



CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITAITUBA LTDA
FACULDADE DE ITAITUBA – FAI
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

HERBERT RODRIGUES LIMA

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO LOGÍSTICO INTERNO,
FUNCIONALIDADE E CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM DE
GRÃOS EM UM ARMAZÉM GRANELEIRO EM ITAITUBA- PA**

Itaituba - PA

2026

HERBERT RODRIGUES LIMA

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO LOGÍSTICO INTERNO,
FUNCIONALIDADE E CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM DE
GRÃOS EM UM ARMAZÉM GRANELEIRO EM ITAITUBA- PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Itaituba para obtenção da nota em
TCC II do Curso de Bacharelado em Engenharia
Civil.

Orientadora: Prof.^a Mestra. Rosângela de Aguiar
Rodrigues

Itaituba - PA

2026

LIMA, Herbert Rodrigues.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO LOGÍSTICO INTERNO, FUNCIONALIDADE
E CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS EM UM ARMAZÉM
GRANELEIRO EM ITAITUBA- PA.

63 fls.: il.

Orientadora: Rosângela de Aguiar Rodrigues

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) Graduação em Administração -
Faculdade de Itaituba – FAI, 2026.

1. Grãos. 2. Processo Logístico. 3. Armazém Graneleiro. Rosângela. II
Faculdade de Itaituba. Itaituba, BR-PA, 2026.

HERBERT RODRIGUES LIMA

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO LOGÍSTICO INTERNO,
FUNCIONALIDADE E CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM DE
GRÃOS EM UM ARMAZÉM GRANELEIRO EM ITAITUBA- PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Itaituba para obtenção da nota em
TCC II do Curso de Bacharelado em Engenharia
Civil.

Orientadora: Prof.^a Mestra. Rosângela de Aguiar
Rodrigues

BANCA EXAMINADORA

Presidente: _____ Nota: _____

Prof.^a Mestra. Rosângela de Aguiar Rodrigues

Avaliador(a): _____ Nota: _____

Prof.^a

Avaliador(a): _____ Nota: _____

Prof.^a

Resultado: _____ Média: _____

Itaituba/PA, ____ de 2026.

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, fonte de fé, força e sabedoria, que me sustentou ao longo de toda a trajetória acadêmica. Dedico também à minha família, pelo apoio incondicional, incentivo constante e presença fundamental em cada etapa deste caminho, tornando possível a concretização deste importante objetivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por conceder saúde, sabedoria e perseverança ao longo de toda a trajetória acadêmica, fortalecendo-me diante dos desafios e possibilitando a conclusão deste trabalho com responsabilidade e determinação.

À minha família, pelo apoio constante, incentivo incondicional e compreensão nos momentos de dedicação intensa aos estudos, sendo base essencial para a superação das dificuldades e para a concretização desta importante etapa da minha formação profissional.

Ao Centro de Estudos Superiores de Itaituba LTDA, por meio da Faculdade de Itaituba – FAI, pela oportunidade de formação acadêmica e pelo compromisso com a qualidade do ensino superior, que contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento técnico, científico e humano ao longo do curso de Bacharelado em Engenharia Civil.

Aos docentes do curso de Engenharia Civil, pelos conhecimentos compartilhados, pela dedicação ao ensino e pela contribuição para a construção de uma formação sólida e alinhada às exigências da prática profissional.

À Prof.^a Rosangela, pela orientação, disponibilidade e contribuições acadêmicas ao longo do desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso, fundamentais para o aprimoramento do estudo e para a consolidação dos resultados apresentados.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão desta etapa acadêmica, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Avaliação do processo logístico interno, funcionalidade e capacidade de armazenagem de grãos em um armazém graneleiro em Itaituba (PA)” analisa os aspectos técnicos e operacionais que estruturam o fluxo interno de armazenamento de grãos em um armazém localizado na cidade de Itaituba, no oeste do Pará. O estudo tem como objetivo geral avaliar o processo logístico interno, a funcionalidade e a capacidade de armazenagem, identificando as etapas de recebimento, classificação, secagem e estocagem, bem como o desempenho dos equipamentos utilizados e a eficiência do fluxo logístico. A pesquisa, de campo e abordagem descritiva e qualitativa, foi conduzida mediante aplicação de questionário estruturado junto ao responsável técnico pelo armazém, aliado à observação direta das operações de recebimento, secagem e estocagem. Os resultados demonstraram que o armazém possui estrutura funcional adequada à sua escala de operação, com capacidade total de aproximadamente 240 toneladas distribuídas entre silos principais e pulmões auxiliares. O sistema de secagem, operado manualmente por forno a lenha, apresentou bom desempenho técnico, assegurando controle eficiente de temperatura e umidade, enquanto a manutenção preventiva regular reduziu a ocorrência de falhas e garantiu estabilidade operacional durante a safra. Observou-se que, embora a capacidade instalada seja parcialmente suficiente para atender ao volume recebido, o planejamento de fluxo e o uso estratégico de silos pulmão permitem a continuidade das operações sem perdas significativas. O nível geral de eficiência logística foi classificado como alto, sustentado pela integração entre infraestrutura, controle técnico e gestão preventiva. Conclui-se que o armazém estudado representa um modelo intermediário de eficiência logística na região amazônica, combinando práticas operacionais sólidas e gestão técnica eficiente, ainda que condicionado por limitações estruturais e tecnológicas. Recomenda-se a ampliação da capacidade estática, o investimento gradual em automação dos processos de secagem e ventilação e a adoção de sistemas digitais de monitoramento ambiental, visando elevar o desempenho e a competitividade logística do setor na Amazônia.

Palavras-chave: Armazenagem. Grãos. Logística. Eficiência. Amazônia.

ABSTRACT

The Undergraduate Thesis entitled “*Evaluation of the internal logistics process, functionality, and storage capacity of grains in a bulk warehouse in Itaituba (PA)*” analyzes the technical and operational aspects that structure the internal grain storage flow in a warehouse located in the city of Itaituba, western Pará, Brazil. The general objective of the study is to assess the internal logistics process, functionality, and storage capacity by identifying the stages of reception, classification, drying, and storage, as well as evaluating equipment performance and overall logistical efficiency. This field research, with a descriptive and qualitative approach, was conducted through a structured questionnaire applied to the warehouse’s technical manager, combined with direct observation of the reception, drying, and storage operations. The results showed that the warehouse has a functional structure suitable for its scale of operation, with a total capacity of approximately 240 tons distributed among main silos and auxiliary buffer silos. The drying system, manually operated with a wood-fired furnace, exhibited good technical performance, ensuring effective temperature and humidity control, while regular preventive maintenance minimized operational failures and guaranteed stability during the harvest period. Although the installed capacity was only partially sufficient to meet the received volume, efficient flow planning and the strategic use of buffer silos ensured operational continuity without significant losses. The overall logistics efficiency level was classified as high, supported by the integration of infrastructure, technical control, and preventive management. It is concluded that the analyzed warehouse represents an intermediate model of logistical efficiency in the Amazon region, combining solid operational practices and effective technical management, despite structural and technological limitations. It is recommended to expand the static storage capacity, gradually invest in automation of the drying and ventilation processes, and implement digital environmental monitoring systems to enhance performance and logistical competitiveness in the Amazonian grain sector.

Keywords: Storage. Grain. Logistics. Efficiency. Amazon Region.

LISTA DE SIGLAS

BR-163 Rodovia Federal BR-163.

CNS Conselho Nacional de Saúde.

CNT Confederação Nacional do Transporte.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento.

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MEI Matérias Estranhas e Impurezas.

MTPA Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil.

PA Pará.

PCA Programa para Construção e Ampliação de Armazéns.

SENAR Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.

TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Distribuição Espacial das Unidades Armazenadoras por Região	15
Figura 2- Fluxograma de processos de armazenagem dos grãos.....	18
Figura 3 – Armazenamento com sistema de secagem convencional.....	19
Figura 4 – Gráfico de tipos de estrutura de armazenagem	20
Figura 5. – Divisão da capacidade estática de armazenagem de grãos sólidos agrícolas por agrupamento.....	21
Figura 6– Tipos de armazéns para estocagem de grãos sólidos agrícolas	22
Figura 7- Exemplo de silo metálico	22
Figura 8– Exemplo de silo de concreto.....	23
Figura 9- Exemplo de Silo Horizontal.....	23
Figura 10– Exemplo silo bolsa ou bag	24
Figura 11 – Operações com incidência de perdas	25
Figura 12 –Capacidades de carga transportada por caminhões, vagões ferroviários, barcas hidroviárias e navios graneleiros.....	33
Figura 13- Secador de grãos utilizado no armazém	46
Figura 14- Silos com capacidade de 100 mil sacos.....	49
Figura 15- Silos com capacidade de 10 mil sacos	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Caracterização do armazém estudado em Itaituba (PA)	40
Quadro 2– Etapas operacionais do processo de armazenagem de grãos no armazém	41
Quadro 3– Avaliação da funcionalidade e desempenho dos equipamentos do armazém	43
Quadro 4– Avaliação da capacidade de armazenagem e eficiência do fluxo logístico	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Percentual de umidade de alguns grãos.....	25
Tabela 2 – Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja do Grupo I	27
Tabela 3 – Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja do Grupo II.	27
Tabela 4 – Limites máximos de tolerância expressos emFonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.....	28
Tabela 4 – Limites de tolerância adotados em classificações comerciais.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 LOGÍSTICA DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS NO BRASIL	15
2.1.1 Principais desafios e avanços tecnológicos na armazenagem agrícola brasileira	16
2.2 SISTEMAS E PROCESSOS DE ARMAZENAGEM	18
2.2.1 Estrutura e funcionamento dos armazéns graneleiros	24
2.2.2 Etapas operacionais: recebimento, classificação, secagem e estocagem de grãos	26
2.3 EFICIÊNCIA OPERACIONAL E GESTÃO LOGÍSTICA	29
2.3.1 Indicadores de desempenho e manutenção dos sistemas de movimentação	31
2.3.2 Tecnologias aplicadas à otimização do fluxo interno de grãos	33
3 METODOLOGIA	36
3.1 TIPO DE ESTUDO	36
3.2 LOCAL DO ESTUDO	37
3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	37
3.4 INSTRUMENTO E COLETA DE DADOS	38
3.5 PROCEDIMENTO DA ANÁLISE DOS DADOS	38
3.6 ASPECTOS ÉTICOS	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1 ETAPAS DO PROCESSO DE RECEBIMENTO, CLASSIFICAÇÃO, SECAGEM E ESTOCAGEM DE GRÃOS NO ARMAZÉM	40
4.2 FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA MOVIMENTAÇÃO E NO ARMAZENAMENTO	43
4.3 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO EM RELAÇÃO AO VOLUME RECEBIDO E A EFICIÊNCIA DO FLUXO LOGÍSTICO INTERNO	47
5 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	57
APÊNDICE 2- QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	59

1 INTRODUÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Avaliação do processo logístico interno, funcionalidade e capacidade de armazenagem de grãos em um armazém graneleiro em Itaituba (PA)” tem como propósito analisar os aspectos técnicos e operacionais que estruturam o fluxo interno de armazenamento de grãos em um armazém localizado na cidade de Itaituba, no oeste do Pará. A logística de grãos, especialmente nas regiões de fronteira agrícola amazônica, desempenha papel estratégico para o escoamento da produção nacional, articulando diferentes modais de transporte e sistemas de armazenagem.

Diante desse cenário, torna-se fundamental compreender como se organizam as etapas de recepção, secagem, classificação e estocagem em estruturas localizadas em polos estratégicos como Itaituba, município que integra o corredor logístico do Arco Norte e tem experimentado expansão significativa da movimentação de grãos. Nesse contexto, este estudo busca avaliar de que forma a funcionalidade e a capacidade de armazenagem influenciam a eficiência operacional dos armazéns locais, contribuindo para o desempenho global da cadeia produtiva.

O objetivo geral da pesquisa consiste em avaliar o processo logístico interno, a funcionalidade e a capacidade de armazenagem de grãos em um armazém graneleiro localizado em Itaituba (PA). Especificamente, busca-se: (1) identificar as etapas do processo de recebimento, classificação, secagem e estocagem de grãos no armazém; (2) verificar o funcionamento dos equipamentos utilizados na movimentação e no armazenamento; e (3) analisar a capacidade de armazenagem em relação ao volume recebido e à eficiência do fluxo logístico interno.

A escolha do município de Itaituba se justifica por sua relevância estratégica na cadeia de escoamento do agronegócio da Amazônia, que se fortalece a partir de estruturas de armazenagem e terminais interligados à BR-163 e ao rio Tapajós, consolidando-se como um polo graneleiro em expansão. A justificativa para o desenvolvimento deste estudo se fundamenta na importância de compreender o desempenho operacional dos armazéns graneleiros da região, os quais são essenciais para o fluxo contínuo da produção agrícola, especialmente no contexto amazônico.

Além disso, o tema se revela de alta relevância para a área da engenharia, pois envolve aspectos de planejamento, manutenção e desempenho de sistemas

mecânicos e estruturais aplicados ao armazenamento de produtos agrícolas. De acordo com Oliveira *et al.* (2022), o déficit de armazenagem no Brasil ultrapassa 120 milhões de toneladas, o que compromete a eficiência do escoamento e eleva os custos operacionais, evidenciando a urgência de aprimorar as estruturas e os fluxos logísticos. Nesse mesmo sentido, Rocha *et al.* (2018) apontam que a falta de infraestrutura adequada reduz a competitividade do agronegócio nacional, tornando a etapa de armazenagem um elo crítico na cadeia produtiva.

Para Petrielli (2019), a eficiência logística depende do equilíbrio entre a capacidade estática de armazenamento e o volume de produção, pois a ausência dessa proporcionalidade gera sobrecarga nos sistemas e perdas de qualidade nos grãos durante o transporte e a estocagem. Silva *et al.* (2024) complementam que o problema é estrutural e persistente: a capacidade instalada não acompanha o ritmo de crescimento agrícola, resultando em defasagens que afetam diretamente a funcionalidade e o desempenho operacional dos armazéns.

Considerando esse cenário, a pesquisa também adquire relevância local, visto que Itaituba concentra parte expressiva da movimentação de grãos da região do Tapajós, integrando o corredor logístico do Arco Norte. Dessa forma, a investigação busca responder à seguinte questão norteadora: como ocorre o processo logístico interno e qual é o nível de eficiência funcional e de capacidade de armazenagem em um armazém graneleiro localizado em Itaituba (PA)?

A metodologia adotada neste estudo se baseia em uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de estudo de caso em um armazém graneleiro localizado no município de Itaituba (PA). A investigação foi conduzida a partir de observação direta das etapas operacionais do processo logístico interno e da aplicação de questionário estruturado junto ao responsável técnico da unidade armazenadora, permitindo analisar a funcionalidade dos equipamentos, a organização das operações e a capacidade de armazenagem de grãos em condições reais de funcionamento. Essa estratégia metodológica possibilitou compreender de forma contextualizada os fatores que influenciam a eficiência logística e estrutural do sistema de armazenagem estudado.

Para embasar teoricamente esta pesquisa, foram utilizados autores que abordam temas relacionados à logística, armazenagem e gestão de processos industriais, tais como Oliveira *et al.* (2022), Rocha *et al.* (2018), Petrielli (2019), Silva *et al.* (2024), Pera *et al.* (2024), Pelentir *et al.* (2019), Servião (2019) e Nascimento *et*

al. (2022), entre outros. O presente estudo está organizado em cinco capítulos. O Capítulo 1 – Introdução apresenta a contextualização, os objetivos, as justificativas e a questão norteadora. O Capítulo 2 – Fundamentação Teórica discute o embasamento conceitual sobre logística, armazenagem e eficiência operacional. O Capítulo 3 – Metodologia descreve os métodos e instrumentos utilizados para a coleta de dados. O Capítulo 4 – Resultados e Discussão apresenta os dados obtidos e suas análises. Por fim, o Capítulo 5 – Conclusão reúne as considerações finais e as respostas aos objetivos e à questão norteadora.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LOGÍSTICA DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS NO BRASIL

A logística de armazenagem de grãos no Brasil se consolidou como um dos pilares essenciais do agronegócio nacional, estruturando-se para garantir o fluxo contínuo entre produção, transporte e consumo, além de assegurar a manutenção da qualidade do produto. Conforme Petrielli (2019), a armazenagem agrega valor temporal ao produto agrícola, pois permite conservar os grãos e disponibilizá-los no momento mais oportuno para a comercialização, o que é indispensável em um sistema produtivo sujeito à sazonalidade e às variações de preços.

O avanço da agricultura brasileira, impulsionado pela expansão territorial e pelo uso intensivo de tecnologia, aumentou de forma expressiva a necessidade de estruturas logísticas capazes de acompanhar a crescente produção de grãos e oleaginosas. Rocha *et al.* (2018) destacam que, apesar do desenvolvimento do setor, a infraestrutura de armazenagem ainda é insuficiente para atender à demanda, resultando em um déficit nacional superior a 98 milhões de toneladas, conforme representado, que evidencia a disparidade entre o volume produzido e a capacidade disponível para estocagem nas principais regiões agrícolas.

Leitão *et al.* (2020) explicam que o crescimento da produção nas regiões Centro-Oeste e Norte não foi acompanhado pela construção proporcional de unidades armazenadoras, o que gerou um desequilíbrio espacial na distribuição da capacidade estática. Essa desigualdade é visivelmente demonstrada na Figura 1.

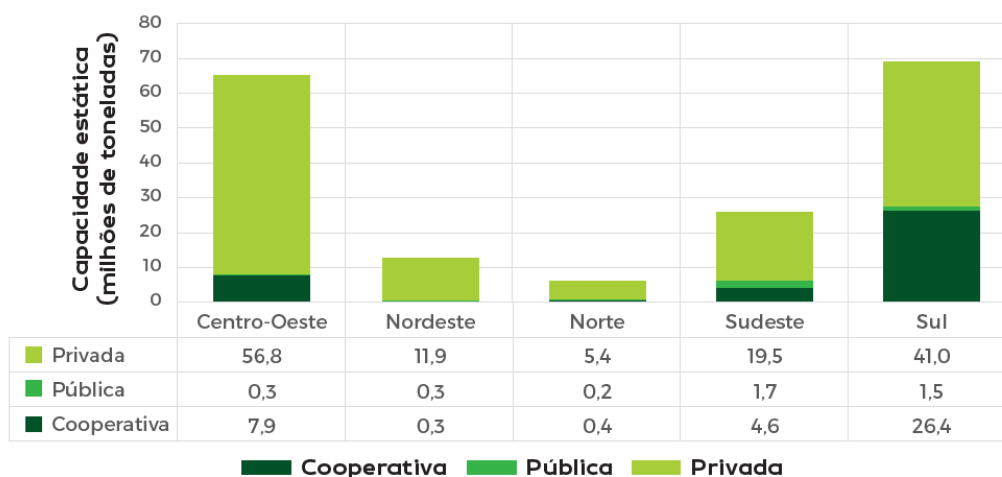


Figura 1- Distribuição Espacial das Unidades Armazenadoras por Região. Fonte: Péra *et al.* (2024).

Revela-se a partir dos dados da Figura1, a existência da concentração de armazéns no Sul e Centro-Oeste e a escassez no Norte e Nordeste, obrigando produtores a transportar os grãos por longas distâncias, o que eleva custos logísticos e aumenta as perdas qualitativas durante o percurso.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR, 2018) ressalta que as perdas pós-colheita podem alcançar 30% da produção agrícola, sendo que aproximadamente 15% dessas perdas estão associadas à armazenagem inadequada e ao controle deficiente de temperatura e umidade. Essa relação apresenta a correlação entre manejo incorreto, falta de ventilação e degradação dos grãos, reforçando a importância de uma gestão logística eficiente que minimize desperdícios e preserve o valor comercial do produto.

De acordo com Oliveira *et al.* (2022), a armazenagem de grãos ultrapassa a função de simples estocagem, configurando-se como elo estratégico da cadeia logística que influencia diretamente a competitividade do agronegócio brasileiro. O dimensionamento adequado da capacidade estática, a escolha da localização dos armazéns e a integração com sistemas de transporte intermodal são fatores determinantes para otimizar o escoamento das safras.

Ademais, Silva *et al.* (2024) apontam que a logística de armazenagem contemporânea é concebida como um sistema de gestão integrada, capaz de monitorar, controlar e otimizar cada etapa do processo de estocagem e distribuição. Essa concepção sistêmica demonstra a interdependência entre armazéns, centros de distribuição e terminais portuários, evidenciando que a eficiência do sistema brasileiro depende da combinação entre infraestrutura adequada, automação tecnológica e políticas públicas voltadas à sustentabilidade e à competitividade agrícola.

2.1.1 Principais desafios e avanços tecnológicos na armazenagem agrícola brasileira

A armazenagem agrícola no Brasil enfrenta desafios estruturais expressivos que comprometem a eficiência logística e a competitividade do agronegócio nacional, sobretudo pela defasagem entre o ritmo de crescimento da produção e a expansão da capacidade estática instalada. De acordo com Petrielli (2019), o déficit de armazenagem nacional ultrapassava 98,5 milhões de toneladas em 2018, demonstrando que a infraestrutura disponível não acompanhou o aumento da produção de grãos que, segundo a Conab, atingiu 253 milhões de toneladas no

mesmo ano, o que obriga produtores a comercializarem parte da safra de forma imediata, reduzindo margens de lucro e elevando custos de transporte.

Segundo Rocha *et al.* (2018), a deficiência logística é mais evidente nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde se concentram os novos polos agrícolas do país, mas onde a infraestrutura de armazenagem ainda é incipiente em relação ao volume colhido. Essa disparidade regional causa sobrecarga nos corredores de escoamento, pressiona os modais rodoviários e fluviais e gera filas nos terminais de recebimento, o que se reflete na perda de qualidade dos grãos e no aumento do tempo médio de estocagem temporária em estruturas inadequadas.

Leitão *et al.* (2020) ressaltam que, além da limitação física da capacidade estática, a carência de investimentos em tecnologia e qualificação técnica do capital humano nas unidades armazenadoras constitui um entrave significativo. A operação de secadores, moegas e sistemas de ventilação requer conhecimento especializado, e a ausência de treinamento adequado resulta em ineficiência operacional, alto consumo energético e maior suscetibilidade à deterioração dos grãos, comprometendo a sustentabilidade e a lucratividade das operações logísticas.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2018) indica que as perdas no armazenamento, relacionadas à má gestão de umidade, pragas e temperatura, representam de 8% a 10% da produção nacional, podendo chegar a 25 milhões de toneladas anuais. Essas perdas poderiam ser mitigadas por meio da aplicação de técnicas de controle ambiental, uso de sensores térmicos, termometria de grãos e sistemas automatizados de aeração, que vêm sendo gradualmente incorporados às estruturas modernas de armazenagem agrícola em todo o país.

Além do mais, Péra *et al.* (2024) acrescentam que a transição para uma logística agrícola digital exige investimentos em infraestrutura de dados, sensores inteligentes e sistemas de comunicação capazes de conectar o campo às unidades armazenadoras e aos corredores de exportação. Essa transformação tecnológica é sustentada por políticas de incentivo e programas de crédito direcionados à modernização da armazenagem, como o Programa para Construção e Ampliação de Armazéns (PCA), que tem financiado a implantação de sistemas automatizados e o aumento da capacidade estática em propriedades de médio e grande porte.

Assim, Silva *et al.* (2024) destacam que o futuro da armazenagem agrícola brasileira dependerá da integração entre tecnologia, capacitação e sustentabilidade, uma vez que o país necessita reduzir as perdas logísticas, ampliar a eficiência

energética e alinhar suas operações aos princípios da agricultura de precisão. Essa combinação de avanços tecnológicos e gestão eficiente é o caminho para transformar a armazenagem em um diferencial competitivo, assegurando que o Brasil mantenha sua posição de destaque como um dos maiores produtores e exportadores de grãos do mundo, com infraestrutura logística compatível com sua potência agrícola.

2.2 SISTEMAS E PROCESSOS DE ARMAZENAGEM

O sistema de armazenagem de grãos no Brasil compreende um conjunto de operações interdependentes que asseguram a conservação, padronização e movimentação do produto desde o recebimento até a expedição final, compondo um elo estratégico da cadeia agroindustrial. Segundo Leitão *et al.* (2020), a eficiência desse sistema depende do controle rigoroso de etapas sequenciais como conferência documental, coleta de amostras, descarga, secagem, limpeza e estocagem, que estão representadas de forma detalhada na Figura 2, que demonstra como a integração operacional influencia diretamente a qualidade do produto e a sustentabilidade do processo.

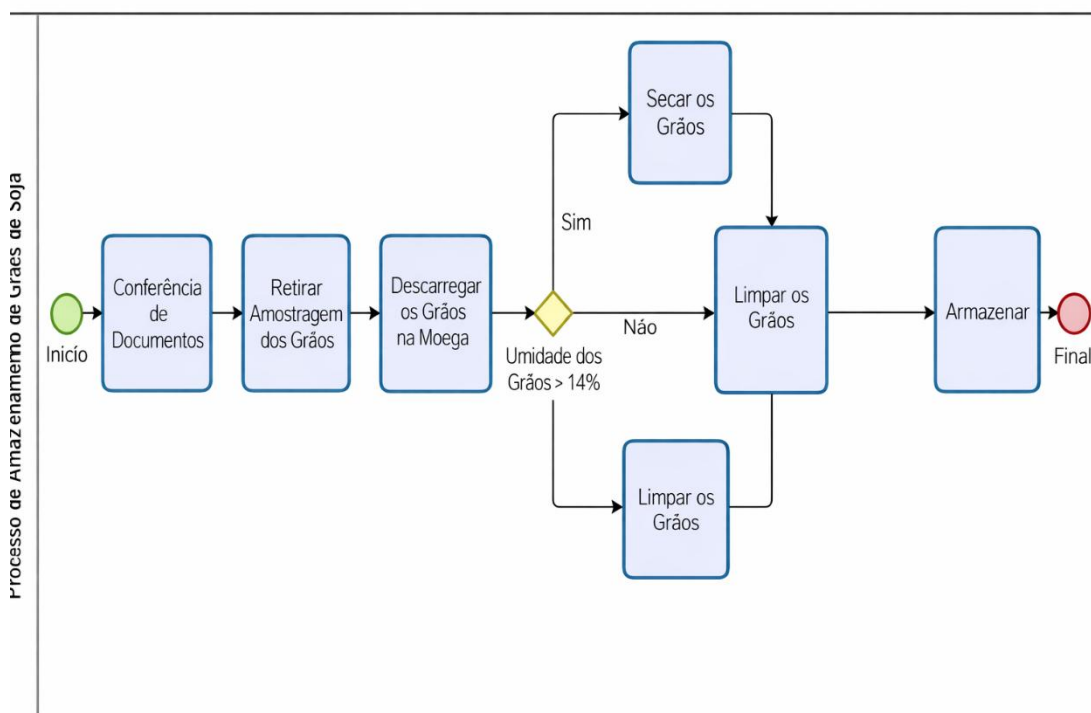


Figura 2- Fluxograma de processos de armazenagem dos grãos. Fonte: Leitão *et al.* (2020).

Essas etapas compõem um fluxo operacional padronizado que assegura qualidade e rastreabilidade do produto armazenado, iniciando pela conferência documental, que valida a origem da carga e organiza o controle logístico e fiscal. A amostragem permite avaliar umidade, pureza e impurezas para classificação comercial, enquanto a descarga na moega dá início ao processamento físico, exigindo controle de vazão e prevenção de perdas.

Na sequência, a secagem reduz a umidade e evita deterioração microbiológica, sendo complementada pela limpeza, que remove partículas indesejáveis e padroniza o lote. Por fim, a estocagem ocorre em silos ou armazéns com controle de temperatura, ventilação e umidade relativa, preservando as propriedades dos grãos até a comercialização ou transporte.

De acordo com o SENAR (2018), as etapas de pré-limpeza, limpeza e secagem são fundamentais para garantir que os grãos alcancem níveis de umidade adequados antes de serem direcionados ao armazenamento, evitando contaminações e deteriorações precoces. O esquema apresentado na Figura 3 ilustra o fluxo de umidade do produto desde a colheita até a armazenagem final, enfatizando o controle de fatores ambientais, como temperatura e teor de água, que influenciam diretamente a durabilidade e a qualidade da massa armazenada.

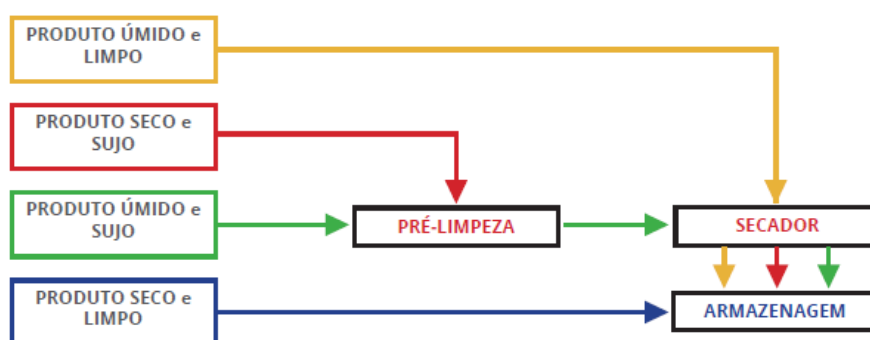


Figura 3 – Armazenamento com sistema de secagem convencional. Fonte: SENAR (2018).

Leitão et al. (2020) identificam quatro etapas mais suscetíveis a perdas operacionais, movimentação interna, moegas, secagem e armazenagem, associadas sobretudo à sobrecarga logística e à ausência de pavimentação nas rotas internas, o que favorece extravasamentos e danos mecânicos que reduzem o rendimento e a integridade dos grãos.

Além disso, a Figura 3 apresenta o sistema convencional de secagem, amplamente utilizado em armazéns graneleiros, baseado na circulação de ar aquecido para remoção da umidade e viabilização da estocagem segura. Apesar de consolidado, o método exige controle rigoroso de temperatura, tempo e fluxo de ar, pois falhas podem gerar secagem irregular, fissuras e perda de qualidade, afetando o valor comercial e a eficiência logística.

No que se refere às estruturas físicas de estocagem, Péra et al. (2024) apresentam uma classificação abrangente que distingue armazéns convencionais, graneleiros, estruturais, infláveis e silos. A Figura 4 sintetiza os principais tipos de estrutura de armazenagem, evidenciando a diversidade de modelos utilizados conforme o porte da produção e as exigências técnicas de conservação dos grãos.

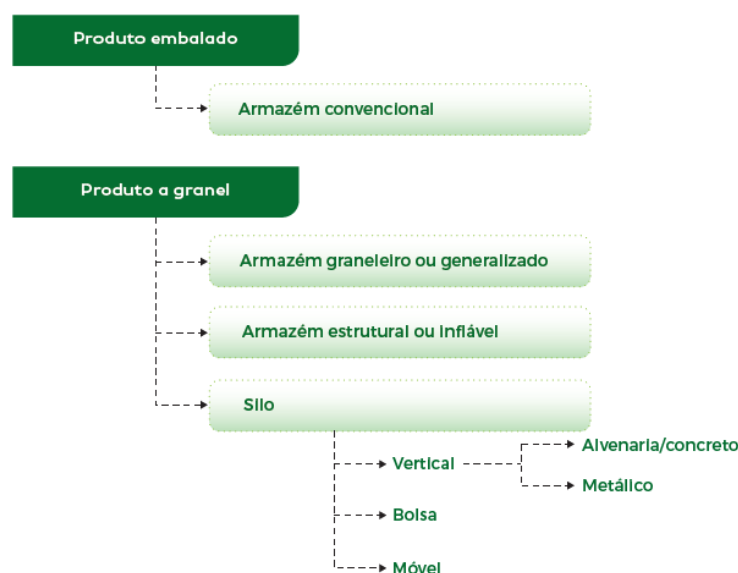


Figura 4 – Gráfico de tipos de estrutura de armazenagem. Fonte: Péra et al. (2024).

A tipologia apresentada na Figura 4 evidencia a diversidade das estruturas de armazenagem, com predominância de silos metálicos e de concreto em grandes propriedades, enquanto armazéns horizontais e infláveis são mais frequentes em sistemas de pequeno e médio porte devido ao menor custo e maior flexibilidade. A própria Figura 4 indica que a escolha construtiva atende às exigências operacionais de cada cadeia produtiva, já que estruturas verticais favorecem automação e controle de aeração, secagem e monitoramento em altos volumes.

Os dados estatísticos levantados por Péra et al. (2024) revelam que cerca de 58% da capacidade estática nacional de armazenagem está concentrada em silos,

enquanto 16% correspondem a armazéns graneleiros e 10% a estruturas convencionais, conforme demonstrado na Figura 5.

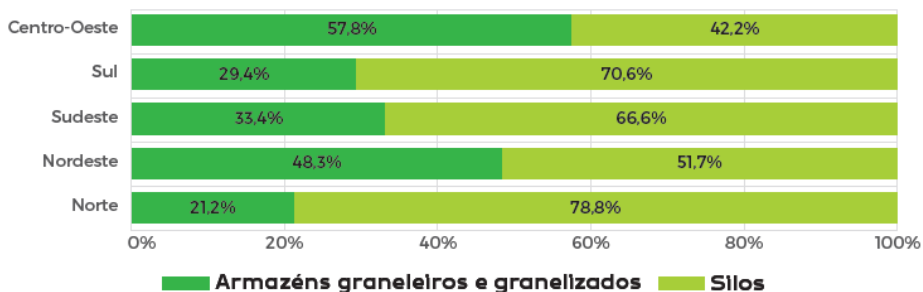


Figura 5. – Divisão da capacidade estática de armazenagem de grãos sólidos agrícolas por agrupamento. Fonte: Péra et al. (2024).

Por meio da Figura 5, nota-se que a predominância evidencia o avanço tecnológico e a especialização dos sistemas de estocagem vertical, associados a maior eficiência de aeração, controle térmico e monitoramento digital, ao passo que os sistemas horizontais ainda desempenham papel complementar no apoio às operações sazonais e regionais do setor produtivo. Essa tendência reflete a modernização das cadeias de suprimento e o investimento crescente em soluções automatizadas que ampliam a competitividade e reduzem perdas pós-colheita.

Oliveira *et al.* (2022) salientam que os diferentes tipos de silo, metálico, de concreto, horizontal e bolsa, possuem características estruturais próprias que impactam diretamente na eficiência da armazenagem e no custo operacional. As figuras a seguir sintetizam visualmente essas variações, permitindo compreender como cada modelo se adapta a distintas escalas produtivas, condições climáticas e níveis de mecanização, consolidando a armazenagem como uma das áreas mais tecnificadas da logística agrícola brasileira.

Conforme Péra et al. (2024), os armazéns graneleiros brasileiros utilizam majoritariamente estruturas metálicas verticais, capazes de suportar altas pressões internas e distribuir de forma homogênea o peso da massa armazenada, otimizando o volume útil e reduzindo custos estruturais. A Figura 6 destaca os principais modelos empregados no país, com predominância de silos metálicos e de concreto pela maior durabilidade, enquanto estruturas horizontais e infláveis são mais indicadas para propriedades médias ou armazenamento temporário em períodos de safra.



Figura 6– Tipos de armazéns para estocagem de grãos sólidos agrícolas. Fonte: Péra *et al.* (2024).

A seguir, apresenta-se a Figura 7, que exemplifica o silo metálico como uma das principais estruturas utilizadas no armazenamento de grãos. Esse tipo de sistema destaca-se pela elevada capacidade de estocagem, pela eficiência no controle da aeração e pela possibilidade de monitoramento das condições internas, fatores essenciais para a preservação da qualidade do produto ao longo do período de armazenagem.



Figura 7- Exemplo de silo metálico. Oliveira et al. (2022).

Oliveira *et al.* (2022), mencionam que o silo metálico apresenta menor complexidade estrutural, o que reduz os custos de implantação, e suas células conferem maior flexibilidade operacional durante o armazenamento. Contudo, apresentam limitações como a possibilidade de infiltrações e vazamento de gases durante o expurgo, além da transmissão térmica do ambiente externo para o interior, o que pode ocasionar condensação.

A seguir, apresenta-se a Figura 8, que ilustra a estrutura característica de um silo de concreto amplamente utilizada no armazenamento de grãos. Esse tipo de construção destaca-se pela elevada resistência estrutural, durabilidade e estabilidade térmica, contribuindo para a manutenção das condições adequadas de conservação do produto ao longo do período de estocagem.



Figura 8– Exemplo de silo de concreto. Oliveira et al. (2022).

Segundo Oliveira et al. (2022), os silos de concreto, com capacidade acima de três mil toneladas, são amplamente utilizados por agricultores brasileiros. Possuem paredes espessas que reduzem a transmissão de calor e garantem melhor conservação dos grãos, embora exijam alto custo de instalação e manutenção. São comuns em áreas urbanizadas e competitivas, e sua estrutura inclui torre, elevadores, secadores, exaustores e células para armazenamento e pós-secagem dos grãos.

A Figura 9 apresenta o interior de um silo horizontal. De acordo com Oliveira et al. (2022), os silos horizontais, também chamados de armazéns graneleiros, caracterizam-se pelo armazenamento de grãos a granel dispostos diretamente sobre o piso. Esse tipo de estrutura é amplamente utilizado em propriedades de médio porte, por exigir menor investimento inicial e permitir maior flexibilidade nas operações de carga e descarga.



Figura 9- Exemplo de Silo Horizontal. Oliveira et al. (2022).

Por sua estrutura simples, apresentam baixo custo por metro cúbico e permitem movimentação rápida do material, sendo indicados para áreas de baixo valor imobiliário. Entretanto, possuem desvantagens como a deterioração acelerada da estrutura e menor eficiência na descarga em comparação aos silos verticais. Além disso, demandam atenção constante quanto à ventilação e ao controle de umidade para evitar perdas qualitativas durante o armazenamento.

Segundo Oliveira et al. (2022), os silos do tipo bolsa, ou bag, são estruturas formadas por polietileno de três camadas, com capacidade de armazenamento de até 180 toneladas. Tal como se apresenta na Figura 10. Esse modelo tem sido amplamente adotado por produtores que buscam soluções temporárias e econômicas, especialmente em períodos de safra com excedente de produção.



Figura 10– Exemplo silo bolsa ou bag. Oliveira *et al.* (2022).

Esses tipos representam a alternativa de menor custo para implementação e são amplamente utilizados como solução emergencial de curto prazo. No entanto, devido à sua fragilidade, exigem monitoramento rigoroso para evitar rupturas no material. São indicados principalmente para o armazenamento de grãos como milho, sorgo, cevada e trigo, desde que apresentem umidade inferior a 12%, não sendo recomendados para leguminosas.

2.2.1 Estrutura e funcionamento dos armazéns graneleiros

Rocha et al. (2018) explicam que o funcionamento eficiente dos armazéns graneleiros depende da sincronização entre as operações de recepção, limpeza, secagem e expedição, de modo a minimizar perdas quantitativas e qualitativas durante o fluxo interno. Essa sincronia operacional é demonstrada na Figura 11. Tal integração garante maior fluidez no processo logístico, reduz o tempo de permanência

dos grãos nas etapas intermediárias e contribui para a manutenção da qualidade final do produto.



Figura 11 – Operações com incidência de perdas. Fonte: Leitão *et al.*, (2020).

A Figura 11 destaca os pontos críticos no processo logístico, especialmente nas fases de descarga e movimentação interna, onde ocorrem danos mecânicos e extravasamento de grãos, comprometendo a produtividade e elevando o custo operacional. Essas vulnerabilidades evidenciam a necessidade de manutenção preventiva e de investimentos em tecnologias de automação que otimizem o fluxo e reduzam perdas materiais.

O controle de umidade e temperatura é um dos aspectos mais relevantes da gestão dos armazéns graneleiros, pois garante a integridade e a qualidade do produto durante longos períodos de estocagem. De acordo com o SENAR (2018), o teor de umidade ideal para o armazenamento de milho e soja varia entre 11% e 12%, sendo que desvios superiores a 2% podem favorecer o desenvolvimento de fungos e insetos-praga, conforme indicado na Tabela 1.

Produto	Teores de umidade (%)
Arroz	18 a 24
Feijão	16 a 18
Milho	18 a 24
Soja	16 a 18
Sorgo	18 a 20
Trigo	18 a 20
Café	11 a 12

Tabela 1– Percentual de umidade de alguns grãos. Fonte: (SENAR, 2018).

De acordo com o SENAR (2018), o controle do teor de umidade dos grãos é um parâmetro técnico fundamental para evitar perdas e garantir a segurança alimentar. Grãos como arroz, feijão e milho apresentam inicialmente entre 18 e 20% de umidade, sendo necessário reduzir esse índice para cerca de 12 a 13% antes do armazenamento, o que é obtido por meio da secagem em terreiro ou em secadores mecânicos.

Macêdo Neto et al. (2022) destacam que os sistemas de armazenagem modernos incorporam tecnologias voltadas ao monitoramento e controle das condições internas dos grãos, permitindo melhor gestão operacional e maior eficiência no armazenamento. Integrados a sistemas de gestão logística, esses mecanismos possibilitam acompanhamento contínuo das variáveis ambientais e ampliam a rastreabilidade das operações, contribuindo para a redução de perdas e para a preservação da qualidade dos produtos armazenados.

Ademais, Cavallari (2021) ressalta que a eficiência operacional das unidades armazenadoras está diretamente relacionada à organização dos processos internos, à qualificação técnica dos operadores e ao adequado gerenciamento dos fluxos logísticos. A adoção de melhorias estruturais e operacionais promove redução de gargalos, maior confiabilidade das operações e avanços na eficiência do sistema logístico, fortalecendo o papel dos armazéns como elementos estratégicos da cadeia produtiva de grãos.

2.2.2 Etapas operacionais: recebimento, classificação, secagem e estocagem de grãos

O processo operacional dos armazéns graneleiros se inicia pelo recebimento dos grãos, etapa que exige rigor no controle de qualidade e eficiência no descarregamento para evitar perdas quantitativas e contaminações cruzadas. Segundo Pelentir e Santos (2016), essa fase envolve procedimentos técnicos voltados à recepção e conferência dos grãos, incluindo pesagem e avaliação inicial das condições do produto, etapas fundamentais para assegurar a qualidade e direcionar corretamente o fluxo de armazenagem.

Após o recebimento, a classificação dos grãos é realizada com base em critérios físico-químicos que definem o enquadramento dos produtos nas normas de comercialização e armazenamento. De acordo com Lourenço et al. (2020), essa etapa

considera variáveis técnicas relacionadas às características físicas e às condições de conservação dos grãos, assegurando maior padronização dos estoques e melhor controle logístico. Pequenas variações nas condições dos grãos podem impactar sua qualidade e valor de mercado, exigindo instrumentos de medição confiáveis e procedimentos técnicos adequados.

Conforme Sampaio (2022), a classificação de grãos é realizada por profissional habilitado e segue normas do MAPA, que estabelecem padrões de grupo, classe e tipo, além de limites para impurezas, umidade e defeitos físicos, por meio de etapas como amostragem, homogeneização e quarteamento. De acordo com a legislação, a soja do grupo I subdivide-se em tipos 1 e 2, enquanto a do grupo II possui classificação em tipo único, conforme indicado nas Tabelas 1 e 2.

Em conformidade com os percentuais máximos de tolerância de defeitos nos grãos estabelecidos pela legislação vigente, a soja é classificada de acordo com o grupo a que pertence. Nesse contexto, a soja do Grupo I subdivide-se em dois tipos, Tipo 1 e Tipo 2, enquanto a soja do Grupo II é enquadrada em um único tipo, denominado padrão básico, conforme os critérios apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tipo	Total de ardidos e queimados	Máximo de queimados	Mofados	Total (1)	Esverdeados	Partidos, quebrados e amassados	Total de matérias estranhas e impurezas
1	1,0	0,3	0,5	4,0	2,0	8,0	1,0
2	2,0	1,0	1,5	6,0	4,0	15,0	1,0

Tabela 2 – Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja do Grupo I. Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2017).

Conforme os padrões técnicos estabelecidos pelo MAPA, os limites máximos de tolerância para a soja do Grupo II estão descritos na Tabela 3.

Tipo	Total de Ardidos e Queimados	Máximo de Queimados	Mofados	Total (1)	Esverdeados	Partidos, Quebrados e amassados	Matérias Estranhas e Impurezas
Padrão Básico	4,0	1,0	6,0	8,0	8,0	30,0	1,0

Tabela 3 – Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja do Grupo II. Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2017).

Essas tabelas apresentam os limites máximos permitidos de ardidos, queimados, mofados, esverdeados, partidos e impurezas, parâmetros que orientam a classificação oficial e garantem a padronização da qualidade dos lotes recebidos nos armazéns. Com base nesses critérios normativos, a etapa de amostragem é

conduzida de forma a assegurar que as análises laboratoriais representem fielmente o conteúdo dos lotes, permitindo a verificação precisa do enquadramento de cada carga dentro dos padrões estabelecidos pelo MAPA.

Com base nas mesmas normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), os grãos de milho também são classificados conforme limites máximos de tolerância definidos pela Instrução Normativa n.º 60/2011, que estabelece os critérios oficiais de enquadramento para os tipos 1, 2 e 3. A seguir, apresenta-se a Tabela 3, que sintetiza esses parâmetros.

Enquadramento	Grãos avariados (ardidos)	Total de grãos avariados	Grãos quebrados	Matérias estranhas e impurezas	Carunchados
Tipo 1	1,00	6,00	3,00	1,00	2,00
Tipo 2	2,00	10,00	4,00	1,50	3,00
Tipo 3	3,00	15,00	5,00	2,00	4,00
Fora de tipo	5,00	20,00	Maior que 5,00	Maior que 2,00	8,00

Tabela 4 – Limites máximos de tolerância expressos em percentual (%) para o milho. Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2017).

Enquadramento	Grãos avariados (ardidos)	Total de grãos avariados	Grãos quebrados	Matérias estranhas e impurezas	Carunchados
Tipo 2	1,00	5,00	3,00	1,00	3,00

Tabela 4 – Limites de tolerância adotados em classificações comerciais. Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2017).

De acordo com os critérios oficiais de classificação, os grãos de milho são enquadrados em três tipos distintos, definidos a partir de limites máximos de tolerância para defeitos e impurezas estabelecidos pela legislação vigente. Esses parâmetros possibilitam o enquadramento dos grãos nos Tipos 1, 2 ou 3, bem como sua classificação como fora de tipo ou desclassificado, conforme os percentuais apresentados na Tabela 3.

No âmbito das classificações comerciais, observa-se que o milho mais frequentemente negociado entre produtores rurais e empresas compradoras enquadra-se, em geral, nos Tipos 2 ou 3. Todavia, tais limites podem sofrer alterações em função das exigências específicas de cada negociação, sendo adotados, em alguns casos, critérios diferenciados de tolerância, conforme apresentado na Tabela 4.

A amostragem é realizada com caladores manuais ou pneumáticos e, após homogeneização, a amostra é reduzida a quantidades padronizadas, 125 gramas

para soja e 250 gramas para milho e feijão, permitindo análises precisas. A determinação de matérias estranhas e impurezas (MEI) ocorre por peneiramento mecânico, identificando sementes de outras espécies, torrões e grãos danificados que comprometem a qualidade final. O processo é finalizado com a emissão do Laudo Oficial de Classificação, documento que consolida os resultados obtidos e garante a rastreabilidade e a padronização do produto (SAMPAIO, 2022).

Na sequência, os grãos classificados são direcionados ao processo de secagem, que visa reduzir o teor de umidade até níveis seguros para a conservação prolongada. Segundo o SENAR (2018), a secagem ideal ocorre quando o produto atinge entre 11% e 13% de umidade, evitando fermentações, proliferação de fungos e perdas de massa. Oliveira *et al.* (2022) consideram que as inovações tecnológicas recentes, como sensores digitais e controladores automáticos, permitem otimizar a ventilação e ajustar a temperatura conforme o tipo de grão, reduzindo em até 20% o consumo de energia.

A estocagem, etapa final do processo, tem como objetivo preservar a qualidade dos grãos ao longo do tempo, mantendo condições estáveis de temperatura, umidade e ventilação. Beirão *et al.* (2021) destacam que as estruturas de armazenagem assumem papel estratégico na conservação dos produtos agrícolas e na manutenção da qualidade ao longo do período de estocagem, refletindo a adoção de modelos estruturais mais eficientes e economicamente viáveis. Essa predominância está associada à capacidade dessas estruturas em garantir maior estabilidade operacional e redução de perdas durante o armazenamento.

Assim, o controle operacional dos armazéns é ampliado pela gestão informatizada do fluxo logístico, que possibilita acompanhar as etapas desde a recepção até a expedição dos grãos. Correia (2021) destaca que a integração entre logística e tecnologias de monitoramento tem fortalecido o gerenciamento das cadeias produtivas, permitindo maior controle sobre as etapas operacionais e contribuindo para ganhos em eficiência, competitividade e segurança na cadeia agroindustrial.

2.3 EFICIÊNCIA OPERACIONAL E GESTÃO LOGÍSTICA

A logística, segundo Oliveira *et al.* (2022), abrange o armazenamento dos produtos de modo a manter a qualidade dos grãos e possibilitar a comercialização em momento oportuno, reduzindo custos e perdas decorrentes de congestionamentos

nas rodovias e portos durante o escoamento das safras. Para Sampaio (2022) a capacidade de armazenar grandes quantidades de grãos representa um elo essencial da cadeia logística agrícola, pois oferece flexibilidade e melhor posicionamento no mercado, uma vez que permite maior controle sobre o tempo de venda e reduz a dependência de transporte imediato após a colheita.

Nessa direção, de acordo com Petrielli (2019), o Brasil, mesmo sendo um dos maiores produtores agrícolas do mundo, ainda enfrenta sérias limitações na infraestrutura logística. O autor aponta que cerca de 15% dos armazéns agrícolas estão localizados em propriedades rurais, revelando um desbalanceamento na distribuição e aumento dos custos operacionais. A baixa capacidade estática de armazenagem e a concentração do sistema logístico agravam o escoamento da produção nacional, comprometendo sua competitividade global, conforme demonstrado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2015) e pelo Ministério dos Transportes (MTPA, 2017).

Filassi et al. (2020) complementam que a insuficiência de infraestrutura de armazenagem constitui um dos principais entraves logísticos do agronegócio brasileiro, impactando diretamente a competitividade no mercado internacional. Regiões com elevada produção agrícola apresentam descompasso entre volume produzido e capacidade instalada de armazenagem, o que dificulta acompanhar o crescimento da produção. Para os autores, a armazenagem também se configura como estratégia comercial relevante, permitindo ao produtor maior flexibilidade na venda da safra e melhor aproveitamento das oscilações de preços ao longo do tempo, reforçando o papel estratégico da estocagem no sistema produtivo nacional.

A partir dessas contribuições, compreende-se que a eficiência operacional e a gestão logística no Brasil transcendem os aspectos técnicos e estruturais, revelando uma problemática de planejamento estratégico e integração territorial. A limitação da capacidade estática não é apenas um gargalo físico, mas um reflexo de desequilíbrios regionais que concentram a infraestrutura nas regiões Sul e Sudeste, em detrimento do Norte e Nordeste. Assim, a gestão logística deve ser pensada de forma sistêmica, articulando políticas públicas e investimentos privados que visem reduzir desigualdades, fortalecer a intermodalidade e ampliar a autonomia produtiva dos polos agrícolas emergentes.

Já Silva *et al.* (2024) evidenciam que o déficit de armazenagem no Brasil é uma questão estrutural. Na safra 2018/19, a capacidade estática nacional foi de apenas

169,8 milhões de toneladas frente a uma produção de 242 milhões, o que resultou em grandes perdas durante transporte e estocagem. Esse problema persiste e compromete a segurança alimentar, a economia e a competitividade do país, pois a capacidade instalada não acompanha o crescimento da produção de grãos, revelando a necessidade de políticas públicas mais efetivas voltadas à modernização e descentralização dos armazéns agrícolas.

Por sua vez, Oliveira *et al.* (2022) destacam que o déficit de armazenagem ultrapassa 122 milhões de toneladas, sendo que apenas 14% da capacidade está localizada em propriedades rurais. O restante concentra-se em unidades privadas, o que exige investimentos contínuos em infraestrutura para maximizar o aproveitamento da produção e a rentabilidade dos produtores rurais. Com isso, o objetivo dos sistemas de armazenagem é coordenar oferta e demanda, reduzindo custos de transporte e produção e assegurando eficiência operacional no fluxo logístico, aspecto essencial à competitividade agrícola nacional.

Com base nos dados de todos esses estudos, é possível afirmar que a eficiência operacional e a gestão logística dos armazéns agrícolas brasileiros dependem diretamente da ampliação da capacidade estática e da adoção de políticas de modernização. Esses fatores são decisivos para reduzir gargalos no transporte, otimizar a armazenagem e garantir que o crescimento produtivo do agronegócio seja acompanhado por infraestrutura adequada, o que exige planejamento contínuo, inovação tecnológica e maior comprometimento das instituições reguladoras.

2.3.1 Indicadores de desempenho e manutenção dos sistemas de movimentação

A eficiência operacional na armazenagem de grãos está associada a indicadores que refletem o desempenho da movimentação e a regularidade das manutenções preventivas. Oliveira *et al.* (2022) destacam que armazéns modernos utilizam sistemas de termometria e ventilação para controlar temperatura e umidade, assegurando estabilidade e reduzindo perdas qualitativas, sendo essencial manutenção contínua, pois falhas podem comprometer a uniformidade da massa armazenada, elevar o risco de deterioração e impactar a eficiência logística.

Conforme Silva (2016), o desempenho operacional dos armazéns está diretamente relacionado à funcionalidade dos sistemas internos de aeração, descarga lateral e tulha de expedição, que asseguram a movimentação adequada do fluxo de

grãos dentro das estruturas. Esses equipamentos são responsáveis por reduzir custos operacionais, minimizar a manipulação manual e uniformizar a temperatura da massa de grãos, o que contribui significativamente para a eficiência logística e a preservação da qualidade durante o armazenamento prolongado.

O SENAR (2020) determina que todos os silos com capacidade superior a 30 m³ devem ser equipados com sistemas de termometria e aeração. Segundo o documento, os ventiladores instalados nesses sistemas têm a função de forçar a passagem do ar através da massa de grãos, o que impede o surgimento de fungos e reduz perdas por aquecimento. A ausência de manutenção preventiva gera desequilíbrios térmicos e contaminações internas, comprometendo o valor comercial e a segurança alimentar dos produtos armazenados, o que demonstra que a manutenção planejada é também um parâmetro mensurável da eficiência operacional das unidades graneleiras.

Com base nos conceitos apresentados pelos autores, compreende-se que os indicadores de desempenho e manutenção não devem ser interpretados apenas como métricas técnicas, mas como instrumentos de gestão integrada. A adoção de sistemas de monitoramento contínuo, acompanhada de manutenção preventiva regular, representa uma estratégia de controle que reflete a maturidade operacional do armazém.

Miranda et al. (2024) ressaltam que o desempenho das estruturas de armazenagem no Brasil ainda enfrenta limitações associadas a déficits estruturais e à inadequação de parte da infraestrutura existente frente ao crescimento da produção agrícola. Os autores destacam que falhas físicas nas unidades armazenadoras podem comprometer a conservação dos grãos e reforçam a necessidade de monitoramento técnico contínuo e investimentos em modernização. A eficiência dos sistemas de movimentação, nesse contexto, depende não apenas da adoção de tecnologias, mas de planejamento estrutural e operacional compatível com as condições climáticas regionais, garantindo maior estabilidade durante períodos de safra intensa e reduzindo riscos operacionais.

De acordo com Carvalho et al. (2022), a eficiência logística e a conservação dos produtos armazenados estão diretamente relacionadas ao tipo de tecnologia e estrutura empregadas nos sistemas de armazenagem. Diferentes modelos estruturais apresentam vantagens e limitações operacionais, influenciando o controle ambiental interno e o desempenho logístico das unidades. A escolha adequada dos sistemas de

armazenamento e o acompanhamento contínuo de desempenho são apontados pelos autores como elementos centrais para a eficiência logística integrada e para a preservação da qualidade dos produtos ao longo do tempo.

Figura 12 ilustra a importância da escolha adequada dos sistemas de movimentação e do acompanhamento de desempenho como parte essencial da eficiência logística integrada.



Figura 12 –Capacidades de carga transportada por caminhões, vagões ferroviários, barcaças hidroviárias e navios graneleiros. Fonte: Pera *et al.*, (2024)

Dessa forma, os terminais de transbordo e portuários exercem papel essencial na consolidação da intermodalidade, assegurando maior eficiência e competitividade às cadeias logísticas. Nesses contextos, as unidades de armazenagem atuam como elementos reguladores do fluxo de mercadorias, equilibrando as etapas de recebimento e expedição durante as operações entre diferentes modais de transporte. Em razão dessa dinâmica, tais estruturas apresentam alta rotatividade, mantendo os produtos estocados somente pelo tempo necessário para a execução da próxima etapa de transbordo.

2.3.2 Tecnologias aplicadas à otimização do fluxo interno de grãos

O avanço tecnológico no setor de armazenagem de grãos vem transformando profundamente os processos logísticos internos, elevando a eficiência e reduzindo as perdas ao longo da cadeia produtiva. De acordo com Coelho e Marjotta-Maistro (2017), a modernização das estruturas logísticas e a incorporação de tecnologias de controle operacional têm contribuído para maior eficiência no armazenamento e na movimentação dos produtos agrícolas. Esses avanços possibilitam melhor gestão das

etapas logísticas e reduzem vulnerabilidades operacionais, ampliando a estabilidade dos sistemas de armazenagem e fortalecendo a organização do fluxo produtivo.

Nesse mesmo sentido, a ampliação das soluções tecnológicas voltadas ao armazenamento evidencia que a modernização não se limita à gestão operacional, mas também envolve transformações estruturais relevantes. Burkot (2014) destaca que a adoção de soluções tecnológicas voltadas à armazenagem e ao transporte agrícola representa um avanço significativo para a eficiência logística do setor. A utilização de sistemas estruturados de controle e armazenamento contribui para a preservação da qualidade dos produtos e para a otimização das operações internas, favorecendo maior integração entre as etapas produtivas e logísticas e ampliando a capacidade de resposta das cadeias agroindustriais diante das demandas do mercado.

Sob uma perspectiva mais recente, observa-se que essas inovações passam a integrar uma lógica sistêmica de competitividade e desempenho logístico. Miranda et al. (2024) ressaltam que o investimento em inovação tecnológica e na integração dos sistemas logísticos é essencial para reduzir gargalos estruturais e ampliar a competitividade da produção agrícola. Os autores destacam que o uso de tecnologias aplicadas ao monitoramento e à gestão das operações favorece maior previsibilidade operacional e contribui para o aprimoramento do desempenho logístico, permitindo maior controle das etapas de armazenagem e transporte e fortalecendo a eficiência da cadeia produtiva.

Com base nesses estudos, é possível compreender que a tecnologia aplicada ao fluxo interno de grãos não se limita ao uso de equipamentos modernos, mas envolve um conjunto integrado de práticas inteligentes de gestão. A digitalização das operações, associada à análise de dados em tempo real, possibilita o gerenciamento preciso dos estoques e a tomada de decisões com base em indicadores de desempenho. Essa transformação tecnológica reforça o papel da inovação como fator determinante para a sustentabilidade logística, especialmente em regiões produtoras com grande volume de movimentação agrícola, como o interior do Pará.

O SENAR (2020) enfatiza que a automação dos sistemas de ventilação e a utilização de sensores de controle climático representam medidas fundamentais para garantir a qualidade do produto e a segurança alimentar. A integração entre softwares de monitoramento e dispositivos mecânicos reduz o risco de falhas humanas e otimiza o uso energético das unidades armazenadoras. Essas tecnologias não apenas

agilizam o fluxo interno, mas também contribuem para a conservação ambiental ao diminuir o desperdício de insumos e de energia elétrica.

De modo geral, a aplicação de tecnologias digitais, sensores inteligentes e automação nos armazéns graneleiros redefine os padrões de eficiência e sustentabilidade na logística agrícola brasileira. O fluxo interno de grãos torna-se mais previsível, seguro e econômico, o que reforça a importância de investimentos contínuos em inovação para consolidar a competitividade do setor produtivo e aprimorar o desempenho operacional das cadeias de suprimentos do agronegócio nacional.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo caracteriza-se como um estudo de caso, com abordagem qualitativa e natureza exploratória e descritiva, desenvolvido no município de Itaituba, Pará. A pesquisa é considerada exploratória por tratar de um contexto específico de armazenagem graneleira com reduzida disponibilidade de estudos locais sistematizados, o que exige maior aproximação com o objeto investigado e levantamento inicial de informações sobre os processos logísticos internos. Apresenta também caráter descritivo, pois busca registrar e analisar as etapas operacionais, a funcionalidade dos equipamentos e a capacidade de armazenagem do armazém estudado, sem interferência direta nas condições observadas.

O objetivo principal consistiu em avaliar o processo logístico interno, a funcionalidade e a capacidade de armazenagem de grãos em um armazém graneleiro, considerando suas etapas operacionais e o desempenho dos equipamentos utilizados. Conforme Teixeira (2011), a pesquisa de campo permite a análise direta dos fenômenos em seu ambiente natural, favorecendo a compreensão das práticas operacionais e das condições reais em que ocorrem as atividades investigadas.

A investigação foi conduzida por meio da observação direta in loco e da aplicação de um questionário estruturado junto ao responsável técnico pelo armazém, com a finalidade de obter informações detalhadas sobre o funcionamento das operações logísticas, a movimentação interna dos grãos e o controle das etapas de armazenamento.

Por se tratar de um estudo de caso com informante-chave, a pesquisa contou com a participação de um único respondente, o responsável técnico pela unidade armazenadora, selecionado em razão de sua função de coordenação e supervisão das atividades operacionais e do acompanhamento direto das etapas do processo logístico interno. As informações analisadas correspondem às respostas fornecidas por esse participante, complementadas pela observação técnica realizada durante as visitas ao local.

A abordagem qualitativa justifica-se pela necessidade de compreender os processos operacionais e estruturais do armazém sob uma perspectiva contextualizada, permitindo interpretar as condições de funcionamento da unidade

armazenadora, identificar limitações operacionais e analisar aspectos relacionados à capacidade e à funcionalidade do sistema logístico interno.

3.2 LOCAL DO ESTUDO

A pesquisa foi realizada em um armazém graneleiro localizado no município de Itaituba (PA), o qual desempenha papel relevante na cadeia logística de escoamento de grãos provenientes do Médio e Alto Tapajós. A região apresenta intensa movimentação de commodities agrícolas, especialmente soja e milho, provenientes do Centro-Oeste brasileiro e destinadas aos portos do Arco Norte.

A escolha do local se deve à sua representatividade logística e à disponibilidade de infraestrutura operacional composta por silos verticais e horizontais, moegas de descarga e sistemas de transporte interno por elevadores e correias.

O estudo foi conduzido como um estudo de caso único, concentrando-se exclusivamente nesta unidade armazenadora, com o objetivo de analisar em profundidade sua dinâmica operacional e logística.

A coleta de dados ocorreu no mês de novembro de 2025, período em que o armazém se encontrava em plena atividade de recebimento e secagem de grãos, permitindo o acompanhamento direto das operações. As informações foram obtidas junto ao responsável técnico pela gestão logística da unidade, que constituiu o único participante da pesquisa.

3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Por se tratar de um estudo de caso com informante-chave, foi incluído na pesquisa o profissional que atua diretamente na gestão logística e operacional do armazém graneleiro, possuindo conhecimento técnico sobre as etapas de recebimento, secagem, classificação e estocagem de grãos.

O participante selecionado deveria exercer função de supervisão ou coordenação das operações de armazenagem, assegurando a consistência e confiabilidade das informações prestadas.

Foram excluídos profissionais sem vínculo direto com a gestão logística, colaboradores com funções exclusivamente operacionais, temporários, estagiários ou

terceiros sem acesso integral às rotinas e indicadores de desempenho da unidade armazenadora.

Essa delimitação metodológica garantiu que os dados coletados refletissem a perspectiva técnica e gerencial do processo analisado.

3.4 INSTRUMENTO E COLETA DE DADOS

O instrumento de coleta utilizado foi um questionário estruturado, composto por perguntas abertas e fechadas (Apêndice 2), elaborado com base nos objetivos da pesquisa e nas dimensões operacionais do processo logístico interno. As perguntas foram divididas em blocos temáticos, abordando: identificação e caracterização do armazém, etapas do processo de recebimento e secagem, funcionamento dos equipamentos de movimentação e análise da capacidade de armazenagem em relação ao volume recebido, assegurando alinhamento direto com os objetivos geral e específicos do estudo.

A aplicação do instrumento ocorreu presencialmente, de forma individual, mediante consentimento do participante, com a aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- TCLE. A condução presencial possibilitou esclarecimento imediato de dúvidas e observação direta do ambiente operacional, conferindo maior fidedignidade às informações obtidas. Os dados foram registrados manualmente e posteriormente organizados em planilhas para sistematização e análise.

3.5 PROCEDIMENTO DA ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados seguiu abordagem qualitativa descritiva, fundamentada na interpretação das respostas fornecidas pelo informante-chave e nas observações realizadas durante a visita técnica ao armazém.

Inicialmente, os dados empíricos foram organizados conforme as categorias previamente definidas no instrumento de coleta, contemplando aspectos relacionados ao processo de recebimento, secagem, movimentação e armazenagem de grãos. Posteriormente, realizou-se a descrição sistematizada dessas informações, buscando identificar padrões operacionais e características estruturais da unidade analisada. Na etapa seguinte, os achados empíricos foram discutidos à luz da literatura especializada em logística e armazenagem agrícola. Para tanto, foram utilizados

estudos científicos relevantes e atualizados que abordam gestão operacional, eficiência de sistemas produtivos e infraestrutura de armazenagem.

O procedimento analítico consistiu na articulação entre os dados coletados em campo e os referenciais teóricos, estabelecendo convergências e divergências interpretativas. Essa integração teórico-empírica possibilitou contextualizar os resultados e fortalecer a consistência metodológica do estudo, contribuindo para maior fundamentação das conclusões apresentadas.

3.6 ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo seguiu os princípios éticos previstos na Resolução nº 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, que estabelece diretrizes sobre a integridade humana e o respeito à autonomia dos participantes nas pesquisas científicas (BRASIL, 2012). Antes da aplicação do questionário, o participante foi informado sobre os objetivos do estudo, o caráter acadêmico da pesquisa e a forma de utilização dos dados coletados.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) — apresentado no Apêndice 1 — foi lido e assinado pelo entrevistado, garantindo sua concordância e participação voluntária. Considerando que a pesquisa contou com apenas um participante, foi adotado cuidado redobrado na preservação do anonimato institucional e profissional, evitando qualquer informação que pudesse identificar diretamente o respondente ou a empresa.

Os dados obtidos foram utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, assegurando-se sigilo, anonimato e confidencialidade das informações. Nenhum dado pessoal foi divulgado, e todas as informações permaneceram sob responsabilidade do pesquisador. O estudo também observou os princípios de transparência, respeito e proteção de dados sensíveis, reforçando o compromisso com a ética científica e com a preservação da integridade dos envolvidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ETAPAS DO PROCESSO DE RECEBIMENTO, CLASSIFICAÇÃO, SECAGEM E ESTOCAGEM DE GRÃOS NO ARMAZÉM

O armazém analisado está localizado no município de Itaituba (PA) e desempenha papel estratégico no escoamento e armazenamento de grãos provenientes do eixo produtivo do Tapajós. Considerando que se trata de um estudo de caso com informante-chave, os dados foram obtidos junto a um único participante, correspondente ao responsável técnico pelo armazém, selecionado em razão de sua função de supervisão e coordenação das operações de armazenagem, sendo que todas as respostas apresentadas ao longo deste capítulo referem-se às informações fornecidas por esse mesmo informante.

A seguir, o Quadro 1 apresenta a estrutura do armazém graneleiro em Itaituba (PA). A descrição evidencia o arranjo físico e funcional da unidade, permitindo compreender o modo como a infraestrutura e os processos técnicos se articulam para sustentar a eficiência logística e a capacidade operacional do sistema de armazenagem.

Quadro 1 – Caracterização do armazém estudado em Itaituba (PA)

Categoria	Crítérios/Descrição	Respostas observadas
Capacidade total	Volume máximo consolidado	Silos grandes com 100 mil sacas e silos menores com 10 mil sacas
Estrutura física	Tipo e configuração	Silos metálicos verticais interligados
Equipamentos principais	Sistema de movimentação interna	Moegas, elevadores de canecas e transportadores de corrente (sem correias)
Fluxo operacional	Etapas logísticas	Recebimento, classificação, secagem, reclassificação e estocagem
Manutenção	Periodicidade e natureza	Preventiva, realizada antes da safra

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2026).

As estruturas apresentadas no quadro representam componentes centrais para o desempenho logístico do armazém analisado em Itaituba (PA), pois a configuração física e a disposição dos equipamentos determinam a fluidez e a continuidade do fluxo interno de grãos observadas durante a pesquisa de campo. A presença de silos metálicos verticais interligados, associada ao uso de moegas, elevadores de canecas e transportadores de corrente, evidencia um sistema de movimentação contínuo, projetado para suportar grandes volumes e minimizar o tempo entre as etapas de recebimento e estocagem.

Esse arranjo estrutural dialoga com o estudo desenvolvido por Petrielli (2019), elaborado no âmbito da engenharia agrícola com base em análise logística da armazenagem nacional, no qual o autor destaca a integração entre infraestrutura física e gestão operacional como eixo determinante para reduzir gargalos e ampliar a capacidade produtiva. De modo convergente, Neto *et al.* (2022), em investigação de abrangência nacional voltada à organização dos sistemas de armazenagem, apontam que a sincronização entre as fases de recebimento, secagem e classificação garante regularidade operacional e estabilidade no fluxo de escoamento, aspectos que também foram identificados na unidade estudada.

O fluxo operacional do armazém analisado segue uma sequência técnica estruturada que compreende as etapas de recebimento, classificação, secagem, reclassificação e estocagem final dos grãos, conforme observado durante a pesquisa de campo realizada no município de Itaituba (PA). As informações foram obtidas por meio de entrevistas com profissionais diretamente envolvidos nas operações e pela observação das rotinas logísticas, permitindo descrever com precisão o funcionamento real da unidade armazenadora.

Para sistematizar as informações observadas durante a pesquisa de campo, o Quadro 2 apresenta a organização sequencial das etapas operacionais realizadas no armazém estudado, destacando os equipamentos envolvidos e suas finalidades técnicas.

Quadro 2– Etapas operacionais do processo de armazenagem de grãos no armazém

Etapas	Descrição operacional	Equipamentos envolvidos	Finalidade técnica
Recebimento	Descarga dos grãos nas moegas e direcionamento ao sistema interno.	Moegas, elevadores de canecas e transportadores de corrente.	Iniciar o fluxo interno e reduzir tempo de permanência dos veículos.
Classificação	Avaliação da qualidade inicial dos grãos quanto à umidade e impurezas.	Sistema de triagem e controle técnico manual.	Definir necessidade de secagem ou estocagem direta.
Secagem	Redução do teor de umidade por meio de sistema térmico com forno a lenha.	Secador e sistema de ventilação controlada.	Garantir conservação e evitar deterioração dos grãos.
Reclassificação	Nova avaliação após secagem para verificação de padrão de qualidade.	Controle técnico operacional.	Confirmar aptidão para armazenamento prolongado.
Estocagem	Armazenamento em silos metálicos verticais e silos pulmão auxiliares.	Silos de 100 mil sacas e silos de 10 mil sacas.	Regular fluxo interno e manter estabilidade logística.

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2026).

A etapa inicial corresponde ao recebimento dos grãos, realizado por meio de moegas de descarga que possibilitam a transferência direta da carga para o sistema interno de movimentação. Nesse momento, os grãos são conduzidos por elevadores de canecas e transportadores de corrente, estabelecendo um fluxo contínuo entre a entrada da matéria-prima e as áreas de processamento subsequente.

Após o recebimento, os grãos passam pelo processo de classificação, no qual são avaliados quanto ao teor de umidade, presença de impurezas e condições gerais de qualidade. Essa etapa é determinante para definir o direcionamento operacional do produto, pois estabelece se os grãos podem seguir diretamente para estocagem ou se necessitam de tratamento térmico prévio.

A secagem constitui uma das fases mais críticas do processo, sendo realizada por meio de secador com sistema térmico alimentado por forno a lenha e operação parcialmente manual. Essa característica reflete a adaptação do armazém às condições climáticas da região amazônica, onde a elevada umidade relativa do ar exige monitoramento constante da temperatura e ventilação para garantir a conservação dos grãos.

Após a secagem, realiza-se uma nova avaliação do produto, denominada reclassificação, com o objetivo de verificar se os parâmetros de qualidade atingiram os níveis adequados para armazenamento prolongado. Esse procedimento permite ajustes técnicos antes da estocagem definitiva, evitando a entrada de grãos fora do padrão nos silos principais e reduzindo riscos de deterioração.

A etapa final corresponde à estocagem dos grãos em silos metálicos verticais interligados, sendo dois principais com capacidade aproximada de 100 mil sacas e unidades auxiliares menores utilizadas como silos pulmão. Esse arranjo estrutural possibilita regular o fluxo interno e equilibrar o volume recebido com a capacidade estática disponível, assegurando maior estabilidade operacional durante os períodos de maior demanda.

Assim, a sequência operacional observada evidencia um sistema logístico funcional e adaptado à realidade regional, no qual a integração entre etapas assegura fluidez e continuidade ao fluxo interno de grãos ao longo de todo o ciclo operacional. Tal configuração reforça o princípio apontado por Petrielli (2019), cuja análise logística demonstra que a eficiência da armazenagem depende diretamente da articulação entre infraestrutura física, organização técnica das operações e gestão do fluxo produtivo.

4.2 FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA MOVIMENTAÇÃO E NO ARMAZENAMENTO

O funcionamento dos equipamentos utilizados na movimentação e no armazenamento de grãos constitui um elemento central para a continuidade operacional dos armazéns graneleiros, uma vez que interfere diretamente na regularidade do fluxo interno e na conservação do produto. Nesta seção, analisa-se o funcionamento dos sistemas presentes no armazém estudado, com base nas informações obtidas durante a pesquisa de campo.

O Quadro 3 apresenta a avaliação do funcionamento e das condições operacionais dos equipamentos do armazém, sintetizando as respostas obtidas no questionário aplicado. Nele, são descritos os principais equipamentos utilizados na movimentação interna, o tipo de operação da secagem e ventilação, a frequência de falhas e as práticas de manutenção preventiva realizadas na unidade. As informações apresentadas a seguir referem-se ao funcionamento operacional dos equipamentos, conforme relatado pelo informante-chave responsável pela unidade.

Quadro 3– Avaliação da funcionalidade e desempenho dos equipamentos do armazém

Questão	Resposta obtida	Observação
Equipamentos utilizados na movimentação interna	Moegas, elevadores de canecas e transportadores de corrente	Sistema integrado ao fluxo de secagem e estocagem
Tipo de operação da secagem e ventilação	Manual/parcialmente automatizada	Controle manual complementar
Frequência de falhas operacionais	Raras	Ocorrem principalmente em períodos de alta umidade
Existência de manutenção preventiva	Sim, realizada regularmente	Revisões completas antes da safra
Período em que ocorre a manutenção	Pré-safra	Verificação mecânica e elétrica geral

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2026).

O Quadro 3 apresenta a avaliação do funcionamento dos equipamentos do armazém graneleiro estudado em Itaituba (PA), com base nas informações fornecidas pelo informante-chave responsável pela unidade. Observou-se a adoção de um sistema de movimentação interna composto por moegas, elevadores de canecas e transportadores de corrente, que assegura fluxo contínuo entre as etapas de secagem e estocagem, reduzindo interrupções operacionais durante o período de safra.

O funcionamento dos equipamentos relatado pelo participante evidencia um arranjo técnico coerente com a lógica de escoamento sequencial dos grãos, no qual

a integração entre infraestrutura e operação favorece a regularidade do fluxo interno. Esse resultado converge com a análise desenvolvida por Petrielli (2019), que, ao avaliar a logística de armazenagem em escala nacional, destaca que a eficiência operacional depende diretamente da articulação entre equipamentos, fluxo produtivo e organização técnica das etapas.

O sistema de secagem e ventilação foi descrito como parcialmente manual, operado por meio de forno a lenha e controle técnico direto, característica apontada pelo informante como típica de unidades armazenadoras amazônicas de médio porte. Apesar da menor automação, essa configuração demonstra eficiência prática ao permitir ajustes rápidos frente às variações climáticas regionais, assegurando equilíbrio entre temperatura e umidade e contribuindo para a conservação dos grãos.

Essa evidência empírica dialoga com o estudo de caso realizado por Gonçalves (2025) em uma unidade armazenadora localizada no interior de Minas Gerais, no qual o autor analisou o funcionamento de sistemas operacionais adaptados às condições locais de produção. Na investigação, verificou-se que sistemas manuais ou semiautomatizados podem alcançar níveis satisfatórios de eficiência quando associados ao domínio técnico da equipe e ao monitoramento contínuo das variáveis ambientais, interpretação que se aproxima do cenário identificado no armazém analisado.

Assim, o funcionamento dos equipamentos observados evidencia um modelo operacional adaptado às condições climáticas e estruturais da região amazônica, no qual a eficiência não está necessariamente vinculada à automação plena, mas à capacidade de integração entre controle técnico, experiência operacional e adequação ao contexto produtivo local. Esse resultado reforça a importância de analisar sistemas de armazenagem a partir de suas especificidades regionais, evitando generalizações baseadas exclusivamente em modelos altamente automatizados.

A manutenção preventiva dos equipamentos foi descrita pelo informante-chave como uma prática sistemática realizada antes do início da safra, envolvendo inspeções mecânicas e elétricas completas em toda a unidade armazenadora. Esse planejamento antecipado mostrou-se determinante para reduzir falhas e paradas inesperadas, refletindo-se na baixa incidência de interrupções operacionais relatadas, geralmente associadas apenas a períodos de elevada umidade ambiental.

Os dados empíricos observados indicam que a adoção de rotinas preventivas contribui diretamente para a estabilidade do sistema operacional, reforçando a confiabilidade dos equipamentos ao longo do ciclo produtivo. Essa interpretação dialoga com a abordagem de Neto et al. (2022), que analisam a confiabilidade de sistemas logísticos a partir da regularidade das práticas de manutenção, destacando que estratégias preventivas reduzem perdas operacionais e ampliam a vida útil dos ativos técnicos.

No contexto do armazém analisado, a manutenção estruturada antes da safra evidencia uma lógica de planejamento operacional integrada, na qual as inspeções são utilizadas como mecanismo de antecipação de falhas e controle do desempenho técnico. Esse padrão converge com a discussão apresentada por Petrielli (2019), que associa a eficiência da armazenagem à articulação entre planejamento técnico e gestão operacional contínua, especialmente em sistemas que operam sob elevada pressão sazonal.

A relevância dessas práticas se torna ainda mais evidente quando consideradas as condições ambientais da região amazônica, caracterizadas por alta umidade relativa e variações climáticas intensas ao longo do período produtivo. Nessa perspectiva, Oliveira et al. (2022) destacam que, em contextos tropicais úmidos, a manutenção preventiva assume caráter estratégico, pois o desgaste acelerado de componentes mecânicos e elétricos exige monitoramento constante e intervenções programadas para preservar a integridade dos sistemas de armazenagem.

Sob esse enfoque, a rotina preventiva relatada no armazém de Itaituba revela um modelo de gestão técnica alinhado às exigências ambientais do território em que se insere. Silva et al. (2024) reforçam que a integração entre manutenção e planejamento operacional constitui indicador relevante de maturidade logística, uma vez que expressa não apenas capacidade técnica instalada, mas também comprometimento institucional com a continuidade produtiva e a segurança operacional.

Assim, a análise do funcionamento das rotinas de manutenção evidencia que a confiabilidade do sistema não decorre exclusivamente da infraestrutura disponível, mas da forma como os procedimentos técnicos são organizados e executados ao longo do ciclo produtivo. No caso estudado, a combinação entre manutenção antecipada, monitoramento contínuo e adaptação às condições climáticas regionais

contribui para a estabilidade operacional do armazém, consolidando um padrão de gestão coerente com a realidade logística amazônica.

A Figura 13, a seguir, apresenta o secador de grãos utilizado no processo, ilustrando a estrutura responsável pela regulação térmica e pela ventilação controlada, fundamentais para a conservação e a qualidade dos produtos armazenados.



Figura 13- Secador de grãos utilizado no armazém. Fonte: Dados da pesquisa de campo (2026).

De modo geral, a funcionalidade dos equipamentos e o nível de automação identificados no armazém analisado em Itaituba (PA) revelam um equilíbrio técnico consistente entre eficiência operacional, controle ambiental e viabilidade produtiva, conforme relatado pelo informante-chave e confirmado pela observação das rotinas logísticas. As falhas operacionais foram descritas como raras, ocorrendo principalmente em períodos de elevada umidade, o que reforça o impacto positivo da manutenção preventiva sistemática adotada na unidade.

No contexto empírico observado, as revisões completas realizadas antes do início da safra evidenciam um padrão de planejamento técnico voltado à continuidade das operações. Resultado semelhante foi identificado por Gonçalves (2025) em estudo de caso conduzido em uma unidade armazenadora no interior de Minas

Gerais, no qual a manutenção programada mostrou-se decisiva para reduzir interrupções operacionais e ampliar a estabilidade produtiva.

A relação entre desempenho técnico e gestão operacional também encontra respaldo em análises de maior abrangência, como a de Neto et al. (2022), desenvolvida em escala nacional, que apontam a manutenção preventiva como elemento central para a confiabilidade dos sistemas logísticos de armazenagem. Em perspectiva complementar, Oliveira et al. (2022), ao examinarem sistemas de armazenagem em regiões tropicais, destacam que ambientes de alta umidade exigem rotinas preventivas mais rigorosas, interpretação que se aproxima diretamente do cenário observado na unidade estudada.

De forma convergente, Rocha et al. (2018), ao analisarem operações logísticas vinculadas à cadeia de grãos, ressaltam que a eficiência técnica depende não apenas da infraestrutura instalada, mas do planejamento sistemático das manutenções e da capacitação das equipes operacionais. Essa leitura dialoga com a síntese apresentada por Petrielli (2019), cuja análise logística evidencia que o desempenho de sistemas armazenadores resulta da articulação entre equipamentos, planejamento técnico e sincronização das etapas operacionais.

Assim, o conjunto operacional analisado evidencia um modelo de gestão funcional, no qual a integração entre automação parcial, manutenção preventiva e adaptação às condições ambientais se traduz em estabilidade e desempenho contínuo ao longo do ciclo produtivo. No caso do armazém estudado em Itaituba, essa configuração demonstra que soluções tecnicamente ajustadas ao contexto amazônico podem alcançar níveis elevados de eficiência operacional, mesmo em cenários marcados por limitações estruturais e elevada sazonalidade climática.

4.3 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO EM RELAÇÃO AO VOLUME RECEBIDO E A EFICIÊNCIA DO FLUXO LOGÍSTICO INTERNO

A análise da capacidade de armazenagem do armazém estudado em Itaituba (PA) evidencia a centralidade do equilíbrio entre volume recebido e infraestrutura instalada, elemento decisivo para a eficiência do fluxo logístico interno observado durante a pesquisa de campo. Essa relação é amplamente discutida por Rocha et al. (2018), cuja investigação sobre gargalos logísticos na cadeia de suprimentos agrícola brasileira demonstra que a insuficiência da capacidade estática de estocagem tende

a gerar acúmulo de cargas nos períodos de safra, comprometendo o escoamento e pressionando a dinâmica operacional das unidades armazenadoras.

No contexto empírico analisado, o Quadro 4 sintetiza a avaliação da capacidade de armazenagem e da eficiência do fluxo logístico do armazém investigado. Nele, estão sistematizadas as informações referentes à capacidade total instalada, ao volume médio mensal recebido durante a safra e ao nível de suficiência operacional frente à demanda, permitindo visualizar de forma integrada a relação entre estrutura física e desempenho logístico.

Quadro 4– Avaliação da capacidade de armazenagem e eficiência do fluxo logístico

Questão	Resposta obtida	Observação
Capacidade total instalada	Aproximadamente 240 toneladas (silos e pulmões)	Estrutura composta por silos metálicos verticais interligados
Volume médio mensal recebido na safra	Em torno de 240 toneladas/mês	Fluxo contínuo de recebimento e secagem
Suficiência da capacidade atual	Parcialmente adequada	Ocorrem sobrecargas em meses de maior safra
Ocupação da capacidade em pico	Entre 71% e 90%	Exige planejamento e controle rigoroso de rotatividade
Ocorrência de sobrecarga ou transferência	Sim	Uso dos silos pulmão como apoio temporário
Eficiência geral do fluxo logístico	Alta	Sistema estável e adaptado à operação regional

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2026).

Os resultados do Quadro 4 demonstram que o armazém estudado apresenta uma estrutura funcional adequada à escala de operação, embora opere próximo ao limite de sua capacidade instalada. A capacidade total de aproximadamente 240 toneladas, distribuída entre silos principais e pulmões auxiliares, revela uma configuração ajustada à dinâmica de recebimento e secagem, assegurando continuidade no fluxo logístico durante o período de safra. O volume médio mensal recebido, também em torno de 240 toneladas, indica uma operação intensa e constante, o que reforça a importância do controle técnico na gestão de espaço e tempo de estocagem.

As figuras a seguir ilustram parte da estrutura física do armazém analisado, evidenciando a capacidade instalada e a organização espacial destinada ao armazenamento dos grãos.



Figura 14- Silos com capacidade de 100 mil sacos. Fonte: Dados da pesquisa de campo (2026).



Figura 15- Silos com capacidade de 10 mil sacos. Fonte: Dados da pesquisa de campo (2026).

A estrutura do armazém analisado em Itaituba (PA) é composta por silos metálicos verticais interligados, sendo dois principais com capacidade aproximada de 100 mil sacas cada, complementados por unidades auxiliares de cerca de 10 mil sacas destinadas ao suporte operacional. Conforme observado in loco e relatado pelo informante-chave, os silos principais concentram o maior volume de grãos durante a safra, enquanto os silos menores atuam como estruturas pulmão, responsáveis pela regulação do fluxo entre as etapas de secagem e estocagem final, conforme ilustrado nas Figuras 14 e 15.

A relação entre capacidade instalada e volume operacional observada no armazém dialoga com o princípio discutido por Petrielli (2019), cuja análise logística, baseada em estudos aplicados à cadeia de armazenagem de grãos no Brasil, destaca que a eficiência de sistemas armazenadores depende do alinhamento entre infraestrutura física e planejamento operacional. No caso estudado em Itaituba, a operação contínua evidencia coerência entre estrutura e gestão técnica, embora

também revele indícios de saturação progressiva da capacidade estática, sobretudo em períodos de maior intensidade de recebimento.

Durante a pesquisa de campo, verificou-se que o nível de ocupação entre 71% e 90% nos períodos de pico exige controle rigoroso do fluxo interno, com sincronização entre recepção, secagem e expedição. Essa dinâmica confirma a funcionalidade dos silos pulmão como unidades amortecedoras, capazes de absorver variações momentâneas de volume e evitar interrupções operacionais, característica frequentemente associada a sistemas logísticos adaptados a contextos regionais de alta sazonalidade produtiva.

A situação observada encontra paralelo com o diagnóstico apresentado por Cavallari (2021), desenvolvido a partir de análises estruturais do sistema de armazenagem brasileiro, que identifica o déficit de capacidade estática como um dos principais entraves logísticos nas regiões de fronteira agrícola. Ao analisar áreas de expansão produtiva, o autor demonstra que o crescimento da produção frequentemente supera a ampliação da infraestrutura, cenário que se aproxima da realidade observada em Itaituba, onde a eficiência operacional convive com limites estruturais progressivamente tensionados pela intensificação da safra.

Apesar dessa limitação estrutural, a eficiência do fluxo logístico interno foi classificada como elevada a partir dos dados empíricos levantados na unidade estudada. A integração entre infraestrutura, controle técnico e experiência operacional da equipe permite que o sistema mantenha estabilidade mesmo sob altos níveis de ocupação, evidenciando uma dinâmica organizacional capaz de compensar restrições físicas por meio de gestão operacional qualificada.

Essa configuração aproxima-se do conceito de eficiência adaptativa descrito por Neto et al. (2022), desenvolvido em estudo de abrangência nacional sobre unidades armazenadoras regionais, no qual os autores demonstram que sistemas com infraestrutura limitada podem alcançar alto desempenho mediante sincronização rigorosa das etapas operacionais. No armazém de Itaituba, essa lógica manifesta-se na rotatividade planejada dos silos e no controle disciplinado do fluxo interno, evidenciando que a eficiência logística não depende exclusivamente da capacidade instalada, mas da qualidade da gestão técnica aplicada.

Em perspectiva complementar, Oliveira et al. (2022), ao analisarem sistemas de armazenagem em regiões tropicais de elevada umidade, ressaltam que a estabilidade operacional resulta da combinação entre capacidade física e gestão

temporal do fluxo. Essa interpretação converge diretamente com os achados empíricos da pesquisa, nos quais o sincronismo entre secagem, estocagem e expedição se mostrou determinante para evitar gargalos e assegurar continuidade operacional ao longo da safra.

Adicionalmente, Gonçalves (2025), em estudo de caso conduzido em unidade armazenadora de médio porte em região interiorana brasileira, destaca que operações próximas ao limite de capacidade exigem monitoramento ambiental constante e manutenção preventiva estruturada. Essa perspectiva reforça a leitura dos dados coletados em Itaituba, onde o controle técnico das variáveis internas e o planejamento operacional antecipado contribuem para a manutenção da fluidez logística mesmo em cenários de elevada pressão produtiva.

Assim, o conjunto de evidências empíricas e comparações teóricas permite afirmar que a eficiência observada no armazém estudado resulta de um modelo de gestão tecnicamente adaptativo, no qual a articulação entre infraestrutura disponível, planejamento operacional e monitoramento contínuo sustenta a estabilidade do sistema. No contexto amazônico, marcado por sazonalidade climática acentuada e expansão produtiva acelerada, essa capacidade de adaptação configura-se como elemento central para a manutenção do desempenho logístico e para a consolidação do armazém como elo estratégico da cadeia regional de grãos.

5 CONCLUSÃO

O estudo sobre o processo logístico interno, a funcionalidade e a capacidade de armazenagem de grãos no armazém graneleiro de Itaituba (PA) permitiu identificar que as operações seguem um fluxo técnico estruturado, composto pelas etapas de recebimento, classificação, secagem, reclassificação e estocagem final. Observou-se que o sistema opera de forma contínua e organizada, com uso integrado de moegas, elevadores e transportadores, assegurando o direcionamento adequado dos grãos e evitando gargalos ao longo do fluxo operacional.

A classificação e o controle de qualidade demonstraram organização técnica consistente, enquanto a secagem manual, realizada com forno a lenha, revelou-se eficaz na regulação térmica e na conservação dos grãos, mesmo sob condições climáticas adversas. Esse modelo evidencia uma gestão adaptada à realidade regional, na qual o domínio técnico dos operadores compensa limitações tecnológicas e garante estabilidade operacional durante os períodos de safra.

O conjunto de equipamentos apresentou desempenho estável, com falhas raras e manutenção preventiva realizada de forma sistemática antes do início das operações sazonais. Essa prática assegura continuidade ao processo logístico e prolonga a vida útil das estruturas, contribuindo para a confiabilidade do sistema e para a manutenção da qualidade do produto armazenado.

No que se refere à capacidade de armazenagem, verificou-se que a estrutura instalada atende parcialmente à demanda, exigindo o uso estratégico de silos auxiliares para regular o fluxo em períodos de pico. Ainda assim, a eficiência logística foi classificada como elevada, resultado da integração entre gestão operacional, controle técnico e planejamento das etapas internas.

De forma geral, o armazém estudado apresenta uma estrutura funcional e organizada, compatível com a realidade de unidades armazenadoras de médio porte na Amazônia. O modelo de operação combina práticas tradicionais e gestão técnica eficiente, evidenciando capacidade de adaptação frente às limitações estruturais e às condições ambientais características da região.

Conclui-se que o armazém analisado apresenta elevado nível de funcionalidade operacional, sustentado por organização técnica, manutenção preventiva e integração entre as etapas logísticas. Contudo, a ampliação da capacidade estática, a incorporação gradual de tecnologias de automação e a

digitalização dos sistemas de monitoramento configuram caminhos importantes para o fortalecimento da competitividade e da sustentabilidade logística regional.

Do ponto de vista social e regional, a pesquisa contribui ao oferecer um diagnóstico aplicado da realidade logística amazônica, evidenciando desafios e potencialidades de estruturas armazenadoras situadas fora dos grandes centros produtivos. Ao sistematizar informações empíricas sobre o funcionamento de um armazém estratégico no eixo do Tapajós, o estudo subsidia futuras decisões técnicas, investimentos em infraestrutura e políticas voltadas ao fortalecimento da cadeia de grãos na Amazônia, colaborando para a melhoria do escoamento agrícola, a redução de perdas pós-colheita e o desenvolvimento econômico regional.

REFERÊNCIAS

BEIRÃO, Éder de Souza; SILVEIRA, Natália Daniella Santos; GOMES, Thamires Alves. Capacidade de armazenagem de produtos agrícolas em armazéns dos municípios da mesorregião Norte de Minas. **Revista Cerrados**, [S. l.], v. 19, n. 02, p. 161–182, 2021.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2012.

BURKOT, Claudio Roberto. Qualidade desejada na secagem e armazenagem de grãos em uma cooperativa no município de Ponta Grossa – PR. **Revista de Gestão e Organizações Cooperativas (RGC)**, Santa Maria, v. 1, n. 2, 2º semestre de 2014.

CARVALHO, Edmar Vinicius de; SANTOS, Patricia Resplandes Rocha dos; MORAIS, Andressa Bruna Lima; JESUS, Wictor Matheus da Conceição de; PROVENCI, Luigi Zanfra; FREIBERGER, Cezar Neucir; COLOMBO, Gustavo André. Spatial distribution for yield, quality, and storage of soybean seeds obtained in the tropical lowlands. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 21, n. 2, p. 93–106, 2022.

CAVALLARI, Pâmela Rafaela Oliveira de Brito. **Estudo logístico do recebimento da soja e carregamento do milho em unidades de beneficiamento**. 2021. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrônômicas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2021.

COELHO, Estevam Henrique; MARJOTTA-MAISTRO, Marta Cristina. Caracterização da infraestrutura de armazenagem para grãos, quantificação das capacidades estática e dinâmica. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, v. 5, n. 1, out. 2016 – mar. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de rodovias 2015**: relatório gerencial. Brasília: CNT; SEST; SENAT, 2015.

CORREIA, Franklin Gomes. **Certificação de unidade armazenadora de grãos no estado do Maranhão**: estudo de caso. Areia, 2021. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, 2021.

FILASSI, Monique; MARSOLA, Karina Braga; OLIVEIRA, Andréa Leda Ramos de; SANTOS, Anderson dos. Armazenagem de grãos no Brasil: um gargalo logístico a ser superado. In: **Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural (SOBER)**, 58., 2020, Foz do Iguaçu. Anais [...]. SOBER, 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Anayza Alves. **Estudo de melhoria no processo operacional em uma unidade armazenadora de grãos**. 2025. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Administração) – Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Gestão e Negócios, Uberlândia, 2025.

LEITÃO, Fabrício Oliveira; OPPELT, Guilherme José; SILVA, Warley Henrique da. Mapeamento das perdas da armazenagem da soja: um estudo de caso em uma cooperativa de armazenagem de grãos. **Revista de Gestão e Organizações Cooperativas – RGC**, Santa Maria, RS, v. 7, n. 13, jan./jun. 2020.

LOURENÇO, V. S.; SILVA, K. D.; SANTOS, M. R.; BUENO, L. L.; RESENDE JUNIOR, M. B.; BERTI, M. P. S. Capacidade de armazenamento e escoamento de grãos no estado de Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 8, 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**, v. 11, n. 9, 2022.

MIRANDA, Gabriel Ferreira de; PEREIRA, Lucas Martins; ANDRADE, Fabrício Napoleão; SILVA, Eduardo Magno Pereira da. Estudo da capacidade de estocagem da produção de grãos de soja no estado do Piauí. In: **IX Congresso Internacional das Ciências Agrárias** (PDVAgro 2024), 2024.

NASCIMENTO, Vinicius Vicente Frazão do; PEREIRA, Guilherme Fragoso Xavier; MELO, Carlos Cicinato Vieira; FREIRE, Ana Izabella; SOUZA, Filipe Bittencourt Machado de; MARTINS, Athila Damasceno. Análise logística na produção de grãos no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, e47911730597, 2022.

OLIVEIRA, Celso Luiz de; EZIQUIEL, Debora Silva; MUÇOUÇAH, Mariana Fraga S. A importância da armazenagem de grãos para o agronegócio brasileiro: uma síntese da literatura. **Anais do XIII FATECLOG – Os Impactos das Novas Demandas Pós-Pandemia nos Sistemas Logísticos das Organizações**, FATEC Mauá, Mauá/SP, 10 e 11 jun. 2022.

PÉRA, Thiago Guilherme; ROCHA, Fernando Vinícius da; BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; COSTA, Everton Lima; SILVA, Sarah Barbosa da; BETTONI, Lavínia. **Diagnóstico da armazenagem agrícola no Brasil**. Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (Esalq-LOG), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (USP), com a interveniência da Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (Fealq), 2024.

PELENTIR, Marli Gisiele da Silva Aquino; SANTOS, Verçulina Firmino dos. Análise da estrutura física de armazenagem de soja em grãos na Cooperativa Grão Norte no município de Boa Vista-RR. **Revista de Administração de Roraima**, v. 6, n. 3, p. 718–737, 2016.

PETRIELLI, Gabriel Palma. **Armazenagem de grãos agrícolas: da capacidade estática aos projetos logísticos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2019.

ROCHA, Fernando Vinícius da et al. A armazenagem de grãos no Brasil: qual a melhor estratégia para os exportadores. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 16, n. 3, p. 366-386, 2018. Tradução. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/7812/pdf>. Acesso em: 18 out. 2025.

SAMPAIO, F. A. **Classificação de grãos: procedimentos e parâmetros técnicos de qualidade**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Grãos: classificação de soja e milho**. Brasília: SENAR, 2017.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café**. Brasília: SENAR, 2020.

SILVA, Naiele Lurdes Oliveira da; AGUIAR, Aysha Gonçalves; PEREIRA, Alana Rebouças; EVANGELISTA, Camilla Lima; LIRA, Giovana Teliz de; NETO, Otavio Cabral. Déficit de armazenagem de grãos no Brasil. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 2, 2024.

TEIXEIRA, Elisabeth. **As três metodologias: acadêmica, das ciências e da pesquisa**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2011.

APÊNDICE 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITAITUBA – LTDA FACULDADE DE ITAITUBA - FAI

Autorizado e Credenciado pela Portaria do MEC nº 2557 de 16/09/2003
Recredenciamento pela Portaria do MEC nº 1904/2019 de 31/10/2019

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título: Avaliação do processo logístico interno, funcionalidade e capacidade de armazenagem de grãos em um armazém graneleiro em Itaituba (PA)

OBJETIVO DO ESTUDO: O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso é avaliar o processo logístico interno, a funcionalidade e a capacidade de armazenagem de grãos em um armazém graneleiro localizado em Itaituba (PA), com foco na identificação das etapas operacionais, na verificação do desempenho dos equipamentos de movimentação e na análise da eficiência da capacidade de estocagem.

ALTERNATIVA PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Você tem o direito de não participar deste estudo. Estamos coletando informações para fins acadêmicos e científicos, com o propósito de compreender o funcionamento logístico e estrutural do armazém. Caso não queira participar, sua recusa não acarretará qualquer prejuízo pessoal, profissional ou institucional.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Se você decidir integrar este estudo, será convidado(a) a responder a um questionário estruturado, aplicado pessoalmente, com perguntas relacionadas às etapas de recebimento, classificação, secagem, estocagem e movimentação interna de grãos. As informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos e incorporadas ao trabalho final como parte da pesquisa descritiva e quantitativa.

BENEFÍCIOS: Sua participação contribuirá para a compreensão e melhoria da eficiência logística e operacional de armazéns graneleiros em Itaituba, ampliando o conhecimento técnico e acadêmico sobre o tema. Embora não haja benefícios diretos

para o participante, sua colaboração será essencial para o avanço de estudos aplicados à gestão logística e à armazenagem agrícola regional.

CONFIDENCIALIDADE: Seu nome não aparecerá em nenhuma parte da pesquisa, nem em formulários, questionários ou publicações resultantes deste estudo. Todas as informações serão tratadas de forma anônima e confidencial, e sem seu consentimento escrito os pesquisadores não divulgarão nenhum dado que permita a sua identificação.

Aceito participar da pesquisa

_____, ____ de _____ de 2025

Assinatura do(a) participante: _____

Assinatura do(a) pesquisador(a): _____

APÊNDICE 2- QUESTIONÁRIO DE PESQUISA



CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITAITUBA – LTDA FACULDADE DE ITAITUBA - FAI

Autorizado e Credenciado pela Portaria do MEC nº 2557 de 16/09/2003
Recredenciamento pela Portaria do MEC nº 1904/2019 de 31/10/2019

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

BLOCO I – PROCESSO LOGÍSTICO INTERNO

1. Quais são as etapas que compõem o processo logístico interno do armazém, desde o recebimento até a estocagem final dos grãos?

2. Como ocorre o processo de recebimento dos grãos no armazém, considerando descarga, pesagem e direcionamento para as etapas seguintes?

3. Como é realizado o processo de classificação dos grãos e quais critérios operacionais são utilizados nessa etapa?

4. Como ocorre o processo de secagem dos grãos no armazém e em que momento ele se integra ao fluxo logístico interno?

5. De que forma os grãos são estocados após a secagem e como se dá a organização desse processo no fluxo logístico interno?

BLOCO II – FUNCIONALIDADE E DESEMPENHO DOS EQUIPAMENTOS

6. Quais equipamentos são utilizados nas etapas de movimentação interna e armazenamento dos grãos?

7. Os equipamentos de movimentação interna, como moegas, elevadores e transportadores, funcionam adequadamente para garantir a continuidade do processo logístico?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Parcialmente

8. O processo de secagem e ventilação dos grãos é realizado de forma:

- ☐ Automatizada
- ☐ Manual
- ☐ Parcialmente automatizada

9. Com que frequência ocorrem falhas ou interrupções operacionais relacionadas aos equipamentos durante o período de safra?

- ☐ Não ocorrem
- ☐ Ocasionalmente
- ☐ Frequentemente

10. Existe manutenção preventiva dos equipamentos e de que forma essa prática contribui para a funcionalidade e eficiência do processo logístico interno?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Ocasional

BLOCO III – CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM E EFICIÊNCIA DO FLUXO LOGÍSTICO

11. Qual é a capacidade total de armazenagem instalada no armazém (em toneladas)?

12. Qual é o volume médio de grãos recebido mensalmente durante o período de safra (em toneladas)?

13. Considerando o volume recebido, a capacidade atual de armazenagem é suficiente para atender à demanda operacional?

- ☐ Sim
- ☐ Não

☐ Parcialmente

14. Em períodos de pico, a ocupação da capacidade de armazenagem atinge aproximadamente:

☐ Até 70%

☐ Entre 71% e 90%

☐ Acima de 90%

15. Ocorrem períodos de sobrecarga operacional ou necessidade de transferência de grãos para outros locais?

☐ Sim

☐ Não

16. Como você avalia o nível geral de eficiência do fluxo logístico interno do armazém, considerando recebimento, secagem, estocagem e movimentação?

☐ Alto

☐ Médio

☐ Baixo

17. Quais fatores, na sua avaliação, mais influenciam positiva ou negativamente a eficiência do processo logístico interno e a capacidade de armazenagem do armazém?
