacional e representatividade no contexto da armazenagem de grãos na região de Rio Verde (GO).

A Empresa A caracteriza-se como organização pública voltada ao armazenamento de grandes volumes de diferentes culturas agrícolas simultaneamente. A instituição possui diversas unidades distribuídas pelo território nacional, incluindo unidade localizada no município de Rio Verde (GO), apresentando capacidade estática superior a 54 milhões de toneladas. A empresa realiza serviços relacionados à pesagem, limpeza, secagem e armazenamento de produtos agrícolas. Do ponto de vista tecnológico, a organização apresenta infraestrutura consolidada, porém com predominância de sistemas de monitoramento manual. Observou-se potencial significativo de modernização, especialmente relacionado à adoção de sistemas de energia fotovoltaica e à ampliação da automação digital dos processos operacionais.

A Empresa B corresponde a organização privada de pequeno porte localizada em Rio Verde (GO), com operações voltadas predominantemente ao armazenamento de soja e capacidade estática aproximada de 12 mil toneladas. A empresa atua nas atividades de processamento, armazenagem e distribuição de grãos. Em relação ao perfil tecnológico, verificou-se presença de infraestrutura moderna para recepção e expedição, incluindo balanças automatizadas e sensores de fluxo. Entretanto, identificou-se limitação na integração de

tecnologias IoT para monitoramento preditivo e controle qualitativo de longo prazo da massa armazenada.

A Empresa C caracteriza-se como prestadora de serviços de armazenagem de médio porte, especializada principalmente no armazenamento de soja, apresentando capacidade aproximada de 80 mil toneladas. A estrutura física é composta predominantemente por silos verticais metálicos e de concreto destinados às operações de processamento, armazenagem e distribuição. No que se refere à maturidade tecnológica, observou-se forte dependência de inspeções físicas e processos manuais de controle da aeração, condição que aumenta os custos operacionais e os riscos relacionados à perda qualitativa dos grãos armazenados. Embora existam elementos de automação parcial, muitos controles permanecem dependentes de intervenção manual.

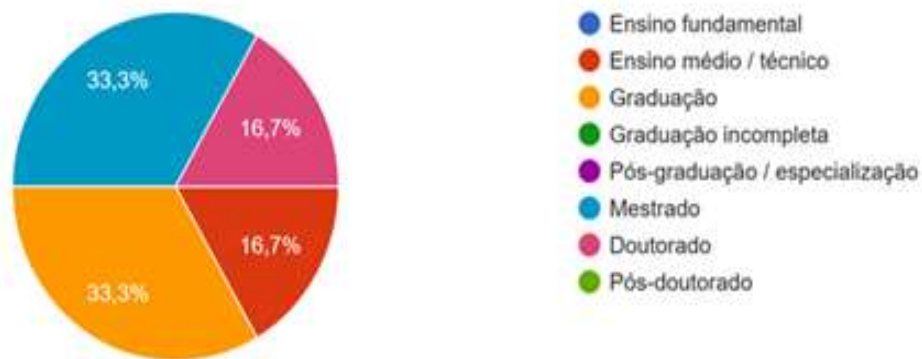
A Empresa D atua no processamento de soja, milho e girassol na região de Rio Verde (GO), destacando-se pelo alinhamento às práticas de rastreabilidade, sustentabilidade e princípios ESG (*Environmental, Social and Governance*). A organização possui unidades distribuídas em diferentes regiões do Brasil, totalizando capacidade de armazenagem superior a 1 milhão de toneladas. Em termos tecnológicos, a empresa apresenta sistemas de monitoramento de umidade e controle qualitativo voltados à padronização rigorosa da matéria-prima destinada ao processamento industrial. Contudo, segundo os gestores entrevistados, o elevado custo de implantação de determinadas tecnologias ainda representa fator limitante para integração total dos sistemas digitais, resultando em processos de implementação gradual das soluções tecnológicas.

A Empresa E corresponde a organização de grande porte com unidade armazenadora localizada no município de Rio Verde (GO). A empresa possui localização estratégica voltada à otimização do escoamento e armazenamento da produção agrícola. A unidade analisada apresenta capacidade de armazenagem aproximada de 1.200 toneladas, atuando nas atividades de armazenagem e distribuição de grãos. Em relação ao perfil tecnológico, a organização possui unidade considerada modelo, caracterizada pela elevada incorporação de tecnologias digitais e automação operacional. Destaca-se ainda a presença de gestão feminina na condução das operações, bem como o desenvolvimento de estratégias voltadas à expansão gradual do modelo tecnológico para outras unidades da empresa. Entretanto, segundo relato do gestor participante, a escassez de mão de obra qualificada constitui atualmente um dos principais desafios para ampliação da modernização tecnológica das operações armazenadoras.

4.2 Perfil dos participantes e caracterização das unidades armazenadoras

A análise dos dados revelou que os participantes da pesquisa apresentam perfil acadêmico diversificado, contemplando diferentes níveis de formação. Conforme demonstrado no Gráfico 2, observou-se que 16,7% dos respondentes possuíam formação de nível médio e/ou técnico, 33,3% graduação, 33,3% mestrado e 16,7% doutorado. Esses resultados evidenciam elevado nível de qualificação técnica entre os profissionais participantes, aspecto relevante para compreensão dos processos gerenciais e tecnológicos investigados.

Gráfico 2 - Distribuição da escolaridade dos participantes da pesquisa

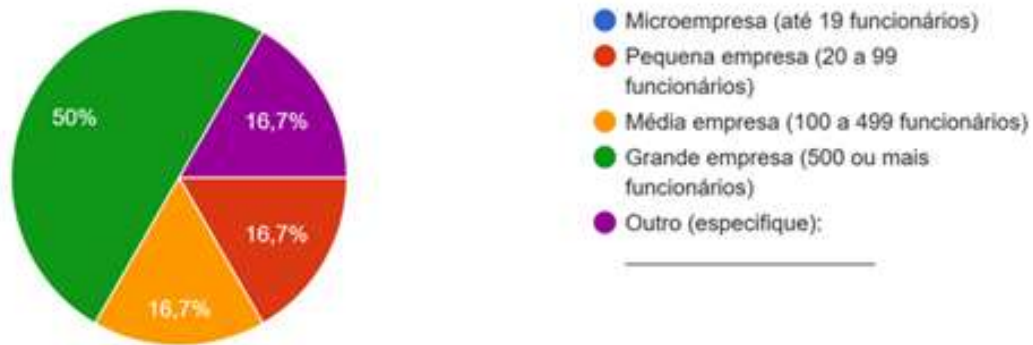


Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Além da qualificação acadêmica, verificou-se que a maior parte dos respondentes possui experiência profissional superior a dez anos no setor de armazenagem de grãos, demonstrando conhecimento consolidado acerca das operações logísticas e pós-colheita. Segundo Bardin (2016), a credibilidade das análises qualitativas está diretamente relacionada à competência técnica e à experiência dos sujeitos participantes, especialmente em estudos voltados à interpretação de percepções organizacionais e práticas gerenciais.

As unidades armazenadoras investigadas apresentam significativa heterogeneidade em relação ao porte organizacional e à capacidade estática de armazenagem. Conforme evidenciado no Gráfico 3 10, 50% das organizações investigadas classificam-se como grandes empresas, 16,7% como médias empresas, 16,7% como pequenas empresas e 16,7% não especificaram o porte organizacional.

Gráfico 3 - Classificação das empresas participantes quanto ao porte organizacional



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Em relação às operações realizadas, observou-se predominância da armazenagem de soja e milho, com algumas organizações operando simultaneamente com dois ou três tipos distintos de grãos. A maioria das empresas participantes atua há mais de dez anos no mercado, utilizando predominantemente estruturas de armazenagem compostas por silos verticais metálicos, silos de concreto e armazéns graneleiros.

Quanto à capacidade estática das unidades armazenadoras, identificou-se ampla variação entre as organizações investigadas, abrangendo estruturas com capacidade de 12 mil toneladas até unidades superiores a 1 milhão de toneladas. Essa diversidade estrutural contribuiu significativamente para ampliação da abrangência analítica da pesquisa, permitindo compreender diferentes níveis de maturidade tecnológica e operacional no contexto da armazenagem de grãos.

Os resultados também demonstraram que 66,7% das empresas possuem como principal atividade operacional a armazenagem, distribuição e processamento de grãos, enquanto 16,7% atuam exclusivamente na armazenagem e 16,7% concentram suas atividades em armazenagem e distribuição. Esses dados evidenciam a importância estratégica das unidades armazenadoras na integração logística das cadeias agroindustriais do município de Rio Verde (GO).

4.3 Nível de maturidade tecnológica das unidades armazenadoras e análise comparativa dos resultados

O diagnóstico do nível tecnológico das unidades armazenadoras do município de Rio Verde, GO pesquisadas, revela um cenário de transição, onde tecnologias de automação básicas já estão consolidadas. No resultado da pesquisa 100 % das empresas utilizam sensores automáticos para monitoramento de temperatura de grãos. Para o sistema de ventilação

automatizados para controle de condições do ambiente 83,3 % das empresas pesquisadas já utilizam e 16,7 % não possui essa tecnologia implantada. Para os sensores de umidade 66,7 % já atuam com sensores automatizados, 16,7 % trabalham com esse processo ainda de forma manual e 16,7% não possui sensor de umidade no processo de armazenagem.

O diagnóstico do nível tecnológico das unidades armazenadoras investigadas no município de Rio Verde (GO) revela um cenário caracterizado por transição tecnológica e modernização gradual dos processos operacionais. Os resultados demonstram que determinadas tecnologias básicas de automação já se encontram amplamente consolidadas no contexto regional, especialmente aquelas relacionadas ao monitoramento térmico da massa de grãos. Conforme os dados obtidos na pesquisa, 100% das empresas participantes utilizam sensores automáticos para monitoramento da temperatura dos grãos armazenados. Esse resultado evidencia que o controle térmico constitui tecnologia essencial e amplamente difundida nas unidades armazenadoras, considerando sua relevância para preservação da qualidade físico-química dos grãos e prevenção de perdas pós-colheita.

A utilização de sistemas automatizados de monitoramento térmico encontra respaldo na literatura científica recente, que destaca a importância do controle contínuo das condições ambientais no armazenamento de grãos. Segundo Santos e Carvalho (2025), os sistemas automatizados de termometria permitem maior precisão operacional, identificação precoce de focos de aquecimento e redução dos riscos associados à deterioração da massa armazenada. De forma semelhante, Macêdo Neto *et al.* (2022) afirmam que a automação dos processos de monitoramento representa um dos principais indicadores de modernização das unidades armazenadoras contemporâneas, especialmente em regiões de elevada produção agrícola.

No que se refere aos sistemas automatizados de ventilação para controle das condições ambientais internas, os resultados demonstram que 83,3% das empresas pesquisadas já utilizam sistemas automatizados de aeração, enquanto 16,7% ainda não possuem essa tecnologia implantada. A utilização de sistemas automatizados de ventilação contribui significativamente para manutenção da temperatura e umidade adequadas no interior dos silos e armazéns, reduzindo riscos de proliferação de fungos, insetos e deterioração dos grãos.

Conforme Nunes (2023), os sistemas automatizados de aeração possibilitam maior eficiência energética e operacional, além de favorecerem a tomada de decisão baseada em dados ambientais coletados em tempo real.

Em relação ao monitoramento da umidade dos grãos armazenados, verificou-se que 66,7% das empresas já utilizam sensores automatizados, enquanto 16,7% ainda realizam esse

procedimento manualmente e 16,7% não possuem sensores de umidade em suas operações armazenadoras.

Esses resultados demonstram que, embora existam avanços significativos no processo de automação, ainda persistem diferenças relevantes entre as organizações quanto ao nível de incorporação tecnológica. A umidade constitui um dos principais fatores relacionados à conservação da qualidade dos grãos, sendo diretamente associada aos riscos de deterioração, desenvolvimento microbiológico e perdas quantitativas e qualitativas durante o armazenamento.

A análise geral dos resultados evidencia que o setor de armazenagem de grãos em Rio Verde (GO) se encontra em processo contínuo de modernização, porém ainda de forma heterogênea e parcialmente fragmentada. Embora a totalidade das empresas utilize algum tipo de monitoramento térmico automatizado, verificou-se que a integração dessas tecnologias a sistemas mais avançados de inteligência de dados e monitoramento preditivo ainda ocorre de forma limitada. Nesse contexto, as tecnologias atualmente utilizadas representam importante etapa inicial da transformação digital das operações pós-colheita, mas ainda não configuram sistemas plenamente integrados associados ao conceito de Armazém 4.0.

Esses resultados corroboram os achados de Klerkx, Jakku e Labarthe (2019), os quais destacam que a digitalização do agronegócio ocorre de maneira desigual entre organizações e regiões, especialmente devido às diferenças relacionadas à capacidade de investimento, infraestrutura tecnológica e qualificação da mão de obra. Assim, embora a modernização tecnológica esteja presente no setor armazenador brasileiro, sua implementação ainda apresenta níveis distintos de maturidade digital.

No que se refere às tecnologias voltadas ao controle de pragas, observou-se que 50% das empresas utilizam sistemas automatizados de monitoramento e controle, enquanto os demais 50% ainda realizam esse processo de forma predominantemente manual. Esse resultado demonstra que parte significativa das organizações ainda depende da atuação operacional presencial para monitoramento das condições fitossanitárias da massa armazenada, o que pode comprometer a agilidade e a eficiência das ações preventivas.

A análise relacionada à utilização de tecnologias de monitoramento remoto e Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) revelou cenário intermediário de maturidade tecnológica. Conforme os dados obtidos, 50% das empresas realizam monitoramento contínuo por meio de sistemas IoT aplicados ao controle da qualidade dos grãos armazenados, enquanto 16,7% realizam acompanhamento esporádico dessas informações e 33,3% ainda não utilizam tecnologias de monitoramento remoto em suas operações armazenadoras. Esses resultados

demonstram que a transformação digital das unidades armazenadoras ainda ocorre de forma desigual no contexto regional investigado.

A utilização de sistemas IoT na armazenagem de grãos é apontada na literatura como um dos principais elementos associados à modernização logística e ao desenvolvimento de sistemas inteligentes de monitoramento. Conforme Morais *et al.* (2018), sensores conectados via IoT permitem monitoramento contínuo de variáveis relacionadas à temperatura, umidade e condições ambientais dos silos, favorecendo maior controle operacional e redução de perdas pós-colheita. De forma semelhante, Vazquez, Silva e Sousa (2024) destacam que a conectividade em tempo real amplia a capacidade de implementação de modelos preditivos e tomada de decisão automatizada nas operações logísticas.

A ausência de monitoramento contínuo compromete diretamente a agilidade gerencial e a capacidade de resposta das unidades armazenadoras diante de possíveis alterações nas condições da massa de grãos. Nesse sentido, a dependência de coletas manuais ou esporádicas de dados mantém parte das operações em níveis predominantemente reativos de gestão, dificultando a adoção de estratégias preditivas e inteligentes de controle operacional.

Segundo Luz (2024), o avanço tecnológico proporcionado pela utilização de sensores, automação industrial e instrumentos modernos de medição permitiu significativa evolução na gestão da manutenção e no acompanhamento dos processos produtivos. No contexto das unidades armazenadoras, essas tecnologias possibilitam identificação antecipada de falhas operacionais e maior previsibilidade das intervenções necessárias, contribuindo para redução de custos e aumento da eficiência operacional.

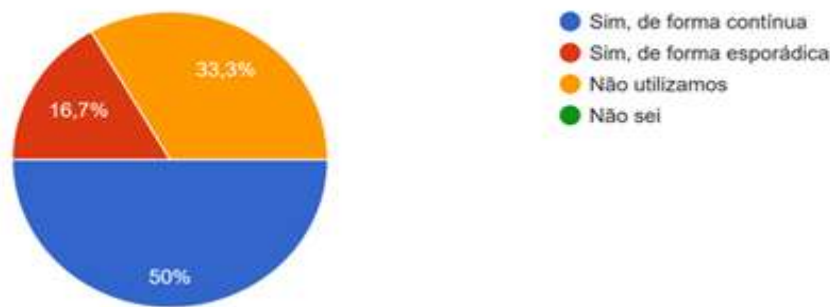
Os resultados da pesquisa também evidenciaram importante desigualdade tecnológica relacionada à automação da ventilação e ao controle de umidade. Enquanto empresas de maior porte e maior capacidade de investimento já operam com sistemas totalmente automatizados e monitoramento em tempo real, unidades menores ou dependentes de processos orçamentários mais restritivos ainda utilizam monitoramento manual ou sistemas simplificados de acionamento mecânico. Esse cenário demonstra que as tecnologias associadas à Indústria 4.0 encontram-se disponíveis no mercado regional, porém seu acesso ainda ocorre de forma desigual, condicionado principalmente ao porte organizacional e à capacidade financeira das empresas.

No que se refere às tecnologias voltadas à rastreabilidade dos grãos armazenados, os resultados indicaram que 83,3% das empresas utilizam sistemas internos de rastreamento, enquanto 16,7% ainda não utilizam tecnologias específicas para rastreabilidade. Apesar desse percentual relativamente elevado, observou-se que muitos dos sistemas utilizados ainda

apresentam baixo nível de integração tecnológica e reduzida interoperabilidade com plataformas digitais mais avançadas. Nesse sentido, a rastreabilidade plena baseada em tecnologias inteligentes ainda representa realidade restrita a poucas organizações.

A análise dos resultados demonstra que a utilização de tecnologias avançadas associadas ao conceito de Armazém 4.0 ainda constitui realidade limitada no contexto das unidades armazenadoras investigadas. Apenas uma das empresas participantes relatou possuir unidade considerada modelo, totalmente automatizada e integrada tecnologicamente. Esse resultado evidencia que, embora o processo de transformação digital esteja em curso, a consolidação plena das tecnologias da Indústria 4.0 ainda representa exceção e não regra entre as unidades armazenadoras de grãos em Rio Verde (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Tecnologias automatizadas utilizadas no monitoramento ambiental das unidades armazenadoras



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Conforme ilustrado na Figura acima, observa-se predominância de sistemas automatizados de termometria e ventilação, porém com diferenças relevantes em relação ao uso de sensores de umidade e monitoramento remoto via IoT. Tal achado demonstra a existência de diferentes níveis de maturidade digital entre as organizações investigadas, reforçando a presença de assimetrias tecnológicas no setor armazenador regional.

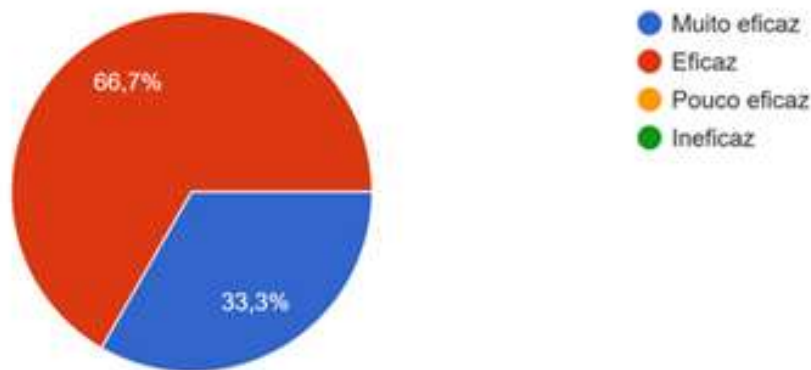
4.4 Percepção de eficácia das tecnologias e desafios gerenciais nas unidades armazenadoras

A análise das percepções dos gestores das unidades armazenadoras investigadas evidencia que o setor de armazenagem de grãos em Rio Verde apresenta nível tecnológico funcional e operacionalmente consolidado em determinadas atividades estratégicas da pós-colheita, embora a transição para modelos plenamente integrados e associados aos conceitos da Indústria 4.0 ainda se encontre em processo de desenvolvimento.

Os resultados demonstram que as tecnologias atualmente utilizadas têm contribuído significativamente para o controle das condições ambientais, preservação da qualidade dos grãos e redução de perdas operacionais, reforçando a importância da automação nos processos de armazenagem contemporâneos.

No que se refere ao controle térmico da massa de grãos, considerado um dos principais pilares da conservação pós-colheita, os resultados indicaram percepção amplamente positiva por parte dos gestores. Conforme demonstrado no Gráfico 5 12, 66,7% dos respondentes classificaram os sistemas utilizados como “eficazes”, enquanto 33,3% os definiram como “muito eficazes”. Esses resultados evidenciam elevado nível de confiança nas tecnologias de monitoramento térmico adotadas pelas organizações investigadas.

Gráfico 5 - Percepção dos gestores sobre a eficácia dos sistemas de monitoramento térmico



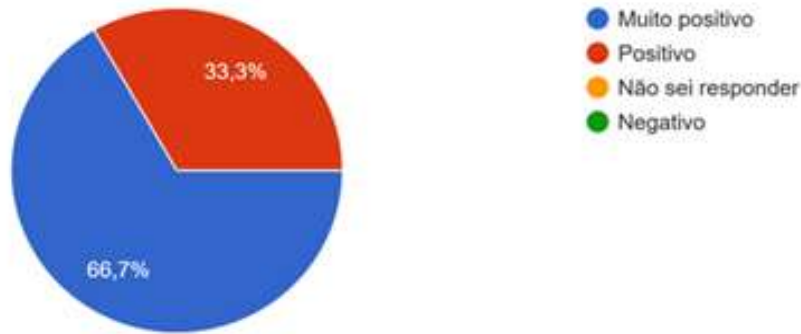
Fonte: Dados da pesquisa (2026).

De acordo com Ferreira Júnior (2022) a relevância dos sistemas automatizados de monitoramento térmico para preservação da qualidade físico-química dos grãos armazenados. Segundo Santos e Carvalho (2025), o controle contínuo da temperatura da massa armazenada permite identificar precocemente focos de aquecimento e deterioração, reduzindo perdas quantitativas e qualitativas. De forma semelhante, Nunes (2023) destaca que os sistemas automatizados de termometria e aeração representam elementos essenciais para melhoria da eficiência operacional das unidades armazenadoras modernas.

Os resultados relacionados aos sistemas automatizados de ventilação também demonstraram percepção predominantemente positiva entre os gestores participantes. Conforme ilustrado no Gráfico 6, as respostas concentraram-se exclusivamente nas categorias “positiva” e “muito positiva”, indicando consenso quanto à importância da automação da aeração para conservação da qualidade dos grãos armazenados. A percepção dos gestores demonstra que os sistemas automatizados de ventilação são compreendidos não apenas como

ferramentas operacionais, mas como tecnologias estratégicas para redução dos riscos de deterioração e manutenção da estabilidade ambiental nos silos e armazéns.

Gráfico 6 - Avaliação gerencial da eficiência dos sistemas automatizados de ventilação



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Esses resultados corroboram os achados de Luz (2024), segundo os quais o avanço tecnológico relacionado ao uso de sensores, automação industrial e sistemas inteligentes de monitoramento contribui significativamente para melhoria do controle operacional e antecipação de falhas nos processos produtivos. No contexto das unidades armazenadoras, a automação da ventilação favorece maior eficiência energética, precisão operacional e capacidade de resposta frente às alterações ambientais da massa de grãos.

A análise das respostas também evidenciou percepção positiva quanto à utilização de tecnologias de monitoramento remoto e controle automatizado da umidade. Os gestores participantes classificaram os sistemas de monitoramento de umidade como “eficazes” ou “muito eficazes”, reconhecendo sua contribuição para preservação da qualidade dos grãos armazenados e redução das perdas pós-colheita. A maioria dos participantes afirmou que a utilização dessas tecnologias contribuiu significativamente para redução das perdas de grãos por meio do controle mais preciso das condições ambientais internas.

Esses resultados encontram respaldo na literatura científica recente. Segundo Morais *et al.* (2018), sensores automatizados e sistemas conectados via Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) possibilitam monitoramento contínuo das condições ambientais dos silos, ampliando a precisão das operações pós-colheita e favorecendo maior eficiência logística. Da mesma forma, Vazquez, Silva e Sousa (2024) destacam que a integração entre sensores inteligentes, Big Data e sistemas de monitoramento remoto fortalece os modelos de logística preditiva e gestão baseada em dados nas cadeias agroindustriais.

No que se refere aos impactos econômicos das tecnologias automatizadas, os resultados demonstraram percepção favorável por parte dos gestores quanto à redução dos custos operacionais, sendo que, 66,7% dos respondentes afirmaram que o uso de tecnologias automatizadas contribui diretamente para redução de custos operacionais e melhoria da conformidade com normas de segurança alimentar e qualidade dos produtos armazenados.

Além dos benefícios operacionais e econômicos, observou-se que a modernização tecnológica também exerce influência positiva sobre a percepção de confiança dos clientes. Os resultados demonstraram que 83,3% dos gestores acreditam que a utilização de tecnologias automatizadas aumenta a confiabilidade dos processos de armazenagem perante o mercado consumidor. Esse cenário evidencia que a modernização das unidades armazenadoras não se limita à eficiência operacional, constituindo também importante diferencial competitivo e estratégico para fortalecimento da credibilidade organizacional.

Os resultados da pesquisa apresentam convergência com estudos recentes sobre transformação digital no agronegócio. Conforme Masshurá e Leite (2017), a incorporação de tecnologias digitais no setor agroindustrial vem promovendo mudanças significativas na percepção de valor dos clientes, especialmente em relação à rastreabilidade, segurança alimentar e confiabilidade das cadeias produtivas. Nesse contexto, a modernização tecnológica passa a ser percebida não apenas como vantagem competitiva, mas como requisito essencial para permanência das organizações em mercados cada vez mais exigentes e regulados.

Entretanto, apesar da percepção amplamente positiva acerca da eficácia das tecnologias utilizadas, os resultados também evidenciaram importantes desafios relacionados à expansão e consolidação da modernização tecnológica nas unidades armazenadoras investigadas, posto que, a totalidade dos gestores participantes apontou o elevado custo de implementação como principal obstáculo para adoção de tecnologias mais avançadas.

Esse resultado confirma os achados de Santos (2025), que identificou os elevados custos de aquisição, integração e manutenção dos sistemas inteligentes como uma das principais barreiras para implementação das tecnologias associadas à Indústria 4.0 nas organizações agroindustriais. Além disso, Lucena (2025) destaca que pequenas e médias empresas frequentemente enfrentam dificuldades relacionadas à capacidade de investimento, infraestrutura tecnológica e qualificação profissional, fatores que limitam a velocidade de adoção das tecnologias digitais no agronegócio.

4.5 Desafios estruturais, barreiras tecnológicas e perspectivas futuras da armazenagem de grãos

A análise dos resultados obtidos na pesquisa evidencia que o processo de modernização tecnológica das unidades armazenadoras de grãos em Rio Verde (GO) ainda enfrenta importantes desafios estruturais, econômicos e operacionais.

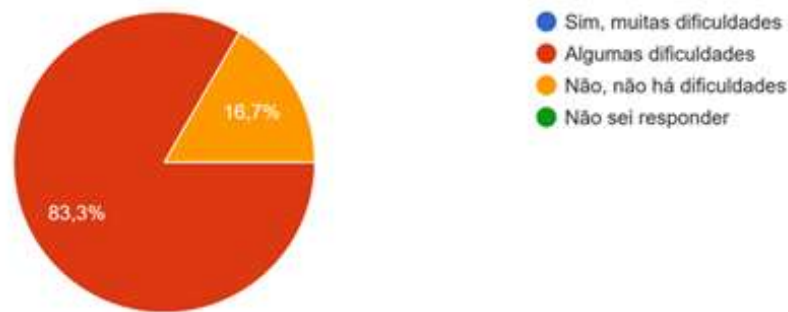
Embora os gestores reconheçam amplamente os benefícios proporcionados pelas tecnologias digitais aplicadas ao armazenamento de grãos, a implementação plena de soluções associadas à Indústria 4.0 permanece condicionada a fatores relacionados ao custo de implantação, à adaptação da infraestrutura existente e à necessidade de qualificação técnica contínua. Nesse contexto, observa-se que o avanço tecnológico no setor ocorre de forma gradual e heterogênea, refletindo diferenças estruturais e financeiras entre as organizações investigadas.

O principal obstáculo identificado pelos gestores refere-se ao elevado custo de implementação das tecnologias automatizadas. A totalidade dos respondentes (100%) apontou os custos de aquisição, integração e manutenção tecnológica como o maior desafio enfrentado atualmente pelas organizações. Esse resultado evidencia que a limitação para expansão tecnológica não está associada à ausência de percepção sobre os benefícios da automação, mas principalmente às restrições orçamentárias relacionadas à capacidade de investimento das empresas.

Além da limitação financeira, os resultados também evidenciaram dificuldades relacionadas à adaptação tecnológica das estruturas existentes. O Gráfico 7 ilustra que 83,3% das empresas enfrentam dificuldades moderadas na adequação das tecnologias às condições específicas de suas infraestruturas operacionais.

Esse cenário demonstra que muitas soluções tecnológicas disponíveis no mercado ainda apresentam limitações relacionadas à interoperabilidade e à adaptação aos diferentes modelos de unidades armazenadoras existentes no contexto regional.

Gráfico 7 - Dificuldades operacionais relacionadas à integração tecnológica nas unidades armazenadoras



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

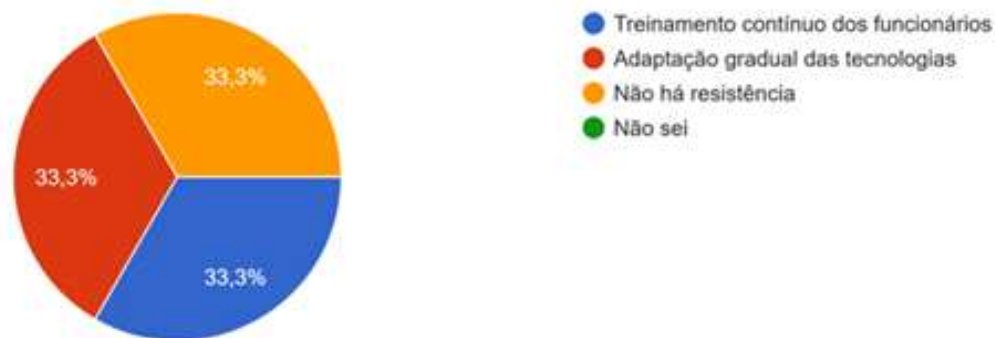
Esses resultados corroboram os achados de Plumier e Maier (2021), os quais afirmam que a integração entre sensores inteligentes, sistemas de termometria e plataformas automatizadas depende diretamente da adequação estrutural das unidades armazenadoras, especialmente em silos mais antigos ou construídos antes da consolidação das tecnologias digitais aplicadas ao armazenamento de grãos. Conforme discutido pelos autores, a modernização tecnológica exige não apenas aquisição de novos equipamentos, mas também reestruturações físicas e adequações operacionais das instalações existentes.

No que se refere à estabilidade operacional dos sistemas automatizados, verificou-se que 100% das empresas afirmaram enfrentar falhas ocasionais ou instabilidades nos sistemas tecnológicos utilizados. Apesar disso, observou-se postura organizacional proativa quanto à gestão dessas ocorrências, uma vez que 83,3% das organizações participantes relataram possuir equipes específicas destinadas à manutenção, monitoramento e suporte técnico das tecnologias implantadas. A maioria das empresas reconhece que a manutenção preventiva constitui elemento estratégico para assegurar continuidade operacional e reduzir riscos associados à paralisação dos sistemas automatizados.

A presença de equipes técnicas dedicadas à manutenção tecnológica evidencia crescente profissionalização da gestão operacional das unidades armazenadoras. Segundo Luz (2024), a utilização de sensores inteligentes, sistemas automatizados e ferramentas de monitoramento contínuo exige novos modelos de gestão da manutenção industrial, baseados em acompanhamento preventivo, análise preditiva e monitoramento em tempo real dos equipamentos. Nesse sentido, a manutenção deixa de possuir caráter exclusivamente corretivo e passa a integrar estratégias de confiabilidade operacional e eficiência logística.

Em relação à gestão da mudança organizacional, os resultados demonstraram que a resistência à adoção de novas tecnologias não se apresenta como obstáculo homogêneo entre as organizações investigadas. Conforme ilustrado no Gráfico 8, observou-se equilíbrio entre empresas que afirmaram não enfrentar resistência interna à inovação (33,3%), organizações que adotam processos de implementação gradual das tecnologias (33,3%) e empresas que priorizam estratégias contínuas de capacitação e treinamento dos colaboradores (33,3%).

Gráfico 8 - Estratégias organizacionais para adaptação tecnológica e gestão da mudança

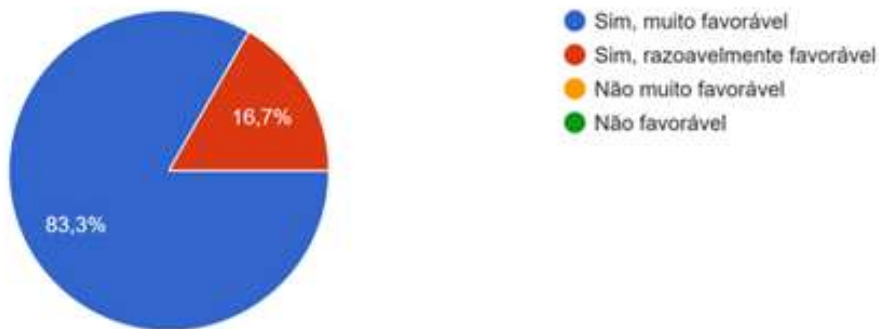


Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Esse cenário evidencia que as organizações reconhecem a importância da qualificação profissional como elemento indispensável para consolidação da transformação digital no setor armazenador. Conforme Almeida *et al.* (2022), a capacitação técnica da equipe operacional constitui fator determinante para sucesso da implementação de tecnologias associadas à automação, inteligência artificial e Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) no agronegócio. A ausência de treinamento adequado pode comprometer tanto a eficiência operacional quanto a aceitação das tecnologias pelos colaboradores.

Mesmo diante dos elevados custos iniciais de implantação, os resultados demonstraram percepção amplamente positiva dos gestores quanto ao retorno econômico proporcionado pelas tecnologias automatizadas. Conforme apresentado no Gráfico 9, 16, 83,3% dos respondentes classificaram o custo-benefício das tecnologias utilizadas como “muito favorável”. Esse resultado demonstra que os gestores reconhecem os ganhos operacionais, a redução de perdas e os benefícios relacionados à eficiência logística proporcionados pela modernização tecnológica.

Gráfico 9 - Avaliação do custo-benefício das tecnologias automatizadas nas unidades armazenadoras



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os dados obtidos também revelaram forte alinhamento entre modernização tecnológica e sustentabilidade ambiental. Quanto à percepção dos gestores sobre a contribuição das tecnologias para sustentabilidade da armazenagem, verificou-se consenso absoluto entre os participantes acerca da relevância das tecnologias para promoção da sustentabilidade no setor armazenador. Além disso, 83,3% das empresas relataram já realizar investimentos voltados à redução dos impactos ambientais das operações, especialmente relacionados à otimização energética dos sistemas de ventilação e secagem.

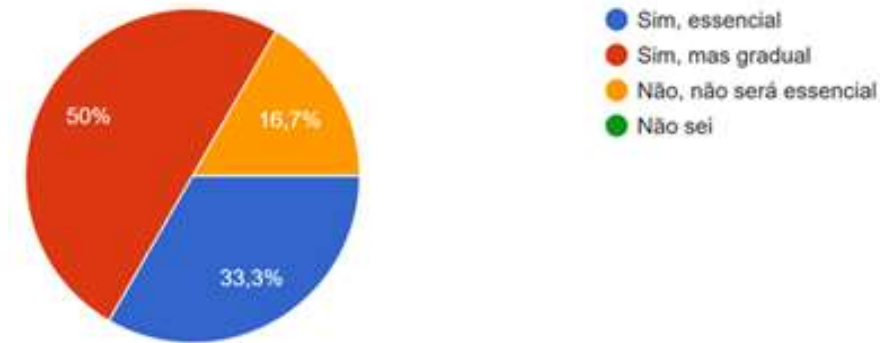
Esses resultados convergem com as discussões contemporâneas sobre Logística Verde e sustentabilidade operacional no agronegócio. Segundo Batalha (2021), as questões ambientais passaram a ocupar posição estratégica nas organizações agroindustriais, especialmente em função das exigências relacionadas à eficiência energética, rastreabilidade e redução das emissões associadas aos processos logísticos. Nesse contexto, a sustentabilidade deixa de representar apenas requisito ambiental e passa a constituir diferencial competitivo e estratégico para as empresas do agronegócio.

No que se refere às perspectivas futuras da armazenagem de grãos, os resultados demonstraram elevada expectativa quanto à incorporação de tecnologias emergentes relacionadas à Inteligência Artificial (IA), Big Data e Blockchain. O Gráfico 10 apresenta que 33,3% dos gestores consideram que a Inteligência Artificial e o Blockchain serão essenciais para o futuro das operações armazenadoras, embora parte significativa acredite que essa transição ocorrerá de maneira gradual.

Conforme Ferreira Junior (2022), o uso de sensores digitais associados a modelos de *Machine Learning* permite aprimorar significativamente o monitoramento da massa de grãos, ampliar a eficiência energética da aeração e favorecer análises preditivas aplicadas ao

armazenamento. O estudo desenvolvido pelo autor demonstrou elevada eficiência dos sistemas automatizados na conservação da qualidade dos grãos armazenados e na otimização das estratégias de aeração.

Gráfico 10 - Expectativas dos gestores quanto às tecnologias emergentes aplicadas à armazenagem



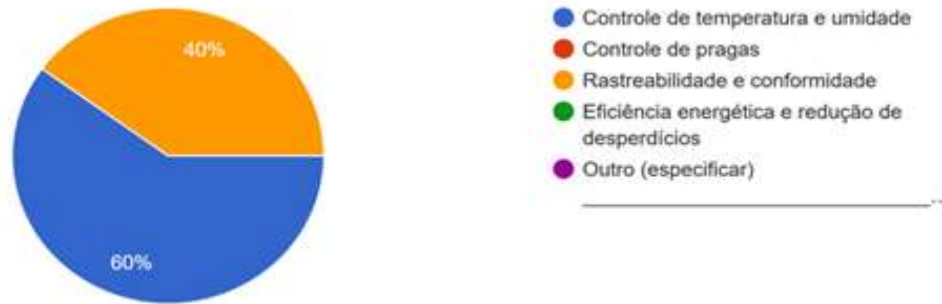
Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os resultados da pesquisa também evidenciaram forte intenção de ampliação tecnológica por parte das organizações investigadas. A totalidade das empresas participantes afirmou possuir planos de expansão das tecnologias utilizadas em suas operações. Desse total, 50% pretendem realizar expansão significativa dos sistemas automatizados, enquanto os demais 50% projetam crescimento gradual da incorporação tecnológica.

Quanto às áreas consideradas prioritárias para investimentos futuros, verificou-se predominância das tecnologias relacionadas ao controle de temperatura e umidade, apontadas por 60% dos gestores como principal foco de inovação. Em seguida, destacaram-se as tecnologias voltadas à rastreabilidade e conformidade operacional, mencionadas por 40% dos participantes.

Conforme demonstrado no Gráfico 11, os resultados indicam que o mercado regional ainda concentra esforços prioritariamente na preservação da qualidade física e fisiológica dos grãos armazenados, direcionando posteriormente os investimentos para sistemas mais avançados de inteligência de dados e rastreabilidade.

Gráfico 11 - Áreas prioritárias para inovação tecnológica nas unidades armazenadoras



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Em relação às principais vantagens proporcionadas pelas tecnologias utilizadas, os resultados evidenciaram que 66,7% dos gestores percebem a redução de perdas e desperdícios como principal benefício operacional associado à modernização tecnológica. Outros 16,7% destacaram o aumento da durabilidade e vida útil dos grãos armazenados, enquanto 16,7% apontaram melhorias relacionadas à rastreabilidade e conformidade com normas de qualidade e segurança alimentar. Esses resultados reforçam que as tecnologias automatizadas exercem influência direta tanto na eficiência operacional quanto na competitividade das organizações armazenadoras.

Por sua vez, os resultados demonstraram que as principais demandas futuras relacionadas à melhoria tecnológica se concentram em três eixos estratégicos: capacitação profissional, ampliação da automação e expansão do uso de tecnologias emergentes. Conforme ilustrado no Gráfico 12, 40% dos respondentes indicaram a necessidade de maior capacitação dos colaboradores, 40% apontaram a ampliação da automação como prioridade e 20% destacaram a necessidade de expansão das tecnologias emergentes aplicadas à armazenagem de grãos.

Gráfico 12 - Principais necessidades futuras para consolidação tecnológica das unidades armazenadoras



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

4.6 Análise das questões discursivas: a perspectiva qualitativa dos gestores

A análise das questões discursivas possibilitou compreender, de forma aprofundada, as motivações, os impactos e os desafios enfrentados pelos gestores no cotidiano das unidades armazenadoras de grãos. A síntese das respostas evidenciou três eixos centrais de discussão: conformidade regulatória, confiança mercadológica e barreiras estruturais. Os resultados demonstram que os fatores motivadores para a adoção de tecnologias vão além da busca por ganhos de produtividade, estando fortemente relacionados às exigências de compliance, certificações e adequação às normas de qualidade requeridas pelo mercado.

Os gestores enfatizaram que o monitoramento rigoroso da temperatura e da umidade constitui um dos principais mecanismos para evitar o aquecimento da massa de grãos e reduzir o processo respiratório, contribuindo, conseqüentemente, para a minimização da infestação de insetos e para a preservação das propriedades físico-químicas do produto armazenado por períodos mais prolongados. Nesse contexto, a automação é percebida como um importante instrumento de mitigação de riscos operacionais, ao substituir atividades suscetíveis a falhas humanas por processos contínuos, padronizados e monitoráveis.

As respostas também evidenciaram que a qualidade do grão representa um ativo estratégico na relação de confiança estabelecida entre as unidades armazenadoras e o mercado consumidor. A perda de qualidade do produto final foi apontada como um dos principais fatores responsáveis pelo comprometimento da credibilidade junto aos compradores. Além disso, verificou-se que a adoção de tecnologias contribui diretamente para a ampliação do acesso a recursos financeiros, uma vez que bancos e instituições de crédito demandam relatórios periódicos de monitoramento como forma de assegurar a integridade dos grãos utilizados como garantia colateral. Dessa forma, a tecnologia passa a assumir papel relevante não apenas na eficiência operacional, mas também na viabilidade financeira das unidades armazenadoras.

Embora algumas unidades não tenham como objetivo exclusivo a maximização do lucro competitivo, os gestores reconheceram que a incorporação tecnológica desempenha importante função social ao contribuir para a segurança alimentar e para a manutenção da qualidade dos alimentos disponibilizados ao mercado. As respostas discursivas também evidenciaram dificuldades estruturais significativas, sobretudo em unidades mais antigas, nas quais a implementação de sistemas automatizados esbarra em limitações físicas e na necessidade de reformas estruturais de elevado custo.

Além das restrições financeiras, os participantes demonstraram preocupação com a escassez de profissionais qualificados para operar os novos sistemas tecnológicos, bem como

com riscos emergentes associados à cibersegurança e à proteção de dados operacionais. Apesar de os dados quantitativos indicarem baixa adoção de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial (IA), as respostas qualitativas revelaram interesse crescente na utilização dessas soluções. O monitoramento remoto por meio da Internet das Coisas (IoT) já é percebido como uma importante ferramenta de gestão; contudo, a Inteligência Artificial ainda é considerada uma tecnologia em estágio inicial de adoção, dependente de maiores investimentos financeiros e de uma cultura organizacional mais orientada à transformação digital.

De modo geral, as respostas abertas confirmam que a adoção tecnológica nas unidades armazenadoras transcende a dimensão operacional relacionada às máquinas e equipamentos, configurando-se como um mecanismo estratégico de gestão de riscos. A modernização das unidades é desejada não apenas em função dos ganhos de eficiência, mas também pela necessidade de garantir transparência para instituições financeiras, conformidade para auditorias e integridade do produto para os consumidores finais.

4.7 Diagnóstico do Nível de Automação (Mapeamento de Gap)

Com o objetivo de identificar o nível de modernização tecnológica das unidades armazenadoras analisadas, elaborou-se um mapeamento de maturidade tecnológica, permitindo avaliar o estágio de implementação das principais tecnologias aplicadas à armazenagem de grãos. O diagnóstico possibilitou compreender não apenas o grau de adoção das ferramentas tecnológicas, mas também os principais gargalos associados à transformação digital no setor.

Quadro 1 - Nível de Implementação e Maturidade Tecnológica (Unidade Analisada)

Tecnologia	Status de Implementação	Observação Técnica
Monitoramento de Temperatura	Consolidado	Utilizado por 100% das empresas, garantindo a base tecnológica de conservação.
Ventilação Automatizada	Consolidado	Percebido como padrão operacional de impacto positivo e muito positivo na qualidade.
Sensores de Umidade	Em Transição	Adoção expressiva (66,7% consideram muito eficaz), mas com espaço para maior precisão.
Monitoramento Remoto (IoT)	Em Transição	Benefícios reconhecidos, porém, com adoção limitada pelo custo e infraestrutura.
Rastreabilidade Digital	Em Transição	Foco em conformidade e confiança do cliente; ainda carece de integração automática.
IA e Blockchain	Inexistente / Gap	Principal lacuna identificada; essencial para o futuro, mas ausente na operação atual.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa (2026).

Com o objetivo de identificar o nível de modernização tecnológica das unidades armazenadoras analisadas, elaborou-se um mapeamento de maturidade tecnológica, permitindo avaliar o estágio de implementação das principais tecnologias aplicadas ao armazenamento de grãos. O diagnóstico possibilitou compreender não apenas o grau de adoção das ferramentas tecnológicas, mas também os principais desafios associados à transformação digital no setor.

Os resultados demonstram que as unidades armazenadoras da região de Rio Verde (GO) apresentam uma base tecnológica relativamente consolidada no que se refere à conservação física dos grãos, especialmente em tecnologias relacionadas ao monitoramento de temperatura e aos sistemas de ventilação automatizada. Tais tecnologias constituem elementos essenciais para a manutenção da qualidade do produto armazenado, uma vez que contribuem para a redução da deterioração da massa de grãos, minimização da atividade respiratória e controle da proliferação de microrganismos e insetos-praga. Nesse contexto, estudos desenvolvidos por Navarro e Noyes (2001) destacam que o controle adequado das condições térmicas e de umidade durante o armazenamento representa um dos principais fatores para a preservação da qualidade físico-química dos grãos ao longo do período de estocagem.

A consolidação dos sistemas de ventilação automatizada observada na pesquisa também converge com os resultados apresentados por Elias *et al.* (2009), ao evidenciarem que a automação dos processos de aeração contribui significativamente para a uniformização térmica da massa armazenada, reduzindo perdas quantitativas e qualitativas. Dessa forma, a presença dessas tecnologias nas unidades analisadas indica que o setor já reconhece a relevância dos sistemas automatizados voltados à conservação física e à manutenção da qualidade dos grãos armazenados.

Apesar da consolidação dessas tecnologias operacionais, o mapeamento revelou limitações significativas relacionadas à integração e inteligência de dados. Os sensores de umidade, embora amplamente reconhecidos pelos gestores como ferramentas eficazes, ainda se encontram em estágio de transição tecnológica, especialmente devido às limitações relacionadas à precisão das leituras e à ausência de integração sistêmica.

Esse resultado corrobora os achados de Verdouw *et al.* (2016), que apontam que a digitalização das cadeias agroindustriais ocorre, em muitos casos, de maneira fragmentada, especialmente em organizações que possuem limitações estruturais e restrições de investimento em infraestrutura tecnológica.

No caso do monitoramento remoto baseado em Internet das Coisas (IoT), os resultados evidenciaram que os gestores reconhecem os benefícios relacionados à supervisão em tempo

real, rastreabilidade operacional e redução de riscos. Contudo, sua implementação ainda é limitada por fatores econômicos e estruturais. De acordo com Wolfert *et al.* (2017), as tecnologias associadas à Agricultura 4.0 e à Internet das Coisas demandam elevada capacidade de integração digital, conectividade e investimentos contínuos em infraestrutura, fatores que ainda representam desafios relevantes para diferentes segmentos do agronegócio brasileiro.

A rastreabilidade digital também foi classificada como tecnologia em transição, sendo associada principalmente à conformidade regulatória e ao fortalecimento da confiança junto aos clientes e instituições financeiras. Nesse sentido, Aung e Chang (2014) afirmam que sistemas de rastreabilidade digital promovem maior transparência na cadeia produtiva, ampliando a segurança alimentar, a confiabilidade logística e a capacidade de monitoramento das operações agroindustriais. Além disso, tais sistemas vêm se consolidando como importantes mecanismos de diferenciação competitiva em mercados cada vez mais orientados por padrões de qualidade e certificação.

Por outro lado, a principal lacuna identificada refere-se à ausência de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial (IA) e blockchain. Embora os gestores reconheçam o potencial dessas ferramentas para otimização operacional, análise preditiva e gestão integrada de riscos, sua aplicação prática ainda é inexistente nas unidades avaliadas.

Esse cenário evidencia que a transformação digital do setor de armazenagem permanece concentrada em tecnologias operacionais básicas, sem avanços significativos em soluções analíticas e preditivas. Segundo Javaid *et al.* (2022), a aplicação de Inteligência Artificial na agricultura e na armazenagem de produtos agrícolas possui elevado potencial para otimização de processos, redução de perdas e tomada de decisão baseada em dados; entretanto, sua adoção ainda é limitada em países em desenvolvimento devido aos altos custos de implementação e à carência de infraestrutura digital.

O mapeamento de maturidade tecnológica demonstrou, ainda, que a principal barreira para o avanço tecnológico não está relacionada à ausência de interesse por parte dos gestores, mas sobretudo às limitações econômicas. Todos os respondentes indicaram o custo de implementação como o principal desafio para a incorporação de tecnologias mais avançadas. Tal resultado converge com os estudos de Klerkx, Jakku e Labarthe (2019), ao evidenciarem que os elevados custos de aquisição, manutenção e capacitação técnica constituem fatores limitantes para a adoção de tecnologias digitais no agronegócio.

Embora soluções como monitoramento remoto via IoT já apresentem benefícios percebidos por 66,7% dos gestores entrevistados, a integração total dos sistemas e a utilização de algoritmos preditivos baseados em Inteligência Artificial permanecem praticamente ausentes

na rotina operacional das unidades armazenadoras analisadas. Dessa forma, os resultados evidenciam que o setor apresenta avanços importantes na automação operacional, mas ainda enfrenta desafios significativos quanto à consolidação da transformação digital orientada por dados e inteligência computacional.

4.8 Gestão de Riscos, Barreiras Estruturais e Transformação Tecnológica nas Unidades Armazenadoras

A análise das questões abertas ultrapassou a simples transcrição das falas dos participantes, buscando assegurar maior rigor metodológico e fidedignidade aos achados da pesquisa. Para tanto, as respostas discursivas foram submetidas a um processo de categorização fundamentado na identificação de recorrências, padrões de sentido e elementos convergentes presentes nos relatos dos gestores. Esse procedimento envolveu etapas de leitura flutuante, exploração do material empírico e tratamento analítico dos resultados, possibilitando a sistematização das percepções dos participantes em categorias temáticas relacionadas aos gargalos estruturais, limitações orçamentárias, gestão de riscos e perspectivas de inovação tecnológica.

A análise de conteúdo foi conduzida com base nos pressupostos metodológicos de Bardin (2016), permitindo organizar as percepções dos gestores em categorias analíticas representativas dos desafios e oportunidades observados no setor de armazenagem de grãos em Rio Verde-GO. Tal abordagem possibilitou compreender não apenas os aspectos operacionais relacionados à adoção tecnológica, mas também os fatores econômicos, culturais e organizacionais que influenciam o processo de modernização das unidades armazenadoras.

No que se refere à gestão de riscos e à preservação da qualidade dos grãos, esta categoria destacou-se como a mais recorrente nas unidades de registro analisadas. Os gestores demonstraram compreender a tecnologia não apenas como um mecanismo de incremento da produtividade, mas como uma ferramenta estratégica voltada à mitigação de riscos operacionais e à preservação da integridade do produto armazenado.

Nesse contexto, foi recorrente a ênfase atribuída ao controle rigoroso da temperatura e da umidade como fatores essenciais para reduzir o processo respiratório dos grãos, minimizar a incidência de pragas e evitar perdas qualitativas durante o armazenamento. Assim, a adoção de tecnologias de monitoramento e automação é percebida como elemento fundamental para garantir a manutenção das propriedades físico-químicas do grão, sendo sua ausência associada a riscos diretos à qualidade e à segurança do ativo armazenado.

Em relação à viabilidade econômica e às barreiras de capital, os resultados revelaram uma contradição entre o interesse pela modernização tecnológica e a capacidade financeira efetiva das unidades armazenadoras para implementar tais mudanças. Foram recorrentes as menções ao elevado custo de implantação de tecnologias e às limitações orçamentárias enfrentadas pelas empresas, especialmente naquelas que possuem infraestrutura física obsoleta. Embora os gestores reconheçam que o retorno sobre o investimento tende a ser favorável a médio e longo prazo, a elevada barreira financeira inicial dificulta a adoção integrada das tecnologias, resultando em processos de modernização lentos e fragmentados.

A análise das barreiras e das percepções de valor associadas à transformação digital evidenciou que os fatores culturais apresentam relevância equivalente às limitações econômicas. Nesse sentido, a tecnologia é percebida como um mecanismo de validação externa da confiabilidade das unidades armazenadoras, sobretudo pela capacidade de gerar relatórios técnicos utilizados para obtenção de crédito e fortalecimento da confiança junto aos clientes e instituições financeiras. A digitalização dos processos operacionais contribui para ampliar a transparência das operações, favorecendo o acesso a financiamentos, uma vez que unidades tecnologicamente mais estruturadas tendem a apresentar menores riscos de deterioração dos grãos utilizados como garantia colateral.

Além disso, os relatos evidenciaram que a resistência à mudança constitui um desafio relevante para a consolidação da Indústria 4.0 no setor de armazenagem. Os participantes ressaltaram a necessidade de treinamento contínuo das equipes e apontaram a escassez de mão de obra qualificada como um dos principais obstáculos para a operacionalização de sistemas automatizados. Dessa forma, os resultados indicam que os desafios relacionados à modernização tecnológica não se restringem à aquisição de equipamentos e infraestrutura física, mas envolvem, sobretudo, o desenvolvimento de competências técnicas e gerenciais capazes de sustentar o processo de transformação digital nas unidades armazenadoras.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa atingiu seu objetivo central ao diagnosticar e propor diretrizes para o uso de tecnologias eficientes nos processos de gestão das unidades armazenadoras de grãos da cidade de Rio Verde (GO). O estudo evidenciou que a eficiência tecnológica, no contexto regional, é o principal vetor para a gestão.

Os dados quantitativos revelaram que a base tecnológica para a conservação física — especificamente o controle de temperatura e ventilação — está consolidada e é reconhecida como altamente eficaz por 100% dos gestores consultados. Entretanto, a pesquisa identificou um gargalo significativo na transição para a Indústria 4.0. Tecnologias de inteligência conectada, como IoT e Inteligência Artificial, embora desejadas para o futuro, ainda enfrentam barreiras de custo de implementação, o que limita a eficiência plena da gestão orientada por dados.

A aplicação da metodologia de Bardin (2016) nas análises qualitativas permitiu concluir que a tecnologia na armazenagem em Rio Verde transborda a função técnica de preservação, consolidando-se como um mecanismo de credibilidade e compliance. A digitalização dos processos de monitoramento foi apontada como um diferencial indispensável para a manutenção da confiança do cliente, conformidade com normas de segurança alimentar e facilitação do acesso ao crédito financeiro junto a instituições que exigem garantias de qualidade certificada.

Como resposta prática a esses desafios, o Guia Estratégico Modular para Modernização Tecnológica apresenta-se como a solução técnica deste mestrado. Ao estruturar a modernização em passos graduais e práticos, o guia oferece às unidades armazenadoras de Rio Verde (GO) uma rota para neutralizar o obstáculo do alto investimento inicial, permitindo ganhos de eficiência e qualidade de forma escalonada.

Conclui-se que o futuro da gestão de armazenagem na região depende da capacidade de integrar a competência técnica já existente com novas camadas de inteligência digital. Neste sentido, este trabalho contribui para o setor ao fornecer não apenas um diagnóstico do cenário atual, mas uma ferramenta estratégica que viabiliza a evolução tecnológica contínua, assegurando a competitividade na região de Rio Verde (GO) no cenário global do agronegócio.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CORA CORALINA. **Governo amplia capacidade de armazenagem para acompanhar produção de grãos.** Goiânia, 17 set. 2025. Disponível em: [Agência Cora Coralina](#). Acesso em: 29 set. 2025.

AGÊNCIA CORA CORALINA. **Produção de grãos em Goiás deve avançar 17% na safra 2024/2025.** Goiânia, 13 jul. 2025. Disponível em: [Agência Cora Coralina](#). Acesso em: 5 nov. 2025.

AGRO ESTADÃO. **Quais são os riscos do déficit de armazenagem no Brasil? Summit Agro, 6 jul. 2023.** Disponível em: [Agro Estadão](#). Acesso em: 22 out. 2025.

AGROBAYER. **Silos verticais: vantagens e eficiência no armazenamento de grãos.** 2023. Disponível em: [Agrobayer](#). Acesso em: 25 maio 2026.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Indústria 4.0: princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial.** Rio de Janeiro: Érica, 2019. E-book.

ARMAZENAGEM vira ponto de atenção em Goiás. **Rio Verde Rural**, Rio Verde, 21 jul. 2025. Disponível em: [Rio Verde Rural](#). Acesso em: 15 mar. 2026.

BAAL, Edson; CERETTA, Anderson Guilherme; ARCOS, Richard Anthony Gomez; BORTOLAIA, Luís Antônio; SILVA, Luís César da; ROMANO, Leonardo Nabaes; GARGIONI, Sergio Luiz; VALDIERO, Antônio Carlos. Demandas e soluções de engenharia no setor de pós-colheita de grãos. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Portugal, v. 16, n. 13, p. 1-21, 2024.

BARBOSA, A. C. E. O. **Interface entre projeto e execução: um estudo sobre o processo de desenvolvimento de projetos de edificações.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2016.

BARNI, A. *et al.* Análise da importância da armazenagem na cadeia produtiva de grãos. **Revista Interdisciplinar Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2023.

CEPEA/ESALQ-USP, 2022. Disponível em: [CEPEA](#). Acesso em: 16 mar. 2026.

BATALHA, Mário Otávio. **Gestão agroindustrial.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

BAUDET, Leandro M.; VILELA, E. F. Armazenamento de grãos. *In*: SILVA, J. S. (org.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas.** Viçosa: UFV, 2000.

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; PÉRA, Thiago Guilherme; ROCHA, Fernando Vinícius da. Armazenagem: outro desafio da logística do agronegócio. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 5, p. 20-21, maio 2023.

BORGES, Jefferson Silva. **Criminal compliance como ferramenta de gestão sustentável no agronegócio**. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Direito do Agronegócio e Desenvolvimento) – Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Plano Agrícola e Pecuário 2025/2026**. Brasília: MAPA, 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 2011.

CABRAL FILHO, Djalma Alves. **Gestão logística e tendências da logística 4.0**. Ponta Grossa: Atena, 2023.

CANAL RURAL. **Déficit de armazenagem de grãos supera 130 milhões de toneladas no Brasil**. Disponível em: [Canal Rural](#). Acesso em: 20 mar. 2026.

CATAPAN, Edilson Antonio (org.). **As ciências agrárias e seus impactos na sociedade**. São José dos Pinhais: Brazilian Journals, 2020.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **PIB do agronegócio brasileiro**. Piracicaba: CEPEA/USP, 2025. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em: 23 maio 2026.

CNN BRASIL. **A força do agro na economia brasileira**. São Paulo, 2024. Disponível em: [CNN Brasil](#). Acesso em: 10 mar. 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: CONAB, 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Armazenagem no Brasil: diagnóstico e perspectivas**. Brasília: CONAB, 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Perspectivas para a agropecuária: safra 2025/2026**. Brasília: CONAB, 2026. Disponível em: [CONAB](#). Acesso em: 11 mar. 2026.

COMPRE RURAL. **Déficit de armazenagem de grãos no Brasil exige R\$ 102 bilhões em investimentos, estima Itaú BBA**. 20 ago. 2025. Disponível em: [Compre Rural](#). Acesso em: 2 out. 2025.

CONCEIÇÃO, Carlos Alexandre da. **Avaliação da viabilidade econômica na instalação de uma unidade de secagem e armazenagem de grãos**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (CNA). **Armazenagem agrícola no Brasil: diagnóstico e perspectivas**. Brasília: CNA, 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (CNA). **Pesquisa inédita mostra realidade da armazenagem no Brasil**. Brasília, 10 ago. 2023. Disponível em: [CNA Brasil](#). Acesso em: 2 out. 2025.

D'ARCE, Marília A. B. **Pós-colheita e armazenamento de grãos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003.

DAVIS, John Herbert; GOLDBERG, Ray Allan. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard University Press, 1957.

DAY, George S.; SCHOEMAKER, Paul J.; GUNTHER, Robert E. **Gestão de tecnologias emergentes**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

DE MARTINI, Ricardo Elias; PRICHOA, Valmir; MENEGAT, Cezar Roberto. Vantagens e desvantagens da implantação de silo de armazenagem de grãos na Granja De Martini. **Revista do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai**, v. 4, n. 8, p. 1-12, 2009.

DELAI, Andréia P. D. *et al.* Armazenagem e ganhos logísticos: uma análise comparativa para comercialização da soja em Mato Grosso do Sul. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 395-414, 2017.

DHL. **Artificial intelligence in logistics: trend report 2024**. Bonn: DHL Customer Solutions & Innovation, 2024. Disponível em: [DHL](#). Acesso em: 25 maio 2026.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2023.

ELIAS, M. C. Pós-colheita de grãos. *In*: AMARAL, J. F. T. (org.). **Tecnologia de produtos agrícolas**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo**. Brasília, DF, 1 jun. 2021. Disponível em: [Embrapa](#). Acesso em: 20 nov. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Macrologística da agroindústria brasileira: armazenagem e beneficiamento de grãos**. Brasília: Embrapa Territorial, 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Perdas pós-colheita de grãos no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: EMBRAPA, 2018.

ESALQ-LOG. **Logística e infraestrutura do agronegócio brasileiro**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2025. Disponível em: [ESALQ-LOG](#). Acesso em: 23 maio 2026.

FATORELLI, Luiza. Supersafra de grãos pode levar Brasil a recorde de déficit de armazenagem em 2025. **Forbes Brasil**, 6 fev. 2025. Disponível em: [Forbes Brasil](#). Acesso em: 12 nov. 2025.

FREITAS, Henrique *et al.* O questionário informatizado: explorando novos recursos quantitativos e qualitativos na pesquisa de marketing. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 149-167, 2000.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2019.

GOIÁS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relatório da produção e armazenagem de grãos em Goiás 2015–2025**. Goiânia: SEAPA, 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: [IBGE](#). Acesso em: 4 out. 2025.

KLERKX, Laurens; JAKKU, Emma; LABARTHE, Pierre. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: new contributions and a future research agenda. **NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences**, Wageningen, v. 90-91, p. 1-16, 2019.

LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. **Gerenciamento de grãos armazenados: umidade, temperatura e CO₂**. 3. ed. Curitiba: Edição dos Autores, 2024.

LIMA, Faíque Ribeiro; FURTADO, André Tosi; MORAES, Márcio de. Conceitos e tecnologias da indústria 4.0: uma análise bibliométrica. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 19, e0200016, 2020.

MACÊDO NETO, Acácio Pereira de; IVALE, André Henrique; DUARTE, Aparecido Carlos; XAVIER, Daniel Laurentino de Jesus; RODRIGUES, Gabriel Santos; SOUZA, Jonatas Santos de; REIS, João Gilberto Mendes dos. Análise do relacionamento entre grãos armazenados e categoria de gestão de sistemas de armazenagem no Brasil. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 9, e42411932060, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32060>

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2016.

MELO, S. P.; TAVEIRA, J. H. S.; GIONGO, P. R. Mapeamento de regiões do Estado de Goiás com déficit e superávit de armazenamento de grãos. **V Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG**, 2018, Pirenópolis, GO. 2018. v. 5. p. 1-8. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/12317>. Acesso em: 20 jun. 2024.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Projeções do agronegócio: Brasil 2023/24 a 2033/34**. Brasília, DF: MAPA, 2024.

MORAES, Rodrigo Bombonati de S. **Indústria 4.0**. São Paulo: Blucher, 2022.

MORAIS, Izabelly Soares *et al.* **Introdução a Big Data e Internet das Coisas (IoT)**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

NATH, B.; CHEN, G.; SULLIVAN, C. M.; ZARE, D. Research and technologies to reduce grain postharvest losses: a review. **Foods**, Basel, v. 13, n. 12, p. 1875, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13121875>.

NOVACANA. Rio Verde triplica PIB e consolida verticalização da cadeia do milho. **NovaCana**, 2026. Disponível em: <https://www.novacana.com>. Acesso em: 23 maio 2026.

PEREIRA JUNIOR, E. H.; CHRIST, D.; COELHO, S. R. M.; BORGES, R.; DOS SANTOS, C. O.; KUNH, P. D. Soluções para melhorar a gestão dos processos críticos de uma unidade de armazenagem de grãos. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 14, n. 12, p. 21984–22013, 2023.

PORTAL AGRO SUMMIT. Transformação digital no agro brasileiro avança com uso de tecnologias por mais de 90% dos produtores rurais. **Agro Summit**, 2026. Disponível em: <https://agrosommit.com.br>. Acesso em: 23 maio 2026.

OCDE. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta, relato e uso de dados sobre inovação**. 4. ed. Paris: OECD Publishing, 2018.

RIO VERDE RURAL. Déficit de armazenagem pressiona logística e desafia conservação de grãos em Rio Verde (GO). **Rio Verde Rural**, 2025. Disponível em: <https://riooverderural.com.br>. Acesso em: 23 maio 2026.

ROARATO, E. Inovações em pós-colheita: o uso de sensores LoRaWAN em silos metálicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 28, n. 4, p. 210-225, 2024.

SANTOS, Aline Pereira dos; CARVALHO, Marcos Vinícius Silva. A importância da armazenagem e logística no agronegócio brasileiro: desafios e perspectivas para redução de perdas pós-colheita. **Interação Interdisciplinar**, Mineiros, v. 9, n. 1, p. 45-60, 2025.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café**. 2. ed. Brasília: SENAR, 2022. (Coleção SENAR, 216). ISBN 978-85-7664-201-5.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café**. Brasília: SENAR, 2018. (Coleção SENAR, 216). ISBN 978-85-7664-201-5.

SIAGRI. **Tendências e inovações em armazenagem de grãos para otimizar a produção**. Goiânia, 3 abr. 2023. Disponível em: [Siagri](https://siagri.org.br). Acesso em: 29 set. 2025.

SILVA, A. S. **Gestão da pós-colheita: desafios da armazenagem 4.0 no Cerrado**. Goiânia: Editora Acadêmica, 2022.

SILVA, F. *et al.* Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 358-363, 2015.

SILVA, J. S. *et al.* Tecnologias digitais e inteligência artificial aplicadas à pós-colheita. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 41, n. 2, p. 215-229, 2021.

SOUSA, D. M. **Tecnologias para eficiência em unidades armazenadoras de grãos: desafios e oportunidades**. 2023. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2023.

SOUZA, Marlon F.; BASTOS, Guilherme. Reflexões sobre o déficit de armazenagem de grãos. **Agro FGV**, São Paulo, 7 abr. 2025. Disponível em: [FGV Agro](#). Acesso em: 6 nov. 2025.

STRACKE, T. **Silo bolsa como alternativa no armazenamento de grãos: estudos de casos no Rio Grande do Sul**. 2015. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação Desenvolvimento Rural, Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ, Cruz Alta - RS, 2015. Disponível em: [http:// https://home.unicruz.edu.br/wp-content/uploads/2017/04/TIAGO-STRACKE-SILO-BOLSA-COMO-ALTERNATIVA-NO-ARMAZENAMENTO-DE-GR%C3%83OS-ESTUDOS-DE-CASOS-NO-RIO-GRANDE-DO-SUL.pdf](http://https://home.unicruz.edu.br/wp-content/uploads/2017/04/TIAGO-STRACKE-SILO-BOLSA-COMO-ALTERNATIVA-NO-ARMAZENAMENTO-DE-GR%C3%83OS-ESTUDOS-DE-CASOS-NO-RIO-GRANDE-DO-SUL.pdf). Acesso em: 22 jun. 2025.

TECHAGRO BRASIL. **Armazenamento de grãos**. Disponível em: [TechAgro Brasil](#). Acesso em: 20 mar. 2026.

VERONEZE, Fernando; MAXIMIANO, Antonio Cesar A. **Gestão eficiente de processos**. Rio de Janeiro: Atlas, 2026.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. O agronegócio brasileiro: a contribuição do Ipea nos debates. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, n. 30, p. 115-123, jul./dez. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/brua30art10>. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br>. Acesso em: 23 maio 2026.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: intitulada “Tecnologias eficientes nos processos de armazenadoras de grãos com foco na gestão da qualidade na cidade de Rio Verde - GO”. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, este documento deverá ser assinado em duas vias, sendo a primeira de guarda e confidencialidade da pesquisadora responsável e a segunda ficará sob sua responsabilidade para quaisquer fins.

Em caso de recusa, você não será penalizado (a) de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Poliane Gomes Pereira através do telefone: (64) 99304-4158 ou através do e-mail poliane.gomes0301@gmail.com. Em caso de dúvida sobre a ética aplicada à pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Goiano (situado na Rua 88, nº310, Setor Sul, CEP 74085-010, Goiânia, Goiás. Caixa Postal 50) pelo telefone: (62) 9 9226 3661 ou pelo email: cep@ifgoiano.edu.br.

Justificativa, objetivos e procedimentos

A presente pesquisa é motivada pois Rio Verde consolidou-se como referência em inovação e tecnologia voltadas ao setor agroindustrial, sediando diversas feiras tecnológicas de grande visibilidade nacional e internacional. Empresas de diferentes segmentos do agronegócio, incluindo multinacionais do ramo de sementes, defensivos agrícolas, equipamentos agrícolas e armazenagem de grãos, estão instaladas no município, favorecendo o desenvolvimento econômico e tecnológico da região.

Esse cenário de crescimento econômico, tecnológico, educacional e social posiciona Rio Verde como uma cidade estratégica para o desenvolvimento de estudos e pesquisas aplicadas, especialmente na interface entre inovação, gestão e agronegócio. Ademais, segundo a Pesquisa de Estoques – 2º semestre de 2021 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2021, p. 14) “Em Goiás, o destaque são os municípios de Jataí e Rio Verde, que juntos respondem por 23,4% da capacidade de estocagem do Estado”.

Ela se justifica, pois, investigar e propor soluções tecnológicas para a armazenagem de grãos se apresenta como uma estratégia essencial para garantir a competitividade e a sustentabilidade da produção agrícola na região objeto de estudo.

O objetivo deste projeto é analisar as tendências tecnológicas nas empresas de armazenagem de grãos, colocando em destaque seus impactos na eficiência operacional e na sustentabilidade do setor com requisito para alcançar a qualidade. A população a ser estudada será composta por líderes responsáveis de 15 empresas na área de armazenagem de grãos na região de Rio Verde/GO. Será utilizada uma abordagem metodológica mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos. A pesquisa será desenvolvida em etapas, com coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica, documental e aplicação de questionários composto por questões abertas e fechadas.

Desconfortos, riscos e benefícios

Ao analisar os riscos e benefícios envolvidos no desenvolvimento desta pesquisa, considera-se que o estudo apresenta riscos mínimos aos participantes, principalmente no momento de responder aos questionários propostos. Entre os possíveis riscos, destacam-se

eventuais desconfortos psicossociais, como sensação de vergonha, insegurança ou constrangimento ao responder determinadas questões. Contudo, por se tratar de uma pesquisa direcionada a gestores, cujas funções naturalmente demandam segurança na comunicação e exposição de ideias, esses riscos são considerados de baixa probabilidade.

Outro aspecto a ser considerado refere-se a riscos físicos associados ao tempo dedicado à resposta dos questionários, especialmente se o participante não estiver em um ambiente confortável e ergonomicamente adequado. Para minimizar tais riscos, será orientado que os participantes escolham um local confortável, seguro, silencioso e que disponham de tempo adequado para responder ao instrumento com tranquilidade.

O questionário disponibilizará a opção de anonimato, conferindo maior segurança e incentivando a adesão dos participantes. A participação será completamente voluntária, sem qualquer obrigatoriedade, sendo garantido o direito de recusa ou desistência a qualquer momento, conforme estabelecido no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Para facilitar a participação, os questionários serão enviados via Google Forms, onde o contato também se dará por videoconferência para que o participante possa retirar eventuais dúvidas, será apresentado as questões ao participante, permitindo que os participantes respondam no horário que lhes for mais conveniente. A gravação de imagem, voz ou vídeo será realizada com a solicitação e posterior autorização do participante, sendo utilizadas somente para a pesquisa, resguardando o sigilo e a privacidade dos participantes. Será informado ao participante que os vídeos serão baixados e guardados em drives locais, em computador e não serão salvos em nuvem, para amenizar o risco de acesso de terceiros, será baixado com acesso restrito aos pesquisadores, a fim de garantir a confidencialidade e evitar a divulgação indevida das informações.

Apesar de todo o comprometimento da pesquisadora será informado ao participante que não há uma garantia absoluta de confidencialidade, há limitações, pois mesmo com medidas de anonimato o risco de vazamento de informações pode ocorrer devido o *google forms* ser uma plataforma online e passar por sistemas de terceiros, podendo ter o risco de ciberataques por exemplo. A pesquisadora irá se comprometer em minimizar os riscos coletando somente dados necessários, identificando cada pesquisado por códigos, manter o acesso somente pela pesquisadora, após o período, será efetuado o descarte dos documentos de forma ética e segura, com eliminação definitiva de todos os meios digitais (arquivos de computador, drives, e-mails e outros), garantindo a destruição completa dos registros, conforme disposto no Art. 28, IV, da Resolução nº 510/2016 e item XI.2, "f", da Resolução nº 466/2012. Para os materiais realizados de forma física ou impressa após a conclusão da pesquisa, os documentos físicos serão mantidos por um período mínimo de 5 (cinco) anos e ao final deste período serão descartados cumprindo a ética e segurança, através de trituração mecânica por fragmentadora de papel ou incineração, garantindo a destruição dos dados e informações pessoais.

Será garantido ao participante o direito de se recusar a responder qualquer questão, não será obrigatório responder de forma total, poderá ser respondido de forma parcial, sendo de livre vontade. O formulário eletrônico não será configurado com perguntas obrigatórias, permitindo assim que os participantes avancem para as próximas perguntas até a finalização do questionário. Nas entrevistas ou aplicações, o pesquisador informará ao participante que sua participação é voluntária e não há qualquer obrigação de responder a todas as questões.

Desta forma, o protocolo de pesquisa está adequado às exigências éticas e técnicas estabelecidas pela Carta Circular nº 01/2021 da CONEP, para que seja respeitado de forma plena aos participantes os princípios de confidencialidade, autonomia, privacidade e proteção de dados.

Como benefício, destaca-se a contribuição dos participantes para o enriquecimento do conhecimento acadêmico e para o aprimoramento das práticas no setor de armazenagem de grãos. Os participantes poderão expressar livremente suas opiniões sobre as tecnologias aplicadas ao setor, compartilhando sua experiência enquanto gestores e usuários diretos dessas inovações, colaborando para o avanço da eficiência e da qualidade na gestão e nos processos organizacionais.

Desta forma, com a participação de cada um, há a possibilidade de aprimorar a eficiência operacional das unidades armazenadoras, reduzir perdas no processo, fomentar a inovação para esse nicho de mercado proporcionando uma maior competitividade para as empresas.

Após a apuração dos dados, a pesquisadora responsável realizará a guarda dos documentos digitais, de forma segura pelo prazo de 5 anos.

Forma de acompanhamento e assistência:

Será assegurada a garantia de assistência integral em qualquer etapa do estudo. Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas, ou suporte adequado a qualquer desconforto ou eventualidade que ocorra durante sua participação através do telefone: (64) 99304-4158 ou do e-mail:

poliane.gomes0301@gmail.com.

Garantia de esclarecimento, liberdade de recusa e garantia de sigilo

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer tempo e aspecto que desejar, através dos meios citados acima. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento, sendo sua participação voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade.

O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e todos os dados coletados servirão apenas para fins de pesquisa. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Garantia da forma de recebimento do TCLE:

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será entregue em duas vias. Uma via ficará em poder da pesquisadora e a outra será entregue a você, garantindo que ambas as partes tenham o documento original, não cópias.

Custos da participação, ressarcimento e indenização por eventuais danos

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira.

Caso você sofra algum dano decorrente dessa pesquisa, a equipe de pesquisa dá garantia do direito de pleitear indenização diante de danos eventuais e assegura que qualquer prejuízo causado será devidamente compensado.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto,

eu _____ estou de acordo em participar da pesquisa intitulada “Tecnologias eficientes nos processos de armazenadoras de grãos com foco na gestão da qualidade na cidade de Rio Verde - GO”, de forma livre e espontânea, podendo retirar a qualquer meu consentimento a qualquer momento.

_____, de _____ de 20__

Assinatura do responsável pela pesquisa

Assinatura do participante

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO PARA O USO DE IMAGEM (FOTO/VÍDEO) NA VEICULAÇÃO DA PESQUISA



SERVIÇO PÚBLICO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS RIO VERDE – GOIÁS

TERMO DE CONSENTIMENTO PARA O USO DE IMAGEM (FOTO/VÍDEO) NA VEICULAÇÃO DA PESQUISA

Autorizo a utilização de imagem, fotos e vídeos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides) produzidos durante a pesquisa:

“TECNOLOGIAS EFICIENTES NOS PROCESSOS DE UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃO COM FOCO NA GESTÃO DA QUALIDADE NA CIDADE DE RIO VERDE - GO”.

Destaco que a minha participação nessa pesquisa é de carácter voluntário e que fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora responsável **Poliane Gomes Pereira**, sob orientação dos Professores **Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira** e **Dra. Maria Gláucia Dourado Furquim**, sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos e os procedimentos e métodos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação do estudo. Estou ciente de que a autorização para o uso de imagem, fotos/vídeos me isenta de todo e qualquer gasto financeiro e que não haverá remuneração pela veiculação da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade.

Declaro, portanto, que concordo com a minha participação no projeto de pesquisa acima descrito e que autorizo o uso da minha imagem na veiculação da pesquisa.

Rio Verde - GO, ____ de _____ de 2025.

Participante da pesquisa

Responsável pelo participante da pesquisa

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO

Prezado participante,

Agradecemos o seu interesse em participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada **“TECNOLOGIAS EFICIENTES NOS PROCESSOS DE UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃO COM FOCO NA GESTÃO DA QUALIDADE NA CIDADE DE RIO VERDE - GO”**. O referido estudo é parte integrante do TCC do Programa de Pós-Graduação em Administração, do Mestrado Profissional em Administração do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde - GO.

O objetivo do questionário é caracterizar a população pesquisada e coletar dados sobre as estratégias da empresa em relação as tecnologias em seus processos visando a qualidade e quais inovações estão sendo buscadas e implementadas nas empresas de armazenagem de grão na Região de Rio Verde- Go, identificando as com maior potencial de eficiência na gestão da qualidade.

Ressaltamos que as informações recolhidas nesta entrevista serão ANÔNIMAS e CONFIDENCIAIS, sendo exclusivamente utilizadas no âmbito do estudo que está sendo desenvolvido. Será garantido ao participante o direito de se recusar a responder qualquer questão, não será obrigatório responder de forma total, poderá ser respondido de forma parcial, sendo de livre vontade. O formulário eletrônico não está configurado com perguntas obrigatórias, permitindo assim que os participantes avancem para as próximas perguntas até a finalização do questionário. A participação é voluntária e não há qualquer obrigação de responder a todas as questões.

Link:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe0T4RfgcWH15VgAfogiarnWUtof4zDwyyCtWOGvL33nFYaeQ/viewform?usp=header>

ROTEIRO DO QUESTIONÁRIO

SESSÃO 1 – Perfil do Participante

1 – Qual é o seu nome? (Resposta Opcional)

2 – Sexo:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Feminino | <input type="checkbox"/> Não binário |
| <input type="checkbox"/> Masculino | <input type="checkbox"/> Prefiro não responder |
| <input type="checkbox"/> Outro: _____ | |

3 – Qual sua faixa etária?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> De 18 a 24 anos | <input type="checkbox"/> A partir de 51 anos |
| <input type="checkbox"/> De 25 a 35 anos | <input type="checkbox"/> Não informado |
| <input type="checkbox"/> De 36 a 50 anos | |

4 – Qual sua escolaridade?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Ensino fundamental | <input type="checkbox"/> Pós-graduação / especialização |
| <input type="checkbox"/> Ensino médio / técnico | <input type="checkbox"/> Mestrado |
| <input type="checkbox"/> Graduação | <input type="checkbox"/> Doutorado |
| <input type="checkbox"/> Graduação incompleta | <input type="checkbox"/> Pós-doutorado |

SESSÃO 3 – Tecnologias Utilizadas

15 – Qual tecnologia sua empresa utiliza para monitoramento de temperatura dos grãos?

- Sensores manuais
- Sensores automáticos
- Não utiliza tecnologia de monitoramento
- Outro (especificar) _____

16 – Sua empresa utiliza sistemas de ventilação automatizados para controlar as condições do ambiente de armazenagem?

- Sim
- Não
- Planejamos implementar
- Não sei

17 – A empresa utiliza sensores de umidade no processo de armazenagem de grãos?

- Sim, de forma automática Não sei
- Sim, mas de forma manual
- Não

18 – Qual dessas tecnologias sua empresa utiliza para controle de pragas nos silos de armazenagem?

- Sistemas automáticos de controle de pragas
- Monitoramento manual
- Não utilizamos nenhum controle
- Outro (especificar) _____

19 – A empresa utiliza sensores de umidade no processo de armazenagem de grãos?

- Sim, de forma automática Não
- Sim, mas de forma manual Não sei

20 Qual dessas tecnologias sua empresa utiliza para controle de pragas nos silos de armazenagem?

- Sistemas automáticos de controle de pragas
 Monitoramento manual
 Não utilizamos nenhum controle
 Outro (especificar) _____

21 - Sua empresa utiliza sistemas de monitoramento remoto (IoT) para o controle de qualidade dos grãos armazenados?

- Sim, de forma contínua Não utilizamos
 Sim, de forma esporádica Não sei

22 - Quais sistemas automatizados sua empresa usa no processo de armazenagem de grãos?

- Sistemas de secagem automatizados
 Sistemas de ventilação automatizados
 Sistemas de monitoramento de temperatura, umidade relativa e umidade
 Nenhum sistema automatizado
 Outro (especificar) _____

23 - Sua empresa utiliza tecnologias para rastreabilidade dos grãos armazenados?

- Sim, com uso de blockchain
 Sim, com sistemas internos de rastreamento
 Não
 Não sei

SESSÃO 4 – Eficácia das Tecnologias

24 - Como você avaliaria a eficácia do controle de temperatura no armazenamento dos grãos?

- Muito eficaz Pouco eficaz
 Eficaz Ineficaz

25 - Como você avalia o impacto dos sistemas automatizados de ventilação na preservação da qualidade dos grãos?

- Muito positivo Não sei responder
 Positivo Negativo

26 - A implementação de tecnologias de monitoramento remoto trouxe benefícios para a eficiência do processo de armazenagem?

- Sim, significativamente Não trouxe benefícios
 Sim, de forma moderada Não sei responder

27 - Qual é a eficácia do controle de umidade na preservação dos grãos armazenados?

- Muito eficaz Pouco eficaz
 Eficaz Ineficaz

28 - Como você avalia a eficácia do uso de sensores de temperatura e umidade para controlar as condições de armazenagem?

- Muito eficaz Pouco eficaz
 Eficaz Ineficaz

29 - Você percebe redução nas perdas de grãos devido ao controle mais preciso de temperatura e umidade?

- Sim, significativa Não percebi redução
 Sim, moderada Não sei responder

30 - O uso de tecnologias automatizadas ajudou a reduzir custos operacionais?

- Sim, de forma significativa Não reduziu custos
 Sim, de forma moderada Não sei

31 - As tecnologias utilizadas na sua empresa ajudam a garantir a conformidade com as regulamentações de segurança alimentar?

- Sim, completamente Não
 Sim, parcialmente Não sei

32 - Qual é o impacto das tecnologias de rastreabilidade no relacionamento com os clientes?

- Melhora muito a confiança Não tem impacto
 Melhora moderadamente a confiança Diminui a confiança

SESSÃO 5: Desafios e Obstáculos

33 - Qual é o maior desafio no uso de tecnologias no processo de armazenagem de grãos?

- Alto custo de implementação Falta de capacitação dos funcionários
 Complexidade operacional Resistência à mudança

34 - Há dificuldades em adaptar as tecnologias de armazenagem às condições específicas da sua empresa?

- Sim, muitas dificuldades Não, não há dificuldades
 Algumas dificuldades Não sei responder

35 - Sua empresa já enfrentou problemas de falha ou mau funcionamento das tecnologias utilizadas?

- Sim, frequentemente
 Sim, ocasionalmente
 Não
 Não sei

36 - Como sua empresa lida com a resistência à adoção de novas tecnologias?

- Treinamento contínuo dos funcionários Não há resistência
 Adaptação gradual das tecnologias Não sei

37 - Você considera que o custo-benefício das tecnologias de armazenagem é favorável para sua empresa?

- Sim, muito favorável Não muito favorável
 Sim, razoavelmente favorável Não favorável

38 - Sua empresa possui uma equipe dedicada à manutenção e monitoramento das tecnologias de armazenagem?

- Sim, uma equipe dedicada Não
 Sim, uma equipe parcial Não sei

SESSÃO 6: Perspectivas Futuras e Sustentabilidade

39 - Você acredita que a tecnologia desempenha um papel crucial na sustentabilidade do setor de armazenagem de grãos?

- Sim, com certeza Não
 Sim, moderadamente Não sei

40 - Sua empresa está investindo em tecnologias para reduzir a pegada ambiental do processo de armazenagem?

- Sim, significativamente Não
 Sim, moderadamente Não sei

41 - Você acredita que a adoção de tecnologias emergentes (como IA e blockchain) será essencial para o futuro da armazenagem de grãos?

- Sim, essencial Não, não será essencial
 Sim, mas gradual Não sei

42 - Sua empresa tem planos para expandir o uso de tecnologias nos próximos anos?

- Sim, de forma significativa Não temos planos
 Sim, mas de forma gradual Não sei

43 - Quais áreas do processo de armazenagem você acredita que mais se beneficiaram de inovações tecnológicas?

- Controle de temperatura e umidade
 Controle de pragas
 Rastreabilidade e conformidade
 Eficiência energética e redução de desperdícios
 Outro (especificar) _____

SEÇÃO 7: Opiniões Gerais

44 - Na sua opinião, qual é a principal vantagem que as tecnologias de armazenagem de grãos oferecem para a qualidade do produto?

- Aumento da durabilidade e vida útil dos grãos
- Redução de perdas e desperdícios
- Melhoria na rastreabilidade e conformidade com normas
- Melhoria na competitividade de mercado
- Outros (Especificar: _____)

45 - Quais melhorias sua empresa acredita que podem ser feitas na utilização de tecnologias no processo de armazenagem de grãos?

- Investir mais em automação
- Melhorar a capacitação dos funcionários
- Integrar mais sistemas de monitoramento remoto
- Expandir o uso de tecnologias emergentes (IA, *blockchain* etc.)
- Outros (Especificar: _____)

Questões Discursivas

44. Sua empresa possui uma rede de distribuidores ou realiza vendas diretas para clientes finais? Como você avalia o impacto da qualidade dos grãos armazenados no relacionamento com seus clientes?

45. Qual foi o principal motivador para a adoção de tecnologias em sua empresa (ex: aumento da produtividade, redução de perdas, compliance com regulamentações etc.)?

46. Você considera que a tecnologia de controle de temperatura e umidade tem sido eficaz na preservação da qualidade dos grãos? Pode fornecer exemplos específicos de como essa tecnologia contribui para a qualidade dos grãos?

47. Que tipo de sistemas automatizados de ventilação sua empresa utiliza? Como esses sistemas contribuem para a manutenção da qualidade dos grãos armazenados?

48. Sua empresa utiliza tecnologias de monitoramento remoto (IoT)? Como você avalia sua eficácia na manutenção da qualidade dos grãos armazenados? Que benefícios você percebe no uso dessas tecnologias para a gestão do estoque de grãos?

49. Como os sistemas de controle de pragas e a utilização de fumos/repelentes afetam a qualidade dos grãos armazenados? Quais tecnologias são mais utilizadas para controle de pragas na sua empresa?

50. Sua empresa utiliza tecnologias emergentes, como inteligência artificial ou *blockchain*? Se sim, como essas tecnologias têm impactado a rastreabilidade e a qualidade dos grãos armazenados?

51. Qual a importância do uso de sistemas de secagem automáticos na preservação da qualidade dos grãos? Quais tipos de sistemas de secagem são mais comuns em sua empresa?

52. Você percebe algum impacto direto da utilização de sensores e automação na redução de perdas e desperdícios de grãos? Pode fornecer exemplos práticos?

Seção 1: Eficiência e Impacto das Tecnologias na Qualidade dos Grãos

53. De que forma as tecnologias utilizadas por sua empresa impactam diretamente a qualidade dos grãos armazenados? Existe alguma diferença perceptível na qualidade após a adoção das tecnologias?

54. Quais as principais dificuldades ou limitações enfrentadas ao implementar essas tecnologias na sua empresa? Houve resistência por parte dos funcionários ou dificuldades financeiras?

55. Como sua empresa monitora e assegura a qualidade dos grãos durante todo o processo de armazenagem? Há algum procedimento específico de controle de qualidade implementado?

56. Qual é o papel da gestão da qualidade no controle de deterioração dos grãos durante o armazenamento? Como a qualidade é verificada e certificada durante o processo?

57. Você utiliza algum sistema de gestão da qualidade (ISO 9001, BPF etc.) para assegurar a qualidade durante o armazenamento? Como esse sistema tem ajudado sua empresa a melhorar a qualidade dos grãos?

58. Em sua opinião, qual tecnologia foi mais eficaz para garantir a qualidade dos grãos armazenados?

59. Quais problemas relacionados à qualidade dos grãos você já enfrentou em função da falta de tecnologia ou processos inadequados? Como esses problemas foram resolvidos ou mitigados?

60. Que tipo de impacto você percebeu em sua competitividade no mercado após a implementação de tecnologias para armazenagem de grãos? Houve um aumento na confiança do cliente ou melhoria no posicionamento no mercado?

Seção 2: Desafios e Gestão de Qualidade

61. Quais são os principais desafios que sua empresa enfrenta no processo de armazenagem de grãos? Como esses desafios são superados?

62. Você acredita que a gestão da qualidade no processo de armazenagem é uma prioridade em sua empresa? Quais áreas da gestão de qualidade ainda precisam de melhorias?

63. De que maneira as tecnologias de armazenagem impactam a segurança alimentar e a conformidade com regulamentações? Sua empresa já enfrentou desafios regulatórios relacionados à qualidade dos grãos armazenados?

64. Você acredita que os custos de implementação das tecnologias de qualidade e armazenagem justificam os benefícios obtidos? Se não, por quê?

65. Quais melhorias você acredita que ainda podem ser feitas na infraestrutura de armazenamento para melhorar ainda mais a qualidade dos grãos?

66. Quais são as prioridades de investimento em tecnologia para o futuro próximo em sua empresa? Quais áreas da armazenagem e gestão da qualidade precisam de mais atenção?

67. Sua empresa realiza auditorias internas ou externas para verificar a qualidade dos grãos armazenados? Como as auditorias influenciam as decisões relacionadas à qualidade e tecnologias?

68. Em sua opinião, como a evolução das tecnologias pode impactar a gestão da qualidade no setor de armazenagem de grãos nos próximos anos?

69. Quais melhorias você gostaria de ver nas tecnologias de armazenagem para tornar o processo mais eficiente e garantir melhor qualidade?

70. Como você enxerga a integração de novas tecnologias, como inteligência artificial e automação, para aprimorar a gestão da qualidade e a eficiência dos processos de armazenagem?

71. Você acredita que a utilização de tecnologias avançadas poderá contribuir para a sustentabilidade da sua operação de armazenagem? Como isso se refletiria na preservação de recursos naturais, como energia e água?

72. Sua empresa tem interesse em integrar mais tecnologias para controle de qualidade e otimização do processo de armazenagem? Quais tecnologias ainda não foram implementadas, mas você considera necessárias?

73. Você percebe que há uma tendência crescente no mercado para o uso de tecnologias mais avançadas para garantir a qualidade dos grãos? Como isso pode impactar sua competitividade no futuro?

74. Quais são, em sua opinião, os maiores benefícios da utilização de tecnologias avançadas na armazenagem de grãos?

75. Na sua visão, como a qualidade dos grãos pode ser melhorada ao longo de todo o processo, da recepção ao transporte? Que tipo de melhorias você implementaria em cada uma dessas etapas?

76. Como sua empresa lida com a resistência à adoção de novas tecnologias por parte dos funcionários ou *stakeholders*?

77. De que maneira as tecnologias têm impactado os custos operacionais da sua empresa? Isso tem levado a uma redução nos custos de desperdício ou na melhoria dos lucros?

78. Quais são os fatores-chave que você considera essenciais para garantir a qualidade dos grãos armazenados, além das tecnologias?

79. Você acredita que há um espaço para maior colaboração entre empresas no setor para melhorar a qualidade dos grãos armazenados?

80. Quais práticas de gestão da qualidade você considera mais eficazes no contexto atual de armazenagem de grãos?

81. Sua empresa já considerou a adoção de tecnologias para melhorar a eficiência energética ou reduzir a pegada ambiental no processo de armazenagem?
