

MAPEAMENTO DE VARIÁVEIS PARA APOIAR DECISÕES NA ABERTURA DE ARMAZÉNS DE MILHO E SOJA NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

MAPPING VARIABLES TO SUPPORT DECISIONS ON THE OPENING OF CORN AND SOYBEAN STORAGE FACILITIES IN THE MIDWEST REGION OF BRAZIL

Douglas Pereira Silva ¹; Silvia Araújo dos Reis ²; Luiz Honorato da Silva Júnior ³;
Vérica Freitas ⁴; Artur Guerra Rosa ⁵

RESUMO

O agronegócio brasileiro enfrenta um déficit de armazenamento que atinge 60% da produção de grãos. Em contrapartida, os modelos matemáticos para apoiar a decisão de abertura de armazéns carecem de sistematização de parâmetros qualitativos e práticos aderentes à realidade logística do Brasil. Este trabalho objetiva mapear variáveis para apoiar modelos de tomada de decisão na localização e abertura de armazéns de milho e soja. Por meio de uma pesquisa qualitativa e exploratória, foi realizada uma revisão de literatura seguida de entrevistas semiestruturadas com produtores rurais e engenheiros civis especializados em infraestrutura de armazenagem. Como principais resultados, foram identificadas e categorizadas variáveis em sete dimensões temáticas, revelando que a viabilidade do empreendimento é condicionada por altos custos de construção e taxas de juros, enquanto a burocracia ambiental impacta diretamente a liberação de recursos. Além disso, foi constatado que a instabilidade da rede elétrica e a carência de mão de obra qualificada exigem que a automação das unidades ocorra de maneira gradual. O estudo contribui ao oferecer uma base estruturada de dados práticos que antecedem a modelagem puramente quantitativa, preenchendo uma lacuna na literatura sobre as especificidades operacionais da armazenagem no Brasil.

Palavras-chave: Produção agrícola. Armazenamento de grãos. Logística de transporte. Modelagem matemática.

ABSTRACT

Brazilian agribusiness faces a storage deficit that reaches 60% of grain production. In contrast, mathematical models to support the decision of opening warehouses lack the systematization of qualitative and practical parameters adherent to the logistical reality of Brazil. This work aims to map variables to support decision-making models in the location and opening of corn and soybean warehouses. Through qualitative and exploratory research, a literature review was conducted, followed by semi-structured interviews with rural producers and civil engineers specializing in storage infrastructure. As the main results, variables were identified and categorized into seven thematic dimensions, revealing that the viability of the enterprise is conditioned by high construction costs and interest rates, while environmental

¹ Administrador, discente do Curso de Doutorado em Agronegócios da Universidade de Brasília. E-mail: dopsilog@gmail.com

² Engenheira de Alimentos, Profa. Dra. na Universidade de Brasília. E-mail: silviaareis@yahoo.com.br

³ Economista, Prof. Dr. na Universidade de Brasília. E-mail: luizhonorato@unb.br

⁴ Engenheira de Alimentos, Profa. Dra. na Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: verica@ufu.br

⁵ Agrônomo, Prof. Dr. na Universidade de Brasília. E-mail: arturguerra921@hotmail.com

bureaucracy directly impacts the release of funds. Furthermore, we found that the instability of the electrical grid and the shortage of qualified labor require the automation of the units to occur gradually. The study contributes by offering a structured base of practical data that precedes purely quantitative modeling, filling a gap in the literature regarding the operational specificities of storage in Brazil.

Keywords: Agricultural production. Grain storage. Transportation logistics. Mathematical modeling.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro tem experimentado um grande crescimento na produção, consolidando-se como o quinto maior produtor mundial. Esse avanço é impulsionado por práticas sustentáveis, inovação e expansão do mercado (Jank *et al.*, 2023). As variações na demanda, preços, mudanças climáticas e decisões políticas têm impulsionado a busca por soluções na produção agrícola (Barros e Castro, 2017). Segundo Mur (2014), a volatilidade dos preços dos grãos no mercado é uma dificuldade para os produtores, que muitas vezes enfrentam obstáculos para encontrar condições econômicas favoráveis para a venda de sua produção.

O armazenamento tornou-se crucial para proteger a produção pós-colheita, oferecendo estabilidade de preço e controle de estoque (Beirão *et al.*, 2021). No entanto, a competição por espaço nos armazéns e a busca por economia são desafios enfrentados pelos produtores (Brandão *et al.*, 2018). O alarmante déficit de armazenamento no Brasil, que afeta todas as regiões e atinge 60% da produção total de grãos, demanda uma cuidadosa consideração da capacidade estática e dinâmica dos armazéns (Silva Neto e Santos, 2019; Silva *et al.*, 2024).

O armazenamento é vital para as commodities agrícolas, especialmente para a soja e o milho, que têm um papel fundamental na economia brasileira. A produção total de alimentos no Brasil em 2022 atingiu 1,21 bilhões de toneladas, desse total, a produção de soja e de milho representaram cerca de 19%, com 119,5 milhões de toneladas de soja e 110 milhões de toneladas de milho produzidas (IBGE, 2023). O destaque produtivo recai sobre a região Centro-Oeste que, inserida no bioma Cerrado, corresponde por cerca de 50% da produção nacional de grãos (Wang *et al.*, 2024). A localização estratégica dos armazéns também é importante para reduzir custos e maximizar lucros (Mahmoudi *et al.*, 2022).

Embora alguns estudos proponham modelos matemáticos para a localização de armazéns, as variáveis e parâmetros diferem, evidenciando a necessidade de uma abordagem mais integrada que permaneça fiel ao cenário real (Mogale *et al.*, 2018; Zambuzi *et al.*, 2022). Nesse contexto, o problema de pesquisa reside na dissociação entre os modelos matemáticos existentes e a realidade operacional e estratégica do campo. Portanto, este trabalho mapeia parâmetros e variáveis que podem ser utilizados em modelos matemáticos para apoio à tomada de decisão para localização, abertura e utilização de armazéns de soja e milho no Cerrado brasileiro. Para isso, foram realizadas uma revisão de literatura e a coleta de dados primários por meio de entrevistas com produtores e engenheiros.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta o Referencial Teórico sobre o cenário atual da armazenagem e modelos matemáticos; a seção 3 detalha o Método de Pesquisa; a seção 4 apresenta e discute os resultados e as variáveis mapeadas; e, por fim, a seção 5 apresenta a Conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os armazéns agrícolas desempenham importante papel na cadeia de suprimentos, contribuindo para a redução de custos e o eficiente escoamento dos produtos (Paoleschi, 2018). No Brasil, a falta dessas estruturas prejudica o processo de vendas e distribuição, devido à alta produção de alimentos e à escassez de armazéns disponíveis (Ribeiro *et al.*, 2010).

O cenário atual evidencia um descompasso entre o volume da safra e a infraestrutura de estocagem (Silva *et al.*, 2024). A produção nacional de grãos alcançou a marca de 336 milhões de toneladas, enquanto a capacidade estática de armazenagem está limitada a aproximadamente 212 milhões de toneladas (Conab, 2025a, 2025b, 2025c). Embora a capacidade estática esteja aumentando a uma taxa média de 2,45%, esse crescimento não tem sido suficiente para acompanhar a produção de alimentos (Conab, 2025b).

Além do déficit quantitativo, é possível observar que poucos armazéns oferecem serviços completos de infraestrutura, como secagem, termometria, limpeza e aeração (CNA e ESALQ-LOG, 2023). O avanço da tecnologia em máquinas e equipamentos torna-se essencial diante do aumento anual da produção de grãos (Mur, 2014). Como a capacidade estática é baixa e não comporta toda a produção, a capacidade dinâmica — conceituada como a rotatividade do armazenamento — sofre com o escoamento devido aos problemas logísticos (Silva Neto *et al.*, 2016). A Tabela 1 apresenta dados sobre a capacidade estática, abastecimento e expedição de alimentos nos 18.441 armazéns existentes no Brasil.

Tabela 1 – Quantidade, Capacidades estática, de recepção e de expedição dos armazéns no Brasil, em 2025.

Tipo de armazéns	Número armazéns	Estática (T)	Recepção (T)	Expedição (T)
Bateria de silos	7.676	88.881.405	807.121	940.868
Chapéu chinês	171	4.583.711	38.655	43.625
Convencional	4.668	20.561.764	251.508	263.785
Depósito	289	858.625	10.523	13.121
Estrutural	32	848.688	5.656	5.460
Graneleiro	3.597	90.512.895	613.025	740.283
Silo	1.978	6.234.127	140.023	162.011
Total Geral	18.441	212.481.215	1.866.511	2.169.153

Fonte: Conab (2025b).

Ao analisar os dados, é possível observar que a capacidade de armazenamento é significativamente menor do que a produção. Esse déficit é agravado pela capacidade de expedição, que é inferior à de recepção. A saturação resultante pode ser atribuída à baixa rotatividade dos estoques combinada ao fluxo irregular e intenso de recebimento durante as janelas de colheita (Elias *et al.*, 2017). Frente a esse cenário, é evidente a necessidade de mais armazéns no Brasil e o estabelecimento de uma conexão eficiente entre a armazenagem e o escoamento dos alimentos.

2.1. MODELOS MATEMÁTICOS PARA ABERTURA E LOCALIZAÇÃO DE ARMAZÉNS DE SOJA E MILHO

Diante do déficit estrutural, a localização estratégica de novas unidades é necessária para otimizar o escoamento logístico e atenuar fatores operacionais, como o custo de frete e o tempo de entrega (Reis *et al.*, 2023). Nesse contexto, modelos matemáticos para abertura e localização de armazéns podem ser estudados dentro da área de Pesquisa Operacional (PO),

que utiliza modelos para tomada de decisões em diversos níveis de planejamento (Xing *et al.*, 2013). Seus principais objetivos são gerar dados confiáveis para tomada de decisões, minimizar custos e maximizar lucros, proporcionando uma abordagem quantitativa e estruturada para resolver problemas organizacionais (Marins, 2011).

No contexto da abertura de armazéns de grãos, a análise exploratória das variáveis e parâmetros é essencial. A coleta, tratamento e análise de dados são fundamentais para embasar modelos matemáticos e fornecer informações necessárias para tomadas de decisão eficazes Zambuzi *et al.*, (2022). A pesquisa, nesse sentido, desempenha um papel fundamental, fornecendo a base necessária para a estruturação do modelo matemático (Mascarenhas *et al.*, 2014).

Azevedo *et al.*, (2023) exploraram rotas intermodais para o escoamento da soja em Goiás e as compararam com rotas rodoviárias, utilizando programação linear e ferramentas como Microsoft Excel e Dev C++. Os resultados mostraram que as rotas intermodais eram mais econômicas. Zambuzi *et al.*, (2022) desenvolveram um modelo matemático para otimizar a localização e o escoamento de milho e soja, considerando variáveis como distância, volume e rotas de transporte. Cruz (2016) desenvolveu um modelo matemático para localização de armazéns graneleiros, otimizando o retorno financeiro, considerando o custo de aquisição e manutenção do armazém e a possibilidade de aluguel e armazenagem de grãos com venda futura.

Zucchi *et al.* (2011) destacaram a importância de escolher pontos estratégicos com a modelagem matemática para a construção de matadouros de bovinos, demonstrando que uma localização bem planejada pode reduzir significativamente os custos e resolver problemas relacionados ao transporte, evidenciando a relevância de uma escolha estratégica no contexto logístico. Alencar (2017) aponta que o objetivo principal de seu modelo matemático é identificar a melhor localização e extensão dos centros de distribuição para minimizar a função de custo total, abrangendo os custos de frete de transferência e distribuição, custos fixos e variáveis de operação dos centros de distribuição, além dos custos de produção.

Dessa forma, a literatura apresenta diversos modelos matemáticos robustos para a localização de instalações. No entanto, é percebido que a eficácia desses modelos depende da qualidade e da realidade das variáveis e parâmetros de entrada. Nota-se uma carência de estudos que sistematizem parâmetros qualitativos e práticos como características ambientais e burocráticas que antecedem a modelagem matemática puramente quantitativa, evidenciando a necessidade de mapear esses dados diretamente com os agentes da cadeia produtiva.

3 METODOLOGIA

O objetivo do trabalho foi mapear dados que podem ser utilizados em modelos matemáticos para apoio à tomada de decisão sobre localização e abertura de armazéns de milho e soja no Cerrado brasileiro. Para isso, foram realizadas duas etapas: (1) uma revisão de literatura; e (2) um levantamento de dados primários por meio de entrevistas com os produtores da região de Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal. Esse método foi empregado para entender os potenciais parâmetros e variáveis que devem ser consideradas na tomada de decisão para o desenvolvimento de modelos matemáticos para localização de armazéns.

Esta pesquisa, do ponto de vista da sua natureza, é classificada como aplicada, visto que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos no agronegócio, notadamente na logística de armazenagem. Quanto à forma de abordagem do problema, configura-se como qualitativa, onde a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados obtidos nas entrevistas são o foco principal, não requerendo o uso de métodos estatísticos complexos para a análise das opiniões. Em relação aos seus objetivos,

é definida como exploratória, uma vez que visa proporcionar maior familiaridade com o problema para torná-lo explícito através do mapeamento das variáveis e dos parâmetros. Em relação aos procedimentos técnicos, é uma pesquisa bibliográfica e de levantamento, pois foi elaborada a partir de referencial teórico já publicado e envolveu a interrogação direta de pessoas (produtores e engenheiros) cujo conhecimento técnico e prático se desejava conhecer (Silva e Menezes, 2005).

A primeira etapa consistiu em uma revisão da literatura, conduzida nas bases internacionais Scopus, Web of Science e ScienceDirect. O protocolo de busca utilizou os descritores em inglês “warehouse location”, “data for mathematical modeling” e “grain warehouse types”, combinados com seus equivalentes em português. A estratégia de busca optou por não restringir geograficamente os descritores com “Cerrado” ou “Brasil”, visando retornar o estado da arte global sobre modelagem de armazéns. A triagem inicial retornou 140 artigos, reduzidos a 31 após a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão. A análise desses textos, contudo, mostrou que as variáveis abordadas não contemplavam as especificidades da logística de soja e milho no contexto do Cerrado brasileiro, assim não restando nenhum artigo na seleção final e evidenciando uma lacuna na literatura internacional.

Diante disso, a estratégia foi redirecionada para a literatura nacional através da base Google Scholar, onde foram identificadas apenas três obras aderentes à realidade logística local, fundamentais para a calibração do modelo proposto: Alencar (2017); Zambuzi *et al.* (2022); Zucchi *et al.* (2011).

Na segunda etapa de coleta de dados primários, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com seis (06) produtores rurais (proprietários e gestores) e cinco (05) engenheiros civis especializados em infraestrutura de armazenagem, atuantes na região de Goiás, Minas Gerais ou Distrito Federal. A seleção da amostra foi não probabilística e intencional por conveniência, com produtores e engenheiros de referência na região que estavam dispostos a participar da entrevista. O Quadro 1 detalha o perfil técnico dos participantes.

Quadro 1 – Características dos entrevistados.

Identificação	Entrevistado	Formação	Cargo
P1	Produtor 1	Sem formação	Proprietário
P2	Produtor 2	Administrador	Proprietário
P3	Produtor 3	Agrônomo	Proprietário
P4	Produtor 4	Sem formação	Proprietário
P5	Produtor 5	Sem formação	Proprietário
P6	Produtor 6	Administrador	Gerente de fazenda
E1	Engenheiro 1	Engenharia Civil	CEO
E2	Engenheiro 2	Engenharia Civil	Coordenador
E3	Engenheiro 3	Engenharia Civil	Supervisor
E4	Engenheiro 4	Engenharia Civil	Gerente
E5	Engenheiro 5	Engenharia Civil	Coordenador

Fonte: Dados da pesquisa.

A realização das entrevistas não demandou submissão a um Comitê de Ética, pois envolveu apenas entrevistas com profissionais sobre suas atividades técnicas e de gestão, sem a coleta de dados que possibilitassem a sua identificação. A pesquisa enquadra-se nas exceções previstas pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, Art. 1º, inciso VII: “pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito”. Ainda assim, todos os cuidados éticos foram rigorosamente

mantidos, sendo a participação voluntária e condicionada à assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), que assegurou o anonimato dos profissionais e o uso dos dados apenas para fins acadêmicos.

Após a realização da coleta de dados, o conteúdo das entrevistas foi transcrito na íntegra. Para assegurar o rigor metodológico na análise de conteúdo, utilizou-se o software de análise qualitativa MAXQDA. O processamento dos dados seguiu um fluxo estruturado: (i) identificação e contabilização de palavras-chave nas respostas; (ii) filtragem de variáveis duplicadas; (iii) agrupamento dos dados em clusters temáticos com a identificação de citação pelos entrevistados. Os clusters foram categorizados e nomeados, resultando na criação de um quadro com as variáveis e parâmetros mais relevantes, classificados em sete dimensões temáticas produzidas a partir da avaliação das respostas das entrevistas e da pesquisa bibliográfica, a saber: ambiental e documental; financeira e econômica; infraestrutura e logística; produção e demanda; recursos humanos; regulamentação e burocracia; e tecnologia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 2 apresenta as variáveis e os parâmetros mapeados, consolidados conforme as dimensões temáticas previamente definidas. A seguir, as subseções detalham e discutem os resultados de cada dimensão, fornecendo o conjunto de fatores qualitativos e práticos necessário para a estruturação de modelos matemáticos de localização e abertura de armazéns.

Quadro 2 – Variáveis e parâmetros propostos para as dimensões: ambiental e documental; regulamentação e burocracia; financeira e econômica; infraestrutura e logística; produção e demanda; recursos humanos; e tecnologia.

Dimensão	Variáveis e Parâmetros	Menções
Ambiental e documental	Aspectos ambientais e documentação	Engenheiros 1, 4 e 5
	Complexidade na aquisição	Produtores 1, 3 e 4
	Dificuldades ambientais	Produtores 1, 3 e 6
	Estudo de viabilidade do projeto	Engenheiro 3
	Estudo de viabilidade técnica e econômica	Engenheiros 2 e 3
	Estudos de solo e rede elétrica	Engenheiros 1, 2, 4 e 5
	Preocupação com a marca	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Profundidade do lençol freático	Engenheiro 5
	Projetos e escolha do local	Engenheiro 3
	Segurança e custo de construção	Produtor 4
	Segurança e seguros	Engenheiro 5
	Tipo de sondagem	Engenheiros 1 e 2
	Tipos de terreno inadequados	Engenheiro 5
	Umidade do grão	Produtor 6
Regulamentação e burocracia	Ações governamentais	Produtores 2 e 5
	Restrições regulatórias	Produtores 4 e 6
	Burocracia ambiental	Engenheiro 1
	Garantia da construtora	Engenheiro 1
	Limitações legais para estrutura de armazenagem	Produtor 2
	Relacionamento com órgãos governamentais	Engenheiro 5
Financeira e econômica	Alteração no orçamento	Engenheiros 1 e 2
	Análise de custo mensal de produção	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Capacidade de investimento	Produtor 1
	Crédito e recursos financeiros	Produtor 6
	Custo adicional para terrenos rochosos	Engenheiro 2
	Custo da sondagem	Engenheiros 1 e 2

Dimensão	Variáveis e Parâmetros	Menções
	Custo de construção	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Custo de construção com a demanda necessária	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Custo de fundação	Engenheiros 2 e 4
	Custo de seguro agrícola	Produtor 2
	Custo de tecnologia	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Custo do investimento	Produtor 3
	Custo do transporte	Alencar (2017)
	Custo mensal de estocagem	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Custo relacionado a sondagem	Engenheiros 1 e 5
	Custo-benefício de infraestrutura	Engenheiro 2
	Custos de investimento	Engenheiros 1, 3 e 5
	Custos de projeto e engenharia civil	Produtor 2
	Custos operacionais	Produtor 1
	Disponibilidade de capital	Engenheiro 3
	Disponibilidade de financiamento	Produtor 2
	Efetividade na liberação de recursos	Produtor 3
	Financiamento e linhas de crédito	Engenheiros 2 e 3
	Fontes de financiamento	Engenheiros 1, 2, 3, 4 e 5
	Linhas de crédito	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Necessidade de expansão da estrutura de armazenagem	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Opinião sobre a necessidade de armazéns	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Payback da armazenagem	Engenheiro 1
	Percentual de financiamento bancário	Engenheiros 2, 3, 4 e 5
	Percentual de recurso próprio	Engenheiros 1, 3 e 4
	Perfil do investidor	Engenheiros 3 e 4
	Perspectiva de retorno financeiro	Engenheiro 3
	Pesquisa de local e custos preliminares	Engenheiro 3
	Prazo de pagamento do financiamento	Produtor 4
	Rentabilidade e viabilidade econômica	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Soma dos custos de transporte, carregamento e descarregamento, estocagem e produção	Alencar (2017)
	Taxa de juros do financiamento	Produtores 2 e 3
Infraestrutura e logística	Acessibilidade a vias de transporte	Produtor 4
	Análise de pré-requisitos	Engenheiro 5
	Capacidade adicional	Produtores 2, 3, 4, 5 e 6
	Demanda futura de armazenagem:	Engenheiros 1 e 5
	Demanda por armazéns	Produtores 2 e 3
	Demanda por energia	Produtor 6
	Distância entre as regiões imediatas	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Distância para o destino	Produtor 4
	Eficiência logística na fazenda	Produtor 4
	Engenharia e infraestrutura	Engenheiros 1, 2, 3, 4 e 5
	Garantia da parte metálica	Engenheiro 2
	Garantia estendida	Engenheiro 4
	Impacto no cronograma de obra	Engenheiros 1 e 4
	Infraestrutura e energia	Engenheiros 1, 3 e 4
	Infraestrutura na fazenda	Produtores 1 e 4
	Infraestrutura viária; estrutura das rodovias e ferrovias	Produtores 3 e 4
	Local de destino	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Localização geográfica	Produtor 4; Engenheiros 1, 2, 4 e 5
	Mobilidade e versatilidade	Engenheiro 5
	Planejamento de construção	Produtores 3 e 4
	Quantidade de grãos transportado no mês	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Quantidade de unidades de armazenagem	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6

Dimensão	Variáveis e Parâmetros	Menções
	Rede de informação do produtor	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Tamanho da propriedade	Engenheiros 3 e 4
	Tempo de armazenamento	Produtores 5 e 6
Produção e demanda	Déficit de estocagem mensal	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Capacidade a ser instalada na fazenda	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Capacidade de armazenamento no Brasil	Engenheiros 2 e 5
	Capacidade de produção mensal	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Capacidade estática da região	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Capacidade estática por período	Zambuzi <i>et al.</i> (2022)
	Culturas escolhidas	Produtores 1 e 3
	Contratos de comercialização	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Demandas	Produtor 1
	Diversificação de cultura	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
	Diversificação de riscos	Produtor 4
	Equilíbrio da oferta e demanda	Zucchi, Zeng e Caixeta-filho (2011)
	Equilíbrio na produção	Zucchi, Zeng e Caixeta-filho (2011)
	Escala do armazém	Produtor 6
	Planejamento e estratégia	Engenheiro 5
	Quantidade produzida igual a demanda	Alencar (2017)
	Soma da produção mais o estoque inicial deve ser igual a capacidade movimentada do armazém	Alencar (2017)
	Soma da quantidade movimentada na fazenda com o estoque inicial deve ser menor que a capacidade armazenada	Alencar (2017)
	Soma movimentada na fazenda mais a capacidade do cliente tem que ser inferior a produção	Alencar (2017)
Recursos humanos	Capacitação dos funcionários	Produtores 3, 4 e 6
	Equipe básica para unidades pequenas	Engenheiros 1 e 2
	Equipe técnica adicional para estruturas maiores	Engenheiros 2, 3, 4 e 5
	Necessidade de novas contratações	Produtor 3
	Opinião sobre a necessidade de armazéns	Produtores 1, 2, 3, 4, 5 e 6
Tecnologia	Disponibilidade de tecnologia	Engenheiros 1, 2, 3, 4 e 5
	Sistemas de controle de armazém	Produtores 1, 2, 3, 4 e 5
	Restrições tecnológicas	Engenheiros 2 e 4
	Automatização inicial	Engenheiros 1 e 5
	Meio de controle do armazém	Engenheiros 1 e 2
	Tecnologia dos equipamentos	Produtores 2 e 3

Fonte: Resultados da pesquisa.

A análise da viabilidade de empreendimentos de armazenagem agrícola exige a compreensão entre as exigências técnicas e as obrigações legais, começando fundamentalmente pelo estudo de viabilidade técnica e econômica. Segundo a pesquisa e entrevistas, a implementação de um armazém não deve ser iniciada sem a realização prévia do Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), que é obrigatório no âmbito governamental para determinar o alcance social do investimento e a capacidade da fazenda em sustentar o financiamento (80%E - respondido por 80% dos engenheiros). Paralelamente, o estudo de viabilidade do projeto deve considerar as janelas de plantio de soja e safrinha de milho e a capacidade estrutural necessária para atender à colheita, alinhando o projeto às expectativas de expansão do produtor (40%E). A decisão sobre projetos e escolha do local é frequentemente influenciada pela localização geográfica da produção e pela proximidade estratégica com rodovias, o que facilita a logística de venda ou locação rápida dos grãos (0%E).

No âmbito da Engenharia, os estudos de solo e rede elétrica constituem premissas básicas que impactam diretamente o orçamento e a viabilidade da obra (40%E). A profundidade do lençol freático é uma variável crítica, pois a presença de água em níveis elevados pode inviabilizar a construção de túneis subterrâneos necessários para o transporte de grãos ou exigir custos elevados de impermeabilização e fundação (60%E). Para mitigar esses riscos, o tipo de sondagem do solo é determinante, recomendando-se a realização de sondagens detalhadas, inclusive a rotativa, para identificar a resistência mecânica e evitar surpresas como a necessidade de dinamitação em solos rochosos (40%E). Existem tipos de terreno inadequados, como os de argila mole, que possuem resistência praticamente nula e encarecem as fundações, ou solos extremamente rochosos na superfície, que dificultam a escavação (20%E). Além disso, a disponibilidade de carga de energia elétrica é um fator limitante, onde a ausência de infraestrutura adequada pode forçar o uso de geradores, elevando os custos operacionais (60%E e 20%P).

No mercado de construção de silos, a complexidade na aquisição envolve a análise documental para atestar a idoneidade técnica e jurídica dos fornecedores. A “preocupação com a marca” citada pelos entrevistados reflete, na prática, a busca por garantias contratuais de entrega, visto que relatos indicam a existência de inidoneidade e falta de compromisso de algumas empresas, o que gera insegurança quanto à entrega e qualidade da obra, levando os produtores a buscarem referências sólidas antes de fechar contratos (40%P- respondido por 40% dos produtores). Essa cautela é justificada pela segurança jurídica e técnica do empreendimento, uma vez que a escolha de marcas consolidadas e o suporte documental do projeto são fundamentais para mitigar riscos de falhas estruturais ou abandono de obra (20%P e 20% E).

As restrições regulatórias são identificadas pelos produtores como um dos principais impedimentos para a construção de novos armazéns (40%P). Entre esses entraves, destacam-se as limitações legais para estrutura de armazenagem, como a restrição do tamanho de construções em áreas próximas a unidades de conservação e dificuldades na regularização fundiária (20%E). A insegurança jurídica em certas regiões, exemplificada por impasses com a Companhia Imobiliária de Brasília (Terracap), inviabiliza que o agricultor utilize a terra como garantia em financiamentos, o que retarda o desenvolvimento do setor (20%P). Tais condicionantes legais exigem planejamento estratégico e aumentam a complexidade na aquisição de estruturas de silagem.

O relacionamento com órgãos governamentais é outra importante variável no processo, visto que a captação de recursos financeiros depende da conformidade documental e da aprovação de projetos por entidades reguladoras (40%E). A burocracia ambiental no Brasil é descrita como morosa e complexa, sendo um dos principais motivos para o atraso na liberação de créditos bancários e na execução de obras de armazenamento (60%E). Um exemplo é a janela de liberação de crédito, pois, após a proposta do banco, é necessário realizar o licenciamento ambiental e os protocolos regulatórios que, ao ficarem prontos, encontram a janela já alterada, exigindo que a proposta seja refeita ou ajustada (E1).

As ações governamentais demandadas pelo setor agrícola incluem a simplificação desses processos burocráticos e o aporte de investimentos públicos para sanar dificuldades estruturais, como a precariedade das redes de distribuição de energia em estados como Goiás e Minas Gerais (40%P). Em relação à segurança jurídica e técnica das edificações, a garantia da construtora é regida pelo Código Civil, que estabelece um prazo irredutível de cinco anos para a solidez e segurança de edifícios e outras construções consideráveis, independentemente do sistema construtivo utilizado (20%E). A efetividade dessa proteção legal está vinculada à contratação de empresas idôneas e à presença de equipes técnicas qualificadas durante a fiscalização da estrutura (20%E).

Para a construção de armazéns depende da capacidade do produtor em gerenciar altos custos e acessar capital de forma eficiente, sendo a rentabilidade e a viabilidade econômica premissa unânimes entre os produtores (100%P). O investimento em armazenagem é percebido como uma ferramenta para a maximização de lucros e na gestão estratégica da comercialização, o que confere ao produtor maior poder de barganha no mercado (60%E e 20%P). A perspectiva de retorno financeiro é uma variável importante na tomada de decisão, embora a obtenção de lucro direto com a armazenagem não seja o foco, mas sim a preservação da qualidade do produto para melhores negociações futuras (40%E). A recuperação do investimento (*payback*) da armazenagem é estimado em média de seis anos, mas pode ser recuperado em apenas dois anos em cenários favoráveis, como o aumento do preço da soja (40%E).

A mensuração dos custos de projeto e engenharia civil são necessários para a elaboração de projetos e a aprovação bancária de empréstimos (20%E e 20%P).

O acesso a crédito e recursos financeiros é uma necessidade apontada pelos produtores, sendo as linhas de crédito específicas para armazenagem consideradas cruciais, apesar de serem insuficientes (100%P). A Taxa de juros do financiamento é um fator impeditivo e um complicador por ser considerada muito alta (40%P).

A capacidade de investimento para construir um armazém de grande escala é um aspecto chave para a sua viabilidade, e a escolha do tipo de investimento utilizado pelos produtores varia, embora o percentual de financiamento bancário seja predominante, em contraste com o percentual de recurso próprio (80%E e 40%P). Cerca de 90% a 95% dos clientes de engenharia utilizam financiamento, que pode variar de acordo com as dinâmicas regionais (60%E). Além dos custos de investimento, os custos operacionais abrangem desde a aquisição de insumos, energia e manutenção, até os custos com transporte e impostos (20%P e Alencar, 2017). A análise de custo mensal de produção e o custo mensal de estocagem são variáveis importantes em modelos matemáticos para otimizar a logística de menor custo (Alencar, 2017; Zambuzi *et al.*, 2022). O armazém ajuda a evitar custos logísticos adicionais, mas a estrutura logística precária do país aumenta o custo-benefício de infraestrutura (60%E). O custo de seguro agrícola também é um item considerado e tem relação com os subsídios governamentais (60%P).

A infraestrutura de armazenamento no Brasil apresenta grande déficit, pois ocorre o rápido crescimento e modernização da produção de grãos enquanto a capacidade estática permanece estagnada (40%P). Diante dessa realidade, a demanda por armazéns e a demanda futura de armazenagem tornam-se variáveis fundamentais para a rentabilidade, exigindo um planejamento de construção que considere o tamanho da propriedade para justificar o investimento (80%E e 80%P). A definição da quantidade de unidades de armazenagem varia conforme as necessidades volumétricas e a diversidade de culturas, sendo um componente vital do projeto estratégico (100%P).

No âmbito da execução técnica, a engenharia e infraestrutura demandam uma rigorosa análise de pré-requisitos para evitar atrasos no cronograma e surpresas orçamentárias (60%E). A infraestrutura e energia, bem como a demanda por energia, devem ser dimensionadas corretamente no projeto. Dada a frequente instabilidade da rede pública, a infraestrutura interna muitas vezes exige o dimensionamento de subestações próprias ou a instalação de grupos geradores para garantir a autonomia operacional, elevando a complexidade da obra (60%E e 20%P). Projetos modernos buscam mobilidade e versatilidade, preferindo silos metálicos que oferecem garantia da parte metálica de até dez anos — maior que os cinco anos da garantia civil — e possibilidades de garantia estendida (40%E). Além disso, a infraestrutura na fazenda deve ser planejada para suportar a movimentação de cargas pesadas

e garantir a eficiência logística na fazenda, minimizando perdas qualitativas e otimizando a janela de colheita (40%E e 60%P).

O escoamento da produção é condicionado pela infraestrutura viária e pela precária estrutura das rodovias e ferrovias, que muitas vezes limitam o tipo de veículo e elevam o custo do frete (80%P). A acessibilidade a vias de transporte e a distância entre as regiões imediatas influenciam diretamente a quantidade de grãos transportado no mês e a viabilidade do local de destino (40%P e Zambuzi *et al.*, 2022). O produtor utiliza sua rede de informação do produtor para coordenar agendamentos e mitigar riscos sazonais, considerando a distância para o destino como fator de custo operacional (100%P). Destarte, a integração entre o ponto de armazenamento e o destino final exige uma gestão logística adaptativa às realidades de transporte locais e às exigências contratuais do mercado.

A diversificação de cultura é uma prática consolidada entre os produtores que permite a manutenção da atividade de mercado durante todo o ano por meio do plantio sequencial de diferentes espécies (100%P). As culturas escolhidas, predominantemente a soja e o milho, são selecionadas com base na análise das demandas do setor e na expertise técnica do agricultor (40%P). Esta abordagem constitui uma estratégia de diversificação de riscos, na qual o planejamento e estratégia de safra buscam o equilíbrio na produção por meio da utilização de contratos de venda antecipada (100%P). A adoção de contratos para a comercialização futura garante ao produtor a venda da produção com valores previamente negociados, permitindo prever custos e lucros mesmo diante da volatilidade do mercado (100%P).

A gestão da capacidade de armazenamento no Brasil exige que o produtor considere a escala do armazém e a capacidade a ser instalada na fazenda de forma compatível com sua capacidade de produção mensal (40%E e 100%P). É necessário realizar a análise o déficit de estocagem mensal e monitorar a capacidade estática da região, bem como a capacidade estática por período, para evitar que o agricultor se torne refém dos preços estipulados pelo mercado durante os picos de colheita (Zambuzi *et al.*, 2022). Nesse cenário, os contratos de venda com as trades tornam-se instrumentos de estabilidade, definindo agendamentos para a retirada da produção e assegurando que o fluxo de escoamento não seja interrompido pela falta de infraestrutura física própria (100%P).

Modelos de otimização logística buscam o equilíbrio da oferta e demanda ao estabelecer que a quantidade produzida igual a demanda para assegurar a eficiência da rede (Alencar, 2017; Zucchi, Zeng, Caixeta-filho, 2011). Nesses sistemas, a soma da produção mais o estoque inicial deve ser igual a capacidade movimentada do armazém, garantindo o fluxo contínuo dos grãos entre a fazenda e os pontos de destino. Para assegurar a viabilidade operacional, a soma da quantidade movimentada na fazenda com o estoque inicial deve ser menor que a capacidade armazenada (Alencar, 2017).

A implementação do armazém adiciona uma nova complexidade na propriedade: a gestão de recursos humanos, uma vez que a operação eficiente exige pessoal qualificado e dedicado. Falhas técnicas e de recursos humanos são citadas expressamente como motivos para o comprometimento de produções inteiras, evidenciando que a viabilidade de um armazém depende de uma estrutura organizacional que suporte suas demandas operacionais (60%P). Assim, a gestão de pessoas torna-se necessária para assegurar que os benefícios econômicos da armazenagem sejam plenamente alcançados por meio de uma operação segura.

A estrutura das equipes de trabalho deve ser dimensionada conforme o porte da unidade armazenadora, sendo identificada a necessidade de uma equipe básica para unidades pequenas, de até 200 mil sacas, composta essencialmente por um operador, um balanceiro para a pesagem e um mecânico de manutenção para reparos simples (40%E). Também é necessário contar com uma equipe técnica adicional para estruturas maiores, incluindo

engenheiros e profissionais especializados que compreendam a complexidade dos sistemas de armazenamento e garantam a fiscalização adequada (80%E). Essa especialização profissional é considerada uma boa prática de mercado, visando evitar paralisações na planta e garantir a continuidade operacional (20%E). A presença de classificadores e operadores de expedição também é destacada como requisito mínimo para manter a eficiência do fluxo de grãos (20%E).

Um dos desafios relatados pelos produtores é a atual carência de competência técnica, o que gera uma alta demanda pela capacitação dos funcionários, dado que muitos colaboradores de fazendas não estão aptos a operar silos e tecnologias modernas (60%E). Diante desse problema, ocorre a necessidade de novas contratações de pessoal qualificado e a implementação de treinamentos específicos para preparar as equipes para processos de limpeza, secagem e monitoramento eletrônico (20%E). Embora haja uma conscientização geral dos funcionários sobre a importância das estruturas, a dificuldade de atrair e manter mão de obra em localizações remotas permanece como um entrave à gestão.

A disponibilidade de tecnologia no setor agrícola é amplamente reconhecida pelos produtores como um fator essencial para o controle e a otimização dos processos produtivos, sendo muitas vezes considerada um investimento que se paga ao longo do tempo (100%E). Embora existam percepções divergentes quanto ao custo, variando entre a visão de ser o item mais barato da propriedade e o reconhecimento de seu alto valor aquisitivo, há um consenso de que os benefícios em precisão operacional e tomada de decisão compensam o aporte financeiro inicial (40%E). A tecnologia dos equipamentos, que engloba desde sensores de monitoramento pluviométrico e GPS até máquinas autônomas e secadores modernos, fazem parte da mitigação de riscos sazonais e na preservação da qualidade física dos grãos durante as etapas de colheita e estocagem (40%E). Nesse sentido, a modernização das estruturas por meio de inovações mecânicas e eletrônicas é necessária para enfrentar a volatilidade do mercado e garantir a competitividade no cenário global (100%E).

A implementação de sistemas de controle de armazém permite o monitoramento das variáveis de ambiente, como temperatura e umidade da massa de grãos, que deve ser mantida em padrões comerciais, geralmente entre 13 e 14% (80%E). Isso reduz drasticamente as perdas causadas por fermentação ou proliferação de pragas. O meio de controle do armazém evoluiu para suportar o gerenciamento remoto via dispositivos móveis e conectividade à internet, possibilitando que o produtor acompanhe as condições internas e operações em tempo real, independentemente de sua localização geográfica (40%E). Quanto à automatização inicial, é recomendado que, embora as unidades modernas já permitam tal integração desde a construção, a adoção completa ocorra gradualmente para que os operadores compreendam a mecânica do sistema antes da total dependência de processos automatizados. Essa transição planejada visa evitar falhas sistêmicas decorrentes de erros humanos ou técnicos, assegurando a eficiência operacional e a longevidade dos ativos tecnológicos instalados (40%E).

Contudo, persistem restrições tecnológicas significativas que limitam a adoção plena de inovações no campo, especialmente para pequenos produtores que enfrentam barreiras financeiras e falta de escala para justificar o investimento (40%E). A carência de infraestrutura básica em regiões remotas, como a baixa disponibilidade de redes de internet e a insuficiência de carga elétrica estável, compromete diretamente a funcionalidade de softwares de gerenciamento e de sistemas de automação que exigem alto consumo energético. Esses obstáculos infraestruturais exigem que o planejamento de novos armazéns inclua estudos de viabilidade técnica que considerem a rede elétrica disponível e a necessidade de treinamento especializado para a mão de obra, uma vez que o conhecimento técnico é apontado como tão vital quanto a própria estrutura física (80%E).

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa cumpriu o objetivo de mapear parâmetros e variáveis aplicáveis a modelos matemáticos para apoio à tomada de decisão na localização, abertura e utilização de armazéns de milho e soja. Para tanto, realizou-se uma revisão de literatura combinada a entrevistas com produtores rurais e engenheiros civis especializados em infraestrutura de armazenagem.

A análise das informações coletadas resultou na categorização de variáveis distribuídas em sete dimensões temáticas. Foi identificado que variáveis ambientais, como a composição do solo e a profundidade do lençol freático, alteram diretamente os custos de fundação, tornando o EVTEA um pré-requisito indispensável. Financeiramente, a viabilidade do empreendimento é condicionada pelas altas taxas de juros e pelo custo inicial de construção, com retorno do investimento estimado em média em seis anos. Operacionalmente, a instabilidade da rede elétrica e a carência de mão de obra qualificada exigem que a automação das unidades ocorra de maneira gradual. No quadro proposto foram consolidadas as variáveis e parâmetros com potencial efetivo para a modelagem matemática da localização e abertura de armazéns de grãos.

O estudo enfrentou limitações, notadamente a escassez de trabalhos acadêmicos diretamente alinhados à especificidade logística proposta e a dificuldade de encontrar engenheiros civis especializados em armazéns de milho e soja, já que muitos desses profissionais atuam no setor comercial e não possuem a disposição de falar abertamente sobre as dificuldades.

Este trabalho aponta caminhos para novas pesquisas, incluindo a análise de variáveis de localização e armazenamento para outros tipos de armazéns e centros de distribuição de produtos diversos. Sugere-se, ainda, a realização de estudos com uma amostra ampliada de engenheiros e produtores de milho e soja, a fim de identificar outras variáveis pertinentes a diferentes contextos produtivos.

Os resultados apresentados oferecem uma base estruturada para futuras investigações e reflexões estratégicas sobre a coleta de dados para a armazenagem de grãos no Brasil. A sistematização proposta reforça a importância de informações precisas para a criação de um modelo matemático consistente e aplicável à realidade do setor.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, R. **Localização de Armazéns: Estudo de Caso em uma Empresa do Setor de Fertilizantes**. 2017. Monografia de Graduação, Universidade Federal Fluminense. <https://app.uff.br/riuff/handle/1/3715>.
- AZEVEDO, L.; PEREIRA, D. B.; SILVA, D. R. M.; VIEIRA, I. S. O uso da intermodalidade como vantagem competitiva no escoamento da soja em Goiás: uma abordagem comparativa de custos logísticos em diferentes ambientes computacionais. **Revista Tecnica**, v. 8, n. 1, 2023. <https://periodicos.ifg.edu.br/tecnia/article/view/36/667>
- BARROS, G. S. C.; CASTRO, N. R. Produto Interno Bruto do Agronegócio e a crise brasileira. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 15, n. 2, p. 156-162, 2017. <https://doi.org/10.25070/rea.v15i2.508>
- BEIRÃO, É. D. S.; SILVEIRA, N. D. S.; GOMES, T. A Capacidade de armazenagem de produtos agrícolas em armazéns dos municípios da mesorregião Norte de Minas. **Cerrados**, Revista Científica Agropampa, Dom Pedrito, v. 11, n. 1, p. 110-125, 2026.

v. 19, n. 2, p. 161-182, 2021. <https://doi.org/10.46551/rc24482692202123>

BRANDÃO, T. P.; SOUZA, A. G. V.; FARIA, L. O.; SILVA, C. S.; SIMÃO, K. G.; ARAÚJO, M. S.; BERT, M. P. S. O déficit na capacidade estática de armazenagem de grãos em Matopiba. **Revista Agri-Environmental Sciences**, v. 4, n. 1, p. 23-31, 2018. <https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/index>

BRASIL. **Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016**. 2016. Diário Oficial da União. <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf>

CNA; ESALQ-LOG. **Diagnóstico da armazenagem agrícola no Brasil**. 2023. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/storage/arquivos/Relato_rio-Armazenagem-_PARTE01_CAP-01-AO-05_compressed-1.pdf.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF: Conab, v. 12, n. 9, 2025a. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/9o-levantamento-safra-2024-25/9o-levantamento-safra-2024-25>.

CONAB. **Portal Armazéns do Brasil**. 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/armazenagem>. Acesso em: 2 jun. 2025.

CONAB. **Portal de Informações Agropecuárias: Séries Históricas das Safras**. 2025c. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html>. Acesso em: 20 maio 2025.

CRUZ, M. K. V. **Modelo matemático para o apoio à decisão de abertura de um armazém de soja quanto à viabilidade econômica e financeira**. 2016. Monografia de Graduação, Universidade de Brasília. https://bdm.unb.br/bitstream/10483/15931/1/2016_MarinnaKirchmeyerVieiradaCruz_tcc.pdf

ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M; VANIER, N. L. Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos. **Apostila**, 2017. <https://labgraos.com.br/manager/uploads/arquivo/apostila---unidade-i---prova-i.pdf>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618> Acesso em: 12 fev. 2023.

JANK, M. S; GILIO, L; CAMPOS, M. A; CARDOSO, V. M; COSTA, C. C. **O futuro do comércio global do agronegócio e a inserção do Brasil**. Insper Agro Global, Comércio Internacional, 2023. <https://agro.insper.edu.br/storage/papers/September2023/6LmClm4S2RviSot9SKsw.pdf>

MAHMOUDI, M; SHIRZAD, K; VERTER, V. Modelos de apoio à decisão para a gestão das cadeias de abastecimento de ajuda alimentar: uma revisão sistemática da literatura. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 82, p. 101255, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101255>

MARINS, F. A. S. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica, Universidade Estadual Paulista, 2011.

MASCARENHAS, C. S; LOPES, B. F. R; COLETI, J. C; OLIVEIRA, A. L. R; YAMAKAMI, A. Aplicação de um modelo de localização para a questão logística da soja brasileira: uma indicação de localização para armazéns In: Anais do XVII Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha - SPOLM 2014. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2014. <https://doi.org/10.5151/marine-spolm2014-126718>

MOGALE, D. G; KUMAR, M; KUMAR, S. K; TIWARI, M. K. Grain silo location-allocation problem with dwell time for optimization of food grain supply chain network. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 111, p. 40-69, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.01.004>

MUR, D. C. C. **Otimização da localização de unidades armazenadoras de grãos no estado do Goiás**. 2014. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/16446>

PAOLESCHI, B. **Estoques e Armazéns**. São Paulo: Saraiva, 2018.

REIS, S. A; LEAL, J. E; THOMÉ, A. M. T. A. Two-Stage Stochastic Linear Programming Model for Tactical Planning in the Soybean Supply Chain. **Logistics**, v. 7, n. 3, p. 49, 2023. <https://doi.org/10.3390/logistics7030049>

RIBEIRO, S; MANSANO, F. H; GAMEIRO, A. H; LOPES, R. L. Custo do transporte como ferramenta de gerenciamento logístico para a soja: o caso da rota Maringá–Paranaguá. **Revista Adm. Made**, v. 13, n. 3, p. 87-100, 2010. <http://revistaadmmade.estacio.br/index.php/admmade/article/viewFile/48/54>

SILVA NETO, W. A., da; ARRUDA, P. do N.; BASTOS, A. da C. O déficit na capacidade estática de armazenagem de grãos no estado de Goiás. **Gestão & Regionalidade**, v. 32, n. 96, p. 151-169, 2016. <https://doi.org/10.13037/gr.vol32n96.2944>.

SILVA NETO, W. A; SANTOS, T. L. O déficit na capacidade estática de armazenamento nas regiões centro-oeste e sul do Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 17, n. 3, p. 507-530, 2019. <https://doi.org/10.25070/rea.v17i3.8358>

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, N. L. O. DA, AGUIAR, A. G., PEREIRA, A. R., EVANGELISTA, C. L. E. L., LIRA, G. T. DE, & CABRAL NETO, O. DÉFICIT DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS NO BRASIL. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 2, n. 1, 2024. <https://doi.org/10.61164/rmnm.v2i1.2119>.

WANG, Z.; MARTHA, G. B.; LIU, J.; LIMA, C. Z.; HERTEL, T. W. Planned expansion of transportation infrastructure in Brazil has implications for the pattern of agricultural production and carbon emissions. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 928, p. 172434, 2024.

XING, Y; LI, L; BI; WILAMOWSKA-KORSAK, M; ZHANG, L. Operations research (OR) in service industries: a comprehensive review. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 30, n. 3, p. 300-353, 2013. <https://doi.org/10.1002/sres.2185>

ZAMBUZI, N. C; CAMPAGNARO, L; SANTOS, C. S. R. dos. Modelo de otimização para localização de armazéns na cadeia de escoamento de soja e milho. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Enegep, 2022. **Anais...**
http://dx.doi.org/10.14488/ENEGEP2022_TN_ST_384_1900_43222

ZUCCHI, J. D; ZENG, A. Z; CAIXETA-FILHO, J. V. Optimum location for export-oriented slaughterhouses in Mato Grosso, Brazil: a dynamic mathematical model. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 14, n. 3, p. 135-148, 2011.
<https://doi.org/10.1080/13675567.2011.608653>