



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Departamento de Administração

Marinna Kirchmeyer Vieira da Cruz

**Modelo matemático para o apoio à decisão de abertura de
um armazém de soja quanto à viabilidade econômica e
financeira**

Brasília – DF

2016

Marinna Kirchmeyer Vieira da Cruz

**Modelo matemático para o apoio à decisão de abertura de
um armazém de soja quanto à viabilidade econômica e
financeira**

Monografia apresentada ao Departamento de Administração como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Administração.

Professor Orientador: Doutora, Silvia
Araújo dos Reis

Brasília – DF

2016

Cruz, Marinna Kirchmeyer Vieira.

Modelo matemático para o apoio à decisão de abertura de um armazém de soja / Marinna Kirchmeyer Vieira da Cruz – Brasília, 2016.

81 f. : il.

Monografia (bacharelado) – Universidade de Brasília, Departamento de Administração, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Sílvia Araújo dos Reis, Departamento de Administração.

1. Armazém. 2. Armazenagem. 3. Viabilidade econômica. 4. Agronegócio 4. Soja 5. Modelagem matemática. I. Título.

Marinna Kirchmeyer Vieira da Cruz

**Modelo matemático para o apoio à decisão de abertura de
um armazém de soja quanto à viabilidade econômica e
financeira**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de
Conclusão do Curso de Administração da Universidade de Brasília do
(a) aluno (a)

Marinna Kirchmeyer Vieira da Cruz

Doutora, Sílvia Araújo dos Reis
Professor-Orientador

Doutor, José Márcio Carvalho
Professor-Examinador

Doutora, Práticia Guarnieri
Professor-Examinador

Brasília, 01 de dezembro de 2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus. Por ter me dado força e coragem para nunca desistir dos desafios que me foram apresentados. Por ter me dado paz, saúde e oportunidade de conviver com pessoas de bem.

Agradeço aos meus pais, Adriana Kirchmeyer e Maurício Cruz, por terem me proporcionado toda estrutura necessária para conseguir conquistar meus sonhos, por serem sempre amigos, me dando apoio, amor e conselhos valiosos.

Agradeço também ao meu irmão e melhor amigo, João Victor, por sempre acreditar em mim, por me dar força, esperança, paz e amor.

Gostaria de agradecer ao Daniel, por toda paciência, dedicação, carinho e alegria, não apenas no ano de execução deste trabalho, como em todos os 3 anos de convivência.

Agradeço a todos os professores que me tornaram uma pessoa mais responsável e sábia, em especial a minha orientadora Silvia Araújo dos Reis, por toda paciência e ética na sua forma de trabalhar, pela confiança empregada em mim e por todo apoio para realização deste Trabalho.

Aos familiares e amigos que de alguma forma participaram da trajetória do meu desenvolvimento pessoal e profissional, com destaque ao meu grande amigo Zê.

RESUMO

O agronegócio é um dos principais mercados que influenciam de maneira positiva a economia brasileira, tendo a soja como o produto de maior representatividade em volume (USDA, 2016). O Brasil é hoje o primeiro exportador de soja do mundo, e segundo maior produtor. Esse promissor mercado, não tem tido, entretanto, a infraestrutura logística necessária para o seu crescimento. Ao analisar a logística agroindustrial fica evidente alguns gargalos que limitam a qualidade dos serviços, em especial a armazenagem. A falta de armazéns induz os produtores de grãos a vender seus produtos logo após a colheita, não existindo, portanto, a possibilidade de estocar seus produtos e estudar as melhores épocas de produção e venda. Contudo, a decisão de ter um armazém não é simples, visto que esse mecanismo logístico possui um alto custo de aquisição e manutenção. Diante desse cenário, o presente trabalho tem o objetivo de elaborar modelo matemático para o apoio à decisão de construção de um armazém de soja quanto à viabilidade econômica e financeira. A pesquisa realizada foi de natureza aplicada, com objetivos descritivos e abordagem mista, quantitativa e qualitativa. A coleta de dados foi essencialmente de pesquisa bibliográfica, por meio de revisão narrativa e sistemática de literatura, com análise de conteúdo. A revisão sistemática de literatura permitiu definir quais são os aspectos financeiros que influenciam na análise de viabilidade econômica e financeira de um armazém de soja. Com isso, Foram desenvolvidos dois modelos, divididos conforme seus planejamentos, sendo um tático e o outro estratégico. Os modelos foram implementados no *software* Lingo 15.0 versão acadêmica, com dados aleatórios e resultaram em um desempenho computacional de 0.14 a 0.35 segundos, contando com um computador de processador Intel Core 3, com dois núcleos de 1.40GHz e 4Gb de memória RAM. Os modelos desenvolvidos apresentam um considerável ganho, pois permitem a análise de viabilidade econômica e financeira de um armazém de soja e produtos similares de maneira eficiente, com resultados objetivos e claros.

Palavras-chave: armazém, armazenagem, viabilidade econômica, agronegócio, soja, modelagem matemática.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Cadeia de fornecimento de soja	22
Figura 2 – Divisão da logística	29
Figura 3 – Implementação do modelo tático no <i>software Lingo</i>	68
Figura 4 – Implementação do modelo estratégico no <i>software Lingo</i>	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Preço da soja em média no período de 1996 a 2015	24
Tabela 2 – Diferença de preço médio da soja do maior mês e menor mês de 1996 a 2015	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição dos blocos logísticos no agronegócio	29
Quadro 2 – Funções das atividades-chave da logística	31
Quadro 3 – Funções das atividades de suporte da logística	32
Quadro 4 – Funções das atividades de armazenagem e gerência de estoque	35
Quadro 5 – Fórmula PRICE	38
Quadro 6 – Fórmula simples do custo de estocagem	40
Quadro 7 – Fórmula e descrição das variáveis do VPL.	43
Quadro 8 – Fórmula e descrição das variáveis da TIR.	44
Quadro 9 – Fórmula e descrição das variáveis do PB.	44
Quadro 10 – Fórmula e descrição das variáveis do C/B.	45
Quadro 11 – Fórmula e descrição das variáveis da AE.	45
Quadro 12 – Etapas da construção dos modelos matemáticos para a tomada de decisões.	47
Quadro 13 – Etapas da revisão sistemática de literatura no Google Acadêmico	53
Quadro 14 – Relação dos fatores financeiros que influenciam no estudo de viabilidade econômica de abertura de um armazém por autor.....	55
Quadro 15 – Método econômico utilizado por cada autor na análise de viabilidade econômica de abertura de um armazém	56
Quadro 16 – Índices do modelo tático	59
Quadro 17 – Parâmetros do modelo tático	59
Quadro 18 – Variáveis de decisão do modelo tático	60
Quadro 19 – Cálculos da função objetivo do modelo tático	61
Quadro 20 – Índices do modelo estratégico	65
Quadro 21 – Parâmetros do modelo estratégico.....	65
Quadro 22 – Título da ilustração 2.	65
Quadro 23 – Cálculos da função objetivo do modelo estratégico.....	66
Quadro 24 – Desempenho computacional dos modelos matemáticos.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação entre a produção e a capacidade estática de grãos no Brasil entre os anos de 2000 e 2011.....	24
Gráfico 2 – Preço da soja em média no período de 1996 a 2015	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais

AE - Anuidade uniforme equivalente.

BNDS - Banco Nacional do Desenvolvimento.

C/B - Custo-benefício.

CAE - Custo anual equivalente.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento.

EMBRAPA - Empresa brasileira de pesquisa agropecuária.

MAPA - Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento.

PB - *Payback* descontado.

PRICE - Sistema de Amortização Francês.

SAC - Sistema de Amortização constante.

TIR - Taxa interna de retorno.

TMA – Taxa mínima de atratividade.

TR- Taxa de retorno.

USDA - United States department of agriculture - Departamento de agricultura dos Estados Unidos.

VPL - Valor presente líquido.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização.....	13
1.2	Formulação do problema	16
1.3	Objetivo Geral	16
	Objetivos Específicos	17
1.4	Justificativa	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	Agronegócio no Brasil	20
2.2	Situação da soja no mercado brasileiro	21
2.3	Logística empresarial	28
2.3.1	Atividades	30
2.4	Armazéns.....	32
2.4.1	Armazenagem e estocagem	34
2.4.2	Movimentação de materiais e embalagens	36
2.4.3	Custos de armazenagem.....	37
2.4.4	Controle de estoque puxado e empurrado	40
2.5	Viabilidade econômica	41
2.5.1	Valor presente líquido (VPL).....	43
2.5.2	Taxa interna de retorno (TIR)	43
2.5.3	<i>Payback</i> descontado (PB)	44
2.5.4	Custo-benefício (C/B)	44
2.5.5	Anuidade uniforme equivalente (AE)	45
2.5.6	Custo anual equivalente (CAE).....	46
2.6	Modelagem matemática.....	46
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	48
3.1	Tipo e descrição geral da pesquisa.....	48
3.2	Procedimento técnicos.....	49
3.3	Instrumentos de pesquisa e procedimentos de coleta e de análise de dados	
	51	
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1	Revisão sistemática de literatura	52
4.2	Modelos matemáticos	57
4.2.1	Modelo tático	57

4.2.2	Modelo estratégico	63
4.2.3	Desempenho computacional	67
4.2.4	Implementação dos modelos no <i>software Lingo</i>	68
4.3	Discussão	69
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	73
5.1	Sugestões para Pesquisas Futuras	74
	REFERÊNCIAS.....	76

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O Brasil é um dos países que mais se destaca no mercado mundial do agronegócio. No início de 2010, os produtos brasileiros representavam um em cada quatro produtos agrícolas comercializados pelo mundo (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, 2016).

Nesse contexto, a soja é um relevante produto para economia brasileira, seu cultivo é o que mais se desenvolveu nas últimas três décadas e é responsável por 49% da área de plantação de grãos do país (MAPA, 2016).

Nos últimos 20 anos a produção de soja no Brasil esteve presente no centro das decisões econômicas, não só pela relevância do produto em questão, mas também pelo interesse conferido a esta mercadoria na pauta de exportações (BRAUN; TALAMINI, 2009).

No âmbito internacional, o Brasil ocupa a liderança em termos de exportação de grãos de soja e o segundo lugar no quesito produção, perdendo apenas para os Estados Unidos (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS - USDA, 2016).

O volume escoado de soja caracteriza a grandeza dessa *commodity* na economia brasileira. Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2016), em 2014, o Brasil produziu 86,70 milhões de toneladas de soja e exportou 46,83 milhões de toneladas de grãos. Na produção de farelo e óleo de soja os valores apresentados foram 28,54 milhões de toneladas e 7,07 milhões de toneladas, respectivamente.

Dessa forma, para atender as demandas de escoamento desse alimento é imprescindível que se estabeleça uma atividade logística bem estruturada e eficiente, pois esse fator será um ponto determinante para o sucesso da atividade agroindustrial de soja no Brasil.

A logística empresarial é definida por Ballou (2007) como todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final.

Ballou (2007) destaca que uma região geográfica com um sistema logístico eficiente é capaz de explorar suas vantagens em relação à especialização do produto que possui certo privilégio, desenvolvendo ainda mais a sua exportação.

Logo, a atividade logística não aparece apenas como um meio de agrupar e otimizar as atividades de produção das empresas, mas também como uma razão econômica, na qual a diferenciação e a conquista de espaço de mercado poderá transformar países em grandes potências em certos ramos.

Apesar da dimensão e importância do comércio de soja para o Brasil, a gestão logística empregada para esse produto não apresenta constantes inovações, gerando impactos negativos na eficiência da produção e comercialização dessa *commodity* (NOGUEIRA; TSUNECHIRO, 2011).

De acordo com Gaban e Guarnieri (2015), um dos gargalos mais evidentes e citados pela literatura na logística agroindustrial é a armazenagem, não apenas o *déficit* de armazenagem como também a ausência de estruturas adequadas para a armazenagem.

A armazenagem adequada pode representar um diferencial competitivo crítico no mercado de soja, pois os benefícios disponibilizados por essa atividade proporcionarão subsídios de negociação para os empresários do setor.

Em primeiro plano, Araújo (2013) defende que os armazéns protegem os grãos, garantindo a conservação das características que o produto apresentava antes de ser armazenado.

Outra vantagem que os armazéns oportunizam para os produtores de grãos de soja gira em torno do aspecto econômico. A possibilidade de armazenar as safras produzidas faz com que o gestor possa identificar os períodos mais propícios para plantação e use essa informação para ter a soja disponível em épocas de menor oferta, e com maior preço de venda.

O armazém aparece com um potencial ganho no negócio de soja, mas esse mecanismo logístico possui limitações que colocam em dúvida sua viabilidade, pois além de todo benefício gerado, os custos inseridos nas contas organizacionais podem representar um fator de incertezas.

Dias (2015) conceitua que um dos custos logísticos que mais afeta na contabilidade das empresas é a armazenagem e que esse custo dependerá de diversos fatores, tanto fixos como variáveis.

Por conseguinte, Ballou (2007) esclarece que os gastos condicionados pelos armazéns não dependem apenas do custo de sua montagem. Fatores associados a sua manutenção também afetarão as despesas e, portanto, a quantidade de produto a ser armazenado será uma das variáveis que produzirão dispêndio, além da outra fração de elementos fixos.

Assim, a decisão de abrir ou não um armazém por parte de um produtor de soja deverá considerar não apenas o retorno que esse apoio logístico poderá trazer para o seu negócio, como também todo custo nele contido, desde sua montagem, manutenção e até depreciação.

De acordo com Gomes e Gomes (2014) a tomada de decisão precisa de alternativas factíveis para que seja possível atingir seus objetivos, nas quais as escolhas estejam ligadas a ganhos e perdas.

O processo de tomada de decisão representa uma das principais atribuições exigidas de um administrador. O mercado, marcado pelas constantes demandas e acirrada concorrência do mundo globalizado, carece de profissionais que possuam a competência de tomar decisões acertadas no tempo apropriado.

A complexidade de se tomar decisões está principalmente fundamentada na disponibilidade de informações que o tomador de decisões dispõe em relação ao cenário das suas escolhas plausíveis, ou seja, quanto mais compreensão sobre determinada situação o tomador de decisões tiver, mais subsídios ele terá para equilibrar suas opções e conseqüentemente uma maior propensão ao acerto.

Nesse contexto, a análise de viabilidade de investimento em armazém de soja necessita de ferramentas de apoio à tomada de decisão que abordem todas as variáveis necessárias para a interpretação do problema como um todo.

A decisão de um gestor de implementar algo novo para a organização, que seja considerado como um investimento, necessita preceder de um estudo que analise a sua viabilidade econômica.

O estudo de viabilidade econômica busca demonstrar se o investimento pretendido é adequado ou não, atendendo as restrições e as expectativas desse novo instrumento.

A análise deve considerar principalmente: critérios econômicos referentes à rentabilidade do investimento em questão, critérios financeiros que demonstrem a disponibilidade de recursos e critérios imponderáveis, ou seja, fatores que não são conversíveis em dinheiro (SAMANEZ, 2009).

Um recurso para essa alternativa é a Pesquisa Operacional que contribui com métodos quantitativos de tomada de decisão, capazes de reproduzir um sistema organizado para encontrar, por meio da experimentação, uma solução ótima para o sistema descrito (HILLIER;LIEBERMAN, 2013).

Mediante a Pesquisa Operacional, a formulação de um modelo matemático pautado nas variáveis que influenciam na construção de armazéns de soja no Brasil proporcionaria insumos para a análise de viabilidade econômica desse investimento para os produtores de soja.

Diante do exposto, percebe-se que a elaboração de modelos matemáticos de apoio à tomada de decisão para a construção de armazéns é um aspecto fundamental para a inovação da logística agroindustrial desempenhada no Brasil, o que vai ao encontro com objetivo do presente trabalho.

1.2 Formulação do problema

Segundo o MAPA (2016) a soja é o produto brasileiro que apresentou o maior crescimento nas últimas três décadas, representando um grão fundamental para o desenvolvimento do país. Porém, de acordo com Nogueira e Tsunechiro (2011) a capacidade estática de armazenamento de grãos no Brasil é incapaz de atender a quantidade produzida, gerando um crítico problema de escassez de armazenagem de grãos, o que, logo, conduz para o questionamento da viabilidade de construção de um armazém para esse produto. Frente a isso, este trabalho propõe um modelo para apoiar o tomador de decisão na seguinte questão: É financeiramente viável a construção de um armazém para soja?

1.3 Objetivo Geral

Elaborar modelo matemático para o apoio à decisão de construção de um armazém de soja quanto à viabilidade econômica e financeira.

Objetivos Específicos

- Levantar dados sobre o mercado brasileiro de soja.
- Realizar uma revisão sistemática de literatura referente às análises de viabilidade econômica e financeira de construção de armazéns.
- Introduzir o modelo matemático no *software* Lingo.

1.4 Justificativa

O MAPA (2016) informa que a soja é um produto que gera considerável impacto positivo no mercado brasileiro. Tal afirmação abre margem para o esclarecimento das possíveis vantagens obtidas pelo aprimoramento das atividades relacionadas com a produção desse grão no desenvolvimento do país.

De acordo com Araújo (2013), a atividade logística aparece como uma substancial oportunidade de avanço nos processos desenvolvidos pelos produtores de grãos, visto que os subsídios proporcionados por essa área podem afetar essencialmente as operações desenvolvidas.

Nogueira e Tsunehiro (2011) apontam os armazéns como um potencial mecanismo de diferenciação no mercado de soja, mas que ainda são insuficientes na realidade da produção brasileira e, portanto, representam um relevante gargalo logístico.

Todavia, Christopher (2001) explica que os custos de armazenagem chegam a ser responsáveis por cerca de 50% dos custos logísticos de uma empresa, dessa forma, são necessários métodos que permitam uma tomada de decisão lógica por parte do gestor.

Os trabalhos desenvolvidos por Muller (2014), Cário et al (2012), Gottardo e Cestari (2008), Cristiano, Rodrigues e Souza (2006), Ottonelli (2011), Oliveira (2015), Dessbesell (2014) e Pegoraro (2006) apresentam estudos de viabilidade econômica e financeira de abertura de armazéns, porém a forma para obter os resultados contou com várias etapas de cálculos matemáticos, algumas subjetivas e não tão claras.

Nesse contexto, Hillier e Lieberman (2013) defendem que a Pesquisa Operacional possui mecanismos que a torna conveniente para tomada de decisão,

permitindo a construção de modelos matemáticos que demonstrem uma solução ótima e assim auxiliem o gestor a fazer escolhas sensatas em relação ao seu problema de negócio.

Portanto, um modelo matemático que sistematize as variáveis que influenciam financeiramente nesse problema e que forneça resultados úteis para a análise da viabilidade econômica do investimento em construção de armazém de soja é de grande valia para literatura agroindustrial e para o progresso econômico do Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão da literatura é uma das partes mais importantes dos trabalhos científicos, pois é nessa etapa que será fundamentado teoricamente o que se pretende abordar no problema de pesquisa. É no capítulo de referencial teórico que será descrita a sustentação conceitual que possibilitará o desenvolvimento da pesquisa (SILVA;MENEZES, 2005).

Segundo Silva e Menezes (2005), a revisão de literatura permite a obtenção atual de informações importantes sobre a situação do tema pesquisado e o conhecimento do que já foi abordado sobre o problema, como também a verificação das diversas opiniões e os aspectos relacionados ao problema e tema de pesquisa.

Com isso, este capítulo tem o intuito de fornecer uma base teórica para o problema de pesquisa, utilizando livros e artigos dos autores dos temas definidos como relevantes: agronegócio no Brasil, situação da soja no mercado brasileiro, logística empresarial, armazéns, viabilidade econômica, modelagem matemática e estudos de viabilidade econômica de abertura de armazém.

Os temas de agronegócio no Brasil e situação da soja no mercado brasileiro serão trabalhados com o objetivo de entender como funciona esse setor e esse produto no país, suas principais características e identificar os problemas críticos enfrentados.

O embasamento do tema de Logística empresarial é necessário para entender como essa área opera nas organizações, suas atividades e qual é a situação da logística no contexto do agronegócio brasileiro, visto que o tema de armazéns faz parte de seu estudo e é um dos pontos principais do problema de pesquisa deste trabalho.

Já os temas de viabilidade econômica, modelagem matemática e estudos de viabilidade econômica de abertura de armazém são imprescindíveis para alcançar o objetivo desta pesquisa científica, já que trata-se da elaboração de um modelo matemático de apoio à decisão de construção de armazém de soja, em que serão empregadas as variáveis que compõe os custos de armazenagem, usando ferramentas fornecidas pelas áreas de viabilidade econômica e modelagem matemática.

2.1 Agronegócio no Brasil

A crescente mudança da população do campo para cidade foi acompanhada de novas demandas, exigindo uma produção mais eficiente e em maior quantidade. Com isso, o uso de tecnologia torna-se substancial, fazendo com que o setor primário ou agricultura passe a depender de fatores que descaracterizam a essência do seu conceito de comunidades autossuficientes que vivem de forma extrativa da natureza, portanto, o termo agronegócio, tradução do conceito de *agribusiness*, surge para representar essa nova realidade (ARAÚJO, 2013).

Conforme Araújo (2013), essa nova ideia é decorrente das atuais necessidades do setor, já que essa mudança não foi marcada apenas pela introdução da tecnologia, como também a demanda de muitos serviços e insumos de fora, além de uma preocupação com a pós produção, ou seja, os armazéns, as diversas infraestruturas (estradas, portos e outras), as agroindústrias, os mercados atacadista e varejista e a exportação.

Nesse contexto, Mendes e Padilha (2007) explicam que o termo agronegócio vai além da propriedade rural, envolvendo as participações diretas e indiretas no processo de levar o produto ao consumidor. Ou seja, são considerados tanto os trabalhadores que atuam diretamente com a terra, como também os fornecedores, as transportadoras, os clientes e os locais onde serão disponibilizados os alimentos.

Hoffmann et al. (1984) entendem que as mudanças na agricultura levaram a produção para uma orientação de mercado, surgindo a ideia de comercialização. O autor define que a comercialização é o conjunto de funções realizadas no processo de levar o produto até o cliente final.

Ainda de acordo com Hoffmann et al. (1984) a comercialização não se restringe apenas a atender a demanda do cliente, mas também aumentar essa demanda por meio da promoção, e satisfazê-la entregando o produto no momento e lugar correto com a quantidade desejada.

Para o entendimento do agronegócio é importante destacar algumas especificidades próprias do setor, dessa forma Araújo (2013) destaca a sazonalidade da produção e a influência de elementos e fatores climáticos como sendo duas expressivas características desse mercado. A produção no agronegócio é marcada pela sazonalidade, pois depende da condição climática de cada região, com isso

ocorre não apenas períodos de safras, como também períodos entressafras, isso quer dizer que em certas épocas a produção é favorável (safras), mas em outras não (entressafras).

Além disso, Araújo (2013) esclarece que o consumo é predominantemente constante, isto é, não há relevantes variações na quantidade de produtos demandados, o que gera um desequilíbrio em relação a oferta, já que nos períodos entressafras a disponibilidade de produtos tende a ser menor, logo são destacadas as seguintes consequências:

- Variações de preços: mais elevados na entressafra e mais baixos nos períodos de safra;
- Necessidade de infraestrutura de estocagem e conservação;
- Períodos de maior utilização de insumos e fatores de produção;
- Características próprias de processamento e transformação das matérias-primas;
- Receitas concentradas em períodos curtos alternadas com períodos sem receitas para o agricultor;
- Sazonalidade no emprego, com períodos de elevadas ofertas, alternados com períodos de escassez;
- Necessidade de uma logística mais exigente e mais bem definida.

Em termos de participação no mercado nacional, o agronegócio é fundamental para economia brasileira. Segundo o MAPA (2016), no ano de 2010 os produtos brasileiros representavam um em cada quatro produtos agrícolas comercializados pelo mundo, com destaque para a soja, que é o produto que mais se desenvolveu nas últimas três décadas, abrangendo 49% da área de plantação de grãos do país.

2.2 Situação da soja no mercado brasileiro

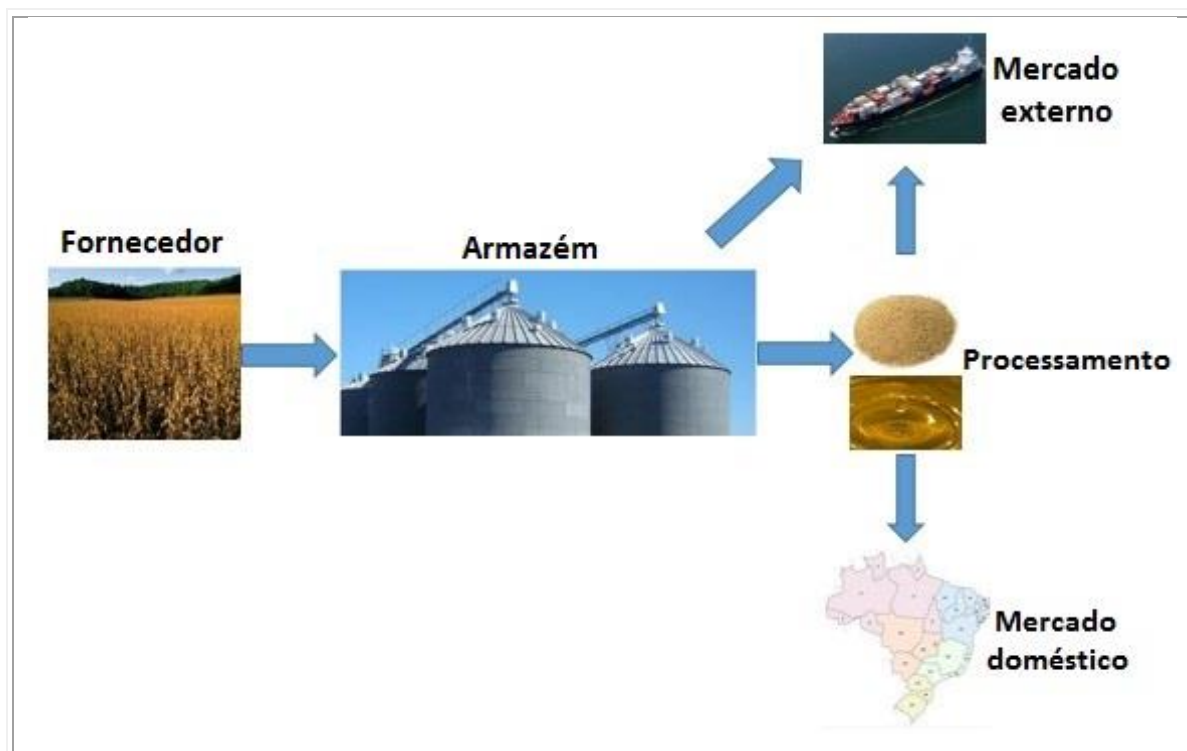
De acordo com a EMBRAPA (2016), a soja começou a ser considerada como um produto comercial no final da década de 60 no Brasil, essa realidade foi motivada por dois fatores internos: primeiramente a soja surgiu como uma opção de verão para o trigo, que era a principal cultura do Sul do Brasil, o outro ponto foi a inserção da produção de suínos e aves, que demandou a produção do farelo de soja.

Já em 1966, o cenário mudou, transformando a soja em um produto estratégico para o Brasil, marcado por uma produção substancial, cerca de 500 mil toneladas. Em meados de 1970, o preço dessa *commodity* aumentou consideravelmente no mercado mundial, o que incentivou ainda mais a sua produção (EMBRAPA, 2016).

A EMBRAPA (2016), destaca ainda que o Brasil possui um importante diferencial competitivo para a comercialização da soja no mundo, já que o escoamento da safra brasileira ocorre na entressafra americana, ou seja, período em que os preços atingem as maiores cotações.

No ano de 2014, o Brasil ocupou a liderança no mercado internacional em termos de exportação de grãos de soja e o segundo lugar no quesito produção, produzindo 86,70 milhões de toneladas de soja e exportando 46,83 milhões de toneladas de grãos dessa *commodity* (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, 2016).

Em relação à cadeia de fornecimento de soja, Reis e Leal (2015) ilustram como suas atividades ocorrem e se relacionam na figura 1.



Fonte: Adaptado de Reis e Leal (2015)

FIGURA 1 – Cadeia de fornecimento de soja

Na figura 1 são demonstrados os estágios sucessivos da cadeia de fornecimento de soja: origem, distribuição, transformação da soja em farelo e óleo,

armazenamento destes produtos e venda final para comercialização interna e externa. Essa afirmação está

Nesse contexto, Bizerra et al. (2010) explicam que a elevada concorrência no mercado das *commodities*, faz que a otimização dos sistemas, produtivos, financeiros ou logísticos seja uma necessidade e não apenas uma procura por maior rentabilidade.

Azevedo et al. (2008) confirmam que para o Brasil se manter no mercado competitivo de produção de grãos é imprescindível um investimento nas etapas pós-colheita, como um armazenamento de qualidade, pois sem esse investimento, o crescimento do setor torna-se inviável.

Nesse cenário, Nogueira e Tsunehiro (2011) esclarecem que por mais que a taxa de crescimento do setor de grãos na agricultura brasileira seja elevada, o desenvolvimento da produção não é caracterizado por inovações capazes de aprimorar os sistemas de serviço desempenhados, especialmente em relação aos transportes e armazéns, prejudicando a competição dos produtos brasileiros nos mercados internos e externos.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2005), existe uma incongruência entre as curvas de crescimento da produção agrícola brasileira e a logística empregada para o seu escoamento, pois, enquanto a primeira cresce, a segunda não acompanha esse desenvolvimento, causando um considerável déficit na área de armazenamento e na infraestrutura de transporte e serviços, resultando em um elevado custo logístico.

De acordo com a CONAB (2005) ao analisar da questão da logística na agricultura brasileira, é identificado que a capacidade de expansão está próxima do seu limite, pela falta da infraestrutura de escoamento da produção e também pela incapacidade de armazenar corretamente safra nacional.

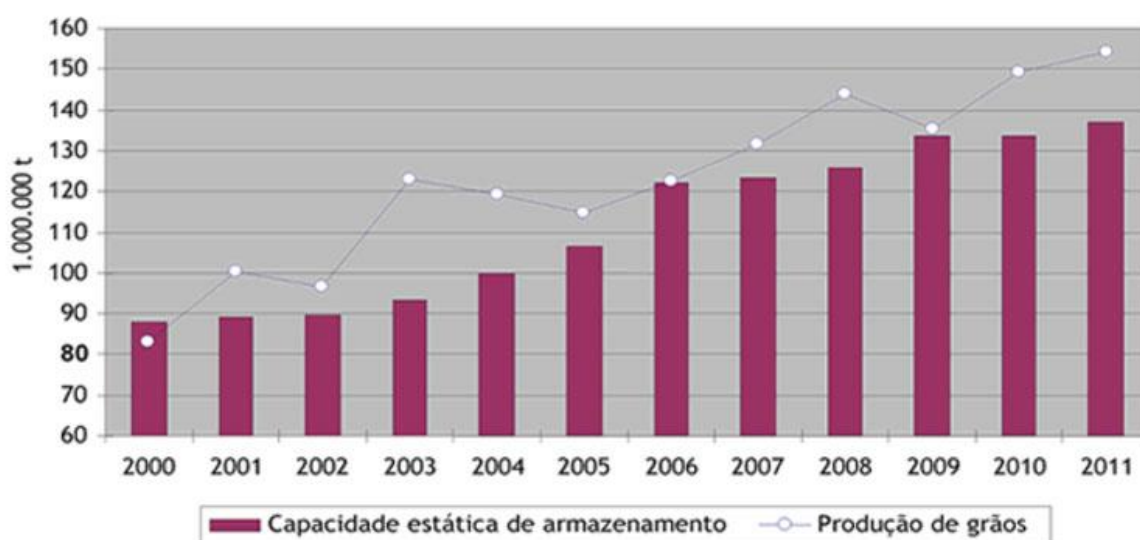
Nogueira e Tsunehiro (2011) expõem que uma das grandes questões do agronegócio nos últimos anos tem sido: “Como e onde guardar as safras?” De modo que a resposta para esse problema mereça a atenção dos agentes públicos e privados, pois a busca por uma maior eficiência na comercialização das safras garante o abastecimento interno e uma maior participação nesse mercado tão competitivo.

A CONAB (2005) explica que entre as safras de 1993/1994 e 2000/2001, foi verificada uma estagnação da capacidade de armazenagem, tanto pela escassez de recursos como pela alta da taxa de juros, porém a alavancagem da soja despertou o

interesse do setor privado em investir em armazéns, tendo em vista a rentabilidade tão expressiva dessa *commodity*.

Porém, a CONAB (2005) destaca ainda que esses investimentos em unidades armazenadoras não foram proporcionais à expansão e potencial agrícola brasileiro. Apurando um déficit de armazenagem real próximo de 7% em todo Brasil.

Para ilustrar essa realidade, o Gráfico 1 elaborado por Junior e Tsunechiro (2011) a partir dos dados da CONAB, apresenta a relação entre a produção e a capacidade estática de grãos no Brasil entre os anos de 2000 e 2011, em que o ano de 2011 é trabalhado com uma previsão dos dados.



Fonte: Junior e Tsunechiro (2011)

GRÁFICO 1 – relação entre a produção e a capacidade estática de grãos no Brasil entre os anos de 2000 e 2011

Interpretando o gráfico 1 é possível perceber que desde o ano de 2001 que a capacidade de armazenamento de grãos no Brasil é ineficiente, tendo em vista que a linha que representa a produção de grãos demonstra valores acima da capacidade estática de armazenamento em cada ano, exceto 2000.

De acordo com Reis e Leal (2015), um outro problema na logística da soja é a questão dos transportes, visto que o suprimento de transporte ferroviário no Brasil, que é o tipo de transporte mais adequado para essa *commodity*, devido ao seu custo-benefício, é menor do que o necessário durante a safra da soja, o que implica que parte da soja será transportada por outro tipo de modal e a necessidade de que os contratos com as ferrovias sejam feitos antecipadamente.

A realidade recorrente nos terminais do Porto de Santos pode exemplificar essas possíveis problemáticas causadas pela logística ineficiente do comércio de grãos brasileiros. Conforme o Sindicato das Agências de Navegação Marítima do Estado de São Paulo - SINDAMAR (2015), esses terminais são caracterizados por grandes filas que prejudicam operacionalmente toda a logística dos produtores, causando custos adicionais.

A falta de armazéns e transportes que atendam o volume das safras, faz com que os produtores mandem suas sacas logo após a colheita, e, como a produção de grãos depende de fatores climáticos, ocorre que muitos produtores disponibilizam seus produtos na mesma época, gerando, portanto, o problema citado dos terminais do Porto de Santos.

É conveniente analisar como os preços da soja variam, visto que um grande incentivo para abertura de armazéns está associado com a possibilidade de controlar sua produção e período de oferta para garantir um lucro maior, tendo o produto disponível em períodos mais atrativos para a venda. A tabela 1 apresenta os preços mensais em média da soja (Dólar por tonelada) no período de 1996 a 2015.

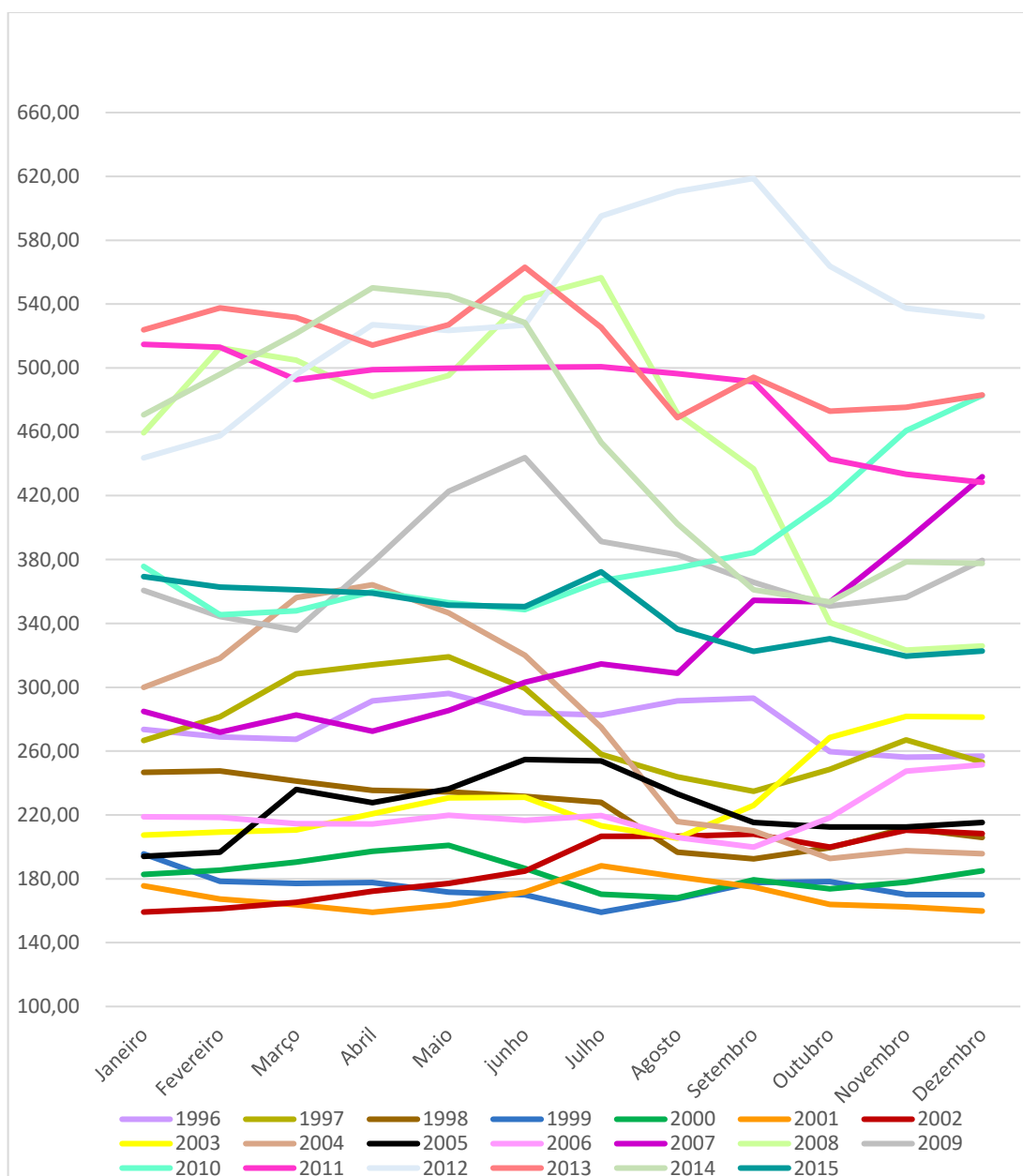
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1996	273,66	268,96	267,39	291,37	296,12	283,91	282,59	291,37	293,07	259,63	256,19	256,92
1997	266,70	281,54	308,46	314,10	319,04	299,36	257,95	243,85	234,83	248,58	266,96	253,08
1998	246,68	247,55	241,28	235,32	234,55	231,73	227,93	196,64	192,50	199,42	211,65	205,88
1999	195,60	178,44	177,02	177,73	171,65	169,97	159,04	167,54	177,76	178,33	170,22	169,91
2000	182,76	185,38	190,49	197,19	200,95	186,59	170,25	168,09	179,46	173,81	177,77	184,97
2001	175,69	167,33	163,77	159,00	163,48	171,71	188,14	181,15	174,91	163,88	162,41	159,75
2002	159,18	161,24	165,35	172,24	177,19	184,88	206,69	206,69	208,00	199,86	210,46	208,28
2003	207,46	209,20	210,55	220,75	230,67	231,13	213,31	205,45	225,96	268,44	281,72	281,31
2004	299,86	318,20	356,20	364,18	346,49	320,01	274,85	215,93	210,07	192,71	197,55	195,67
2005	194,06	196,73	235,92	227,64	236,34	254,72	253,89	233,22	215,36	212,39	212,50	215,31
2006	218,77	218,54	214,50	214,39	219,74	216,56	219,65	205,79	199,85	218,24	247,43	251,48
2007	284,78	271,82	282,57	272,52	285,51	303,15	314,54	308,78	354,50	353,40	391,59	431,88
2008	459,32	512,60	504,88	482,10	495,33	543,74	556,53	471,51	436,86	340,56	323,24	325,89
2009	360,59	344,37	335,73	378,18	422,76	443,84	391,30	382,96	365,71	350,87	356,37	379,51
2010	375,72	345,41	347,96	359,84	353,00	348,55	366,72	374,80	384,36	417,80	460,79	482,83
2011	514,80	512,97	492,76	498,82	499,76	500,47	500,75	496,43	491,29	442,78	433,39	428,38
2012	443,70	457,48	495,97	527,07	523,60	526,86	595,16	610,57	618,77	563,72	537,51	532,23
2013	523,95	537,58	531,56	514,36	527,08	563,10	525,42	468,87	494,22	472,91	475,41	483,17
2014	470,77	496,11	521,66	550,22	545,30	528,46	453,29	402,50	361,11	353,43	378,47	377,57
2015	369,22	362,79	361,11	359,01	351,44	350,55	372,32	336,43	322,57	330,34	319,47	322,60

Fonte: Adaptado de Abiove (2016)

TABELA 1 – Preço da soja em média no período de 1996 a 2015

A tabela 1 é composta por colunas que representam os doze meses de um ano e as linhas que indicam os anos, considerado o período de 1996 a 2005, preenchida com o preço médio da soja (Dólar por tonelada) correspondente a cada mês e ano.

O gráfico 2 foi elaborado com os dados expressos na tabela 1 para auxiliar na compreensão de como os preços da soja oscilam durante os anos.



Fonte: Adaptado de Abiove (2016)

GRÁFICO 2 – Preço da soja em média no período de 1996 a 2015

No gráfico 2 está ilustrado o preço da soja médio mensal (Dólar por tonelada) no período de 1996 a 2005, os anos estão expressos por linhas, sendo cada ano uma

cor, variando conforme o preço que está no limite de 100,00 a 660,00 dólares e os doze meses do ano.

Já a tabela 2 mostra a diferença entre o maior e o menor preço médio registrados em cada ano dentro do período de 1996 a 2015.

Ano	Mês com maior preço	Valor do maior mês	Mês com menor preço	Valor do menor mês	Diferença entre o maior e o menor mês
1996	Maio	296,12	Novembro	256,19	39,93
1997	Maio	319,04	Setembro	234,83	84,22
1998	Fevereiro	247,55	Setembro	192,50	55,05
1999	Janeiro	195,60	Julho	159,04	36,56
2000	Maio	200,95	Agosto	168,09	32,87
2001	Julho	188,14	Abril	159,00	29,14
2002	Novembro	210,46	Janeiro	159,18	51,28
2003	Novembro	281,72	Agosto	205,45	76,27
2004	Abril	364,18	Outubro	192,71	171,48
2005	Junho	254,72	Janeiro	194,06	60,66
2006	Dezembro	251,48	Setembro	199,85	51,63
2007	Dezembro	431,88	Fevereiro	271,82	160,06
2008	Julho	556,53	Novembro	323,24	233,29
2009	Junho	443,84	Março	335,73	108,11
2010	Dezembro	482,83	Fevereiro	345,41	137,43
2011	Janeiro	514,80	Dezembro	428,38	86,42
2012	Setembro	618,77	Janeiro	443,70	175,07
2013	Junho	563,10	Agosto	468,87	94,23
2014	Abril	550,22	Outubro	353,43	196,79
2015	Julho	372,32	Novembro	319,47	52,84

Fonte: Adaptado de Abiove (2016)

TABELA 2 – Diferença de preço da soja do maior mês e menor mês de 1996 a 2015

Na tabela 2 foi destacado qual mês de cada ano apresentou o menor e maior valor médio de soja (Dólar por tonelada), na sexta coluna foi calculada a diferença entre o maior e o menor mês para demonstrar qual foi a maior oscilação de preço em cada ano.

Analisando o gráfico 2 juntamente com as tabelas 1 e 2, é possível identificar que em relação ao preço, o mercado de soja no Brasil possui variações ao longo dos períodos.

A tabela 2 demonstra que realmente ocorre variações consideráveis nos preços da *commodity*, em que a menor diferença entre o maior mês e o menor mês foi de 29,14 US\$/t no ano de 2001, chegando até a marca de 233,29 US\$/t no ano de 2008.

Porém pelos resultados fica constatado que essa variação não ocorre sempre nos mesmos meses, não existindo assim um padrão de variação que se repita ano a ano.

Dessa forma, é comprovado que a *commodity* de soja no Brasil, em relação ao preço, possui períodos mais vantajosos para vendas do que outros, e essa realidade pode representar uma estratégia de negócio para os produtores. Logo, a atividade de armazenagem e estocagem são potenciais ferramentas para os sistemas logísticos dos produtores de grãos, podendo ter sua funcionalidade baseada não apenas no apoio a atividades logísticas, mas uma verdadeira vantagem competitiva na estratégia de vendas.

2.3 Logística empresarial

Conforme mencionado, uma atividade logística adequada é um dos fatores determinantes para a sobrevivência dos negócios de *commodities*, dado que esse mercado está inserido em um contexto de alta competitividade (BIZERRA et al., 2010).

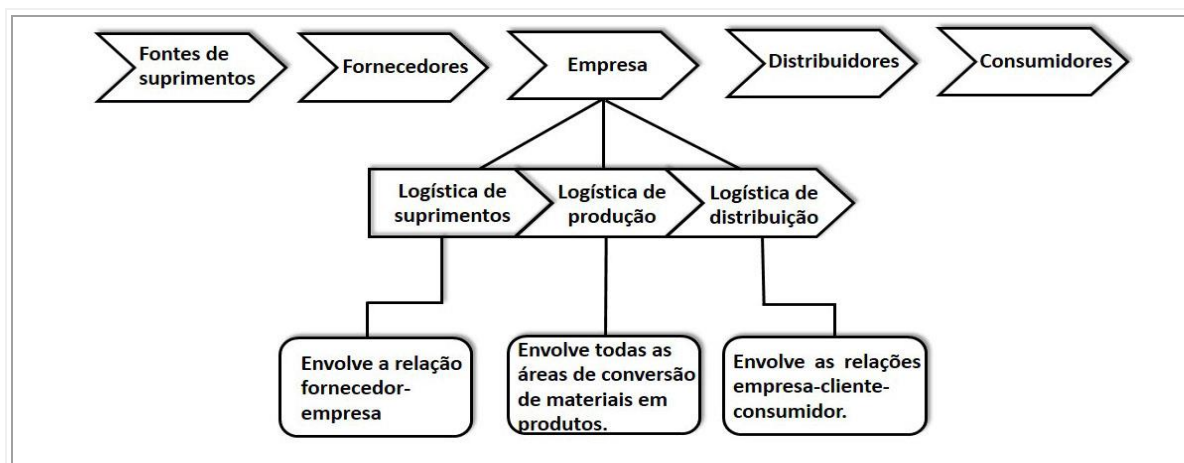
A logística é entendida como a área que lida com o gerenciamento da cadeia de suprimentos responsável pelo planejamento, implantação e controle, de modo eficiente e eficaz, do fluxo de mercadorias e informações relacionadas, do ponto de origem até o ponto de consumo (COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS - CSCMP, 2016).

Conforme Bowersox et al. (2014), a logística engloba o gerenciamento de pedidos, o estoque, o transporte, o depósito, o manuseio de materiais e a embalagem, integrados por meio de uma rede de instalações, gerando valor para organização.

Em consonância, Ballou (2007) define que a logística consiste na criação de valor para todos que de alguma forma estão envolvidos com suas atividades. Os principais valores gerados pela logística são os de tempo e lugar. Portanto, a logística opera buscando mecanismos que otimizem o fluxo dos produtos, em especial, maneiras de garantir que os produtos estejam disponibilizados no tempo e lugar adequado.

Nesse âmbito, Ching (2010) conceitua que para conquistar o melhor desempenho em relação aos concorrentes, a logística empregada em uma empresa precisa agir como um elo integrador das áreas e processos desenvolvidos na organização.

Logo, Ching (2010) propõe a cadeia de logística integrada dividida em três grandes blocos: logística de suprimento, logística de produção e logística de distribuição. A forma como esses três blocos são distribuídos e estão relacionados são expostos na Figura 2.



Fonte: Adaptado de Ching (2010).

FIGURA 2 - Divisão da logística

Em termos de agronegócio, Araújo (2013) concorda com a divisão realizada por Ching (2010) ilustrada na figura 2, defendendo a logística agroindustrial estruturada nos três grupos informados. As descrições dos três blocos aplicadas a realidade do agronegócio estão expostas no Quadro 1.

Atividades-chave	Função
Logística de suprimentos	Forma como os insumos e os serviços fluem até as empresas componentes de cada cadeia produtiva, para disponibilizá-los tempestivamente e reduzir os custos de produção ou de comercialização.
Logística de apoio a produção	Racionalização dos processos operacionais para transferência física dos materiais, que envolve também informações sobre estoques e plano de aplicação de cada produto, quantidade e época de uso.
Logística de distribuição	A importância da logística de distribuição no agronegócio é decorrente das próprias características dos produtos inseridos, como o fato de alguns produtos serem perecíveis e a sazonalidade da produção, exigindo cuidados especiais na distribuição.

Fonte: Araújo (2013)

QUADRO 1 – Descrição dos blocos logísticos no agronegócio

Guarnieri e Hatakeyama (2010) vão além da segmentação expressa por Ching (2010) e Araújo (2013), adicionando mais um bloco para completar a logística

integrada: a logística reversa. De acordo com a autora, a logística reversa é referente ao pós-consumo ou pós venda, utilizando mecanismos como a reciclagem, a manufatura, o reuso, e outros, o produto ou o serviço desempenhado no processo produtivo poderá ser reintegrado.

De forma complementar, Faria e Costa (2013) explanam que a implementação da logística integrada auxilia as empresas na busca pelo nível de serviço ótimo e custo total mínimo, ou seja, encontrar a solução ótima para os processos desenvolvidos.

2.3.1 Atividades

Para entender toda a participação da logística nas operações das empresas é necessário o esclarecimento das atividades que essa área incorpora. Nesse âmbito, Ballou (2007) e Ching (2010) dividem as atividades logísticas em dois grupos: atividades-chave e atividades de suporte.

Ballou (2007) explica que a separação das atividades é em razão da participação delas nos canais logísticos. As atividades-chave ocorrem, em geral, em todos os canais, e estão presentes no circuito “crítico” da distribuição física de uma empresa, além de corresponderem com a maior porcentagem dos custos logísticos, que são: o serviço ao cliente padronizado, o transporte, a gerência de estoques e o fluxo de informação e processamento de pedidos.

Na conceituação de Ballou (2007) o serviço ao cliente padronizado seria o nível de agilidade dos sistemas logísticos e a qualidade dos serviços em questão. Uma característica importante dessa atividade é fato do aumento do nível de serviço ter como consequência o aumento dos custos logísticos.

A atividade de transportes, de acordo com Arnold (2011), pode ocorrer de duas maneiras: na etapa do suprimento físico, quando são transportadas as matérias-primas adquiridas por meio dos fornecedores para a empresa e a distribuição física que cuida do transporte de produtos acabados para os potenciais clientes.

Ching (2010) explica que a gerências de estoques é a atividade responsável por garantir que a oferta e a demanda estejam sempre equilibradas, garantindo um nível mínimo de estoques em períodos necessários.

Ballou (2007) classifica o processamento de pedido como a atividade-chave final, pois é uma atividade que determinará todo o tempo do processo de entrega de mercadorias ou serviços a um cliente.

As principais funções das atividades-chave são descritas no Quadro 2.

Atividades-chave	Função
Serviço ao cliente padronizado	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar as necessidades e desejos dos clientes em serviços logísticos. • Determinar a reação dos clientes ao serviço. • Estabelecer níveis de serviços ao cliente
Transportes	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção do modal e serviço de transporte. • Consolidação de fretes. • Determinação de roteiros. • Programação de veículos. • Seleção do equipamento. • Processamento das reclamações. • Auditoria de frete.
Gerência de estoques	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas de estocagem de matérias-primas e produtos acabados. • Previsão de vendas a curto prazo. • Variedade de produtos nos pontos de estocagem. • Número, tamanho e localização dos pontos de estocagem. • Estratégias Just-in-time, de empurrar e de puxa.
Fluxo de informação e processamento de pedidos	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimento de interface entre pedidos de compra e estoques. • Métodos de transmissão de informação sobre pedidos. • Regras sobre pedidos.

Fonte: Ballou (2007)

QUADRO 2 – Funções das atividades-chave da logística

Além das atividades-chave, Ballou (2007) destaca as atividades de suporte: armazenagem, manuseio de materiais, embalagem protetora, compras, cooperação com produção/operações e manutenção de informações. Já Ching (2010) classifica as atividades de suporte em: armazenagem, manuseio de materiais, embalagem de proteção, programação de produtos e manutenção de informação

Diferentemente das atividades-chave, Ballou (2007) determina que as atividades de suporte participarão dos canais logísticos em circunstâncias específicas, dependendo das características e da necessidade de cada empresa.

Ballou (2007) evidencia ainda que as atividades de suporte são substanciais na missão logística, porém nem todas essas atividades são necessárias em certos contextos, ou seja, algumas atividades podem não fazer parte das ações logísticas de uma empresa.

As principais funções das atividades de suporte são descritas no Quadro 3.

Atividades de suporte	Função
Armazenagem	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação do espaço. • Leilante do estoque e desenho das docas. • Configuração do armazém. • Localização dos estoques.
Manuseio dos materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção do equipamento. • Normas de substituição de equipamento. • Procedimentos para separação de pedidos. • Alocação e recuperação de matéria.
Compras	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção da fonte de suprimentos. • O momento da compra. • Quantidade das compras.
Embalagem protetora	Projetada para: <ul style="list-style-type: none"> • Manuseio. • Estocagem. • Proteção contra perdas e danos.
Cooperação com produção	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação de quantidades agregadas. • Sequência e prazo do volume da produção. • Programação de suprimentos para produção.
Manutenção de informações	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta, armazenamento e manipulação de informações. • Análise de dados. • Procedimentos de controle.

Fonte: Ballou (2007)

QUADRO 3 – Funções das atividades de suporte da logística

Ching (2010) explica que a combinação entre as atividades-chave e as atividades de suporte é o elo que irá definir a qualidade dos serviços desempenhados, e com isso, atender as necessidades e expectativas do cliente, minimizando os custos das organizações.

2.4 Armazéns

Para Bowersox et al. (2014) a armazenagem está entre as principais áreas da logística, já Ballou (2007) e Ching (2010), classificam a armazenagem como uma atividade de suporte, em que, a sua presença nos canais logísticos irá depender das operações de cada empresa, podendo ser útil ou não em determinado contexto.

Dessa forma, torna-se relevante entender o que são os armazéns e como funciona a atividade de armazenagem, além das outras atividades que estão relacionadas com seu exercício e os seus custos inseridos.

O armazém é o local destinado para guardar os materiais e produtos úteis para as empresas, com intuito de facilitar o fluxo de entrada e saída das matérias-primas e dos produtos acabados. Nesse contexto, a armazenagem seria a atividade que tem a função de administrar o espaço dos armazéns e possibilitar o recebimento, a movimentação e a manutenção dos estoques que a empresa necessita (PAOLESCHI, 2014).

Ching (2010) complementa, destacando que a atividade de armazenagem está relacionada com as questões relativas ao espaço físico necessário para o estocar os produtos.

Em conformidade com Bowersox et al. (2014), os armazéns atendem às demandas da presença local, com isso, esse serviço não possui seus benefícios tão evidentes quanto outros serviços, mas representam um potencial ganho pra organização.

Bowersox et al. (2014) explicam ainda que o depósito local permite uma resposta mais rápida para os clientes, logo, acredita-se que sua presença aumentará a participação de mercado e, conseqüentemente, o lucro.

Dias (2015) destaca outros benefícios dos armazéns: melhora da qualidade dos produtos, redução da chance de acidentes de trabalho, redução do desgaste dos equipamentos de movimentação e menor número de problemas administrativos.

Paoleschi (2014) lista também as principais funções contempladas pelos armazéns:

- Recebimento de matérias-primas e produtos acabados.
- Estocagem dos produtos e matérias-primas no armazém.
- Movimentação de matérias-primas e produtos acabados.
- Movimentação e controle das embalagens.
- Equipamentos de movimentação de materiais.
- Separação de matérias-primas e produtos acabados.
- Expedição de matérias-primas e produtos acabados.
- Administração dos documentos pertinentes à gestão do armazém.
- Administração da manutenção de veículos, máquinas e equipamentos.

Apesar dos armazéns representarem uma importante vantagem para as empresas, esses recintos possuem relevantes peculiaridades, podendo gerar dúvidas sobre sua real contribuição nas contas organizacionais.

Nesse cenário, Dias (2015) esclarece que uma preocupação básica na decisão sobre armazéns é entender os componentes físicos e químicos do produto a ser estocado, além disso, é razoável considerar a proporção desses produtos também. Paoleschi (2014) destaca também que a armazenagem exige um capital humano atuante com capacidade de operar em considerável nível de agilidade e flexibilidade, para disponibilizar o produto solicitado em tempo hábil.

Por fim, Paoleschi (2014) esclarece que os armazéns podem ser próprios ou terceirizados. Quando os armazéns forem próprios, a empresa em questão será a prestadora de serviço, e, em geral, necessita atender os clientes com precisão. Já no caso dos terceirizados a funcionalidade será a de um operador logístico, atuando como intermediador entre o cliente final e a indústria.

2.4.1 Armazenagem e estocagem

Para compreender a funcionalidade de um armazém é necessário um embasamento que diferencie os conceitos de estoque e armazém e explique como essas ferramentas se relacionam.

Ballou (2007) classifica os estoques como uma espécie de “pulmão” na relação entre a oferta e a demanda, visto que essa é uma atividade primordial para que o cliente possa ter seu produto desejado no tempo certo.

Ainda de acordo com Ballou (2007), os estoques possibilitam uma maior flexibilidade nos processos organizacionais, pois nessa área são estudados métodos que buscam aprimorar a eficiência de produção e distribuição das mercadorias, ganhando principalmente em termos de tempo e custo.

Analisando as principais funções e as possibilidades permitidas pelas atividades de estoque e armazenagem dispostas por Ballou (2007), fica ainda mais evidente a diferença de funcionamento das duas áreas, o Quadro 4 ilustra essa afirmação.

Armazenagem	Gerência de estoques
<ul style="list-style-type: none"> • Determinação do espaço. • Leiaute do estoque e desenho das docas. • Configuração do armazém. • Localização dos estoques. • Manutenção • Proteção e Conservação; • Consolidação • Fracionamento de Volumes 	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas de estocagem de matérias. • Previsão de vendas a curto prazo. • Variedade de produtos nos pontos de estocagem. • Número, tamanho e localização dos pontos de estocagem. • Estratégias Just-in-time, de empurrar e de puxar. • Melhorar Serviço ao Cliente • Proporcionar melhor nível de disponibilidade de produtos ou serviços; • Reduzir Custos • Permitir operações de Produção mais prolongadas e equilibradas; • Incentivar economias em compras e transporte. • Permitir descontos em Escalas. • Despachar em quantidades maiores; • Comprar com preços atuais.

Fonte: Ballou (2007)

QUADRO 4 – Funções das atividades de armazenagem e gerência de estoque

Com isso, é possível identificar que a atividade de estoques, citada no quadro 4, tem seu foco no entendimento dos custos em relação ao volume do material a ser estocado, enquanto a atividade de armazenagem está centrada no gerenciamento do espaço físico necessário para a estocagem e nas diversas variáveis relacionadas a essa questão.

Dessa forma, é oportuno compreender que, embora as atividades de gerenciamento de estoque e armazenagem possuam diferenças, elas coexistem e correlacionam-se, exercendo funções de fundamental importância para a cadeia logística.

É válido ressaltar que, segundo Ballou (2007), os estoques podem produzir prejuízos para organização, pois os estoques absorvem o capital e escondem problemas na operação, entretanto, a manutenção de estoques também pode produzir lucros, quando viabiliza um nível de serviço adequado, e caso seja esperado no futuro um aumento de preços, a manutenção de estoque para posterior venda pode ser justificável.

No cenário do agronegócio, Mendes e Padilha (2007) destacam que as atividades de estocagem e armazenagem juntas podem produzir uma importante estratégia de comercialização, conhecida como estocagem para especulação, na estocagem por especulação o produtor estoca parte da produção dos períodos de safra para vender por preços melhores nos períodos entressafras, mas para isso é

necessário ter condições próprias para armazenar. Os custos envolvidos por essas atividades serão discutidos no tópico de custos de armazenagem.

2.4.2 Movimentação de materiais e embalagens

Para Faria e Costa (2013) a armazenagem é um subprocesso que necessita de outras atividades para funcionar da maneira desejada. São consideradas, portanto, a atividade de estocagem, já mencionada, a atividade de movimentação de materiais e a atividade de embalagens como as principais atividades relacionadas à armazenagem.

2.4.2.1 Movimentação de materiais

De acordo com Faria e Costa (2013) na atividade de movimentação de materiais são englobados todos os movimentos necessários desde o recebimento e aquisição de insumos até a estocagem e retirada dos produtos acabados para distribuição.

Faria e Costa (2013) informam também que as principais dificuldades relacionadas a essa atividade são as que envolvem as decisões de quando, onde e quanto material deverá ser produzido.

Ainda de acordo com Faria e Costa (2013), quando identificada a necessidade de movimentação de materiais, o gestor deve buscar entender fatores como: qual é a distância mínima possível entre as operações, se estocagem foi realizada para o ponto de uso, se *layout* está adequado, dentre outros.

Ballou (2007) enfatiza que nem sempre a atividade de manuseio terá utilidade para uma empresa, porém o manuseio de materiais é indispensável nos contextos que exigem uma suspensão temporária do produto no processo.

2.4.2.2 Embalagens

Arnold (2011) cita que a função básica da embalagem é garantir que os produtos sejam transportados de forma segura. Segundo o autor, a embalagem precisa ser

elaborada de maneira que o produto possa ser identificado, esteja protegido e contribua para eficiência da atividade de distribuição física da empresa.

Para Faria e Costa (2013) as embalagens são um mecanismo capaz de facilitar o manuseio e movimentação de materiais, agindo na própria eficiência da produção e da distribuição física.

Bowersox et al. (2014) afirmam que as embalagens fazem parte de todas as operações logísticas, contemplando desde o carregamento de caminhões e a separação de pedidos até atividades de transporte e armazenamento.

Bowersox et al. (2014) explicam também que o design das embalagens e a comunicação expressa nelas influenciará diretamente na qualidade de serviços de manuseio de material, o que reflete na atividade de armazenagem, logo Ballou (2007) aponta para a necessidade de integração entre as áreas de marketing e logística.

Dessa forma, a embalagem é um fator determinante para os processos de armazenagem e estocagem, já que se for desenvolvida de forma adequada poderá proteger o produto de possíveis ameaças, facilitar o seu manuseio e otimizar o espaço disponível.

2.4.3 Custos de armazenagem

Os armazéns são ferramentas que podem agregar de forma significativa para as organizações, porém para trazer benefícios efetivos precisam atender todas as restrições dos produtos armazenados, além de necessitar de um espaço compatível com a demanda da organização. Todos esses fatores representam custos, o que põe em dúvida o real retorno dos armazéns.

Christopher (2001) explica que os custos de armazenagem chegam a ser responsáveis por cerca de 50% do custo logístico de uma empresa. Logo, a análise de todos os custos que incorporam os armazéns é crucial para um gestor que deseja implementar essa ferramenta, pois a variedade de detalhes que seu desenvolvimento necessita podem não ser contemplados em um estudo menos aprofundado.

Analisando especificamente as peculiaridades exigidas pelo produto grão de soja, Araújo (2013) determina que é possível armazenar os grãos em ambientes ventilados, como armazéns convencionais, marcados por temperaturas ambiente,

mas com baixa umidade relativa do ar. Não necessitando assim de estruturas com diferenças relevantes em relação aos armazéns em geral.

Ching (2010) determina que os custos de armazéns próprios são os custos de manutenção do prédio, administração, pessoal, instalações e equipamentos de movimentação. O armazém próprio que conta com prédio próprio também deve acrescentar o custo do capital investindo na obtenção do local, instalações necessárias e depreciação, diferentemente do armazém próprio com prédio alugado, que é considerado apenas o custo com aluguel.

O capital necessário para prédio próprio pode ser adquirido por meio de empréstimo e financiamento, caso o empresário não tenha o dinheiro necessário disponível. De acordo com Samanez (2010), a amortização é um mecanismo financeiro, no qual uma dívida é paga por parcelas progressivas, sendo definido um período e no final desse período a dívida será totalmente quitada.

Samanez (2010) define que o sistema de amortização mais usado pelas instituições financeiras e pelo comércio é o Sistema de Amortização Francês (Price). Nesse sistema o pagamento da parcela principal é realizado por prestações iguais, periódicas e sucessivas, o cálculo é realizado usando uma taxa proporcional ao período da prestação, em termos nominais.

O Sistema Price serve para calcular o montante que foi financiando para obter o local para o armazém. A fórmula para o cálculo das parcelas que vão compor a dívida total nesse sistema está expressa no quadro 5.

Fórmula (cálculo Price)	Legenda
$\frac{D}{\left[\frac{(1+i)^N - 1}{(1+i)^N \cdot i} \right]} = P$	<ul style="list-style-type: none"> • D= dívida • P= parcela a ser paga por período • N= período • i= juros

Fonte: Samanez (2010).

QUADRO 5 – Fórmula PRICE

A fórmula PRICE descrita no quadro 5 é calculada com base na dívida total financiada, o resultado é calculado considerando a dívida total, o tempo que se pretende pagar e a taxa de juros, o resultado obtido representa a parcela a ser liquidada em cada N definido.

Ching (2010) esclarece que além dos custos de armazém próprios, os armazéns também englobam os custos de armazém-geral, esses custos são gerados por meio da taxa de armazenagem, essa taxa é obtida por unidade estocada, por unidade movimentada e por área ocupada.

Logo, os custos de armazenagem estão ligados aos custos de estocagem, sendo necessário entender como os custos de estocagem são calculados.

2.4.3.1 Custos de estocagem

De acordo com Ballou (2007) três classes gerais determinam o custo de estoque: custos de aquisição, custos de manutenção e os custos de falta de estoque.

Ballou (2007) define os custos de aquisição como os custos que estão inseridos na reposição dos estoques, como: custo de processamento, custo de preparação transmissão e manutenção do pedido de compra, custos com transbordo, dentre outros. Os custos de aquisição podem tanto ser fixos, não variam conforme a quantidade estocada, ou variáveis, variam em relação a quantidade estocada.

Já os custos de manutenção, Ballou (2007) define como os custos resultantes do armazenamento em determinado período, portanto, são proporcionais a quantidade de produto estocada. Podem estar relacionados com o espaço, com o capital empregado, com os serviços necessários para manter o estoque e até com o risco de se ter um estoque.

Os custos de falta de estoque por sua vez são aqueles custos gerados pelo não atendimento de determinada demanda por parte da organização, podendo ser tanto por não atendimento como por atrasos dos pedidos, que acarretam em perdas nas vendas por desistência dos clientes, esses custos são os custos tangíveis. Porém como consequência da falta de estoque, é possível que seja adicionado também custos intangíveis, que representam as vendas futuras que não serão realizadas por conta da falta de estoque no passado, sendo esses custos de mensuração extremamente difícil (BALLOU, 2007).

Nesse âmbito, Ballou (2007) esclarece que casos em que a demanda é contínua e as taxas constantes, os controles de níveis de estoque podem ser entendidos pela quantidade a ser usada para a reposição do estoque periodicamente e pela frequência do reabastecimento do estoque. De acordo com Ballou (2007) o custo total simples

pode ser calculado através da soma dos custos de aquisição com os custos de manutenção, seguindo a fórmula expressa do quadro 6.

Fórmula simples do custo de estocagem	Legenda
<p>Custo total = Custo de aquisição + Custo de manutenção</p> $TC = \frac{D}{Q}S + \frac{ICQ}{2}$	<ul style="list-style-type: none"> • Q = tamanho do pedido para reposição do estoque, em unidades • D = demanda anual dos itens ocorrendo a uma taxa determinada e constante no tempo, unidades/ano • S = custo de aquisição, reais/pedido • C = valor da manutenção do item no estoque, dólar/item • I = custo da manutenção como percentagem do valor do item, %/ano

Fonte: Ballou (2007)

QUADRO 6 – Fórmula simples do custo de estocagem

A fórmula simples de custo de estocagem descrita no quadro 6 é calculada pelo do custo de aquisição somado ao custo de manutenção, o custo de aquisição é definido pela demanda anual considerando uma taxa constante dividida pelo tamanho do pedido, multiplicada pelo custo de aquisição, já o custo de manutenção é dado pela relação do custo de manutenção multiplicado pelo tamanho do pedido dividido por 2.

2.4.4 Controle de estoque puxado e empurrado

No cenário desse estudo, dois conceitos sobre controle dos níveis e custos de estoques são relevantes para análise: O controle de estoques empurrado e o controle de estoques puxado.

Primeiramente, Ballou (2007) define que o controle de estoques empurrado ocorre quando a produção excede a demanda pelo produto a curto prazo, logo, os estoques serão “empurrados” para o próximo período. Esse método é conveniente quando não for possível armazenar esse produto excedente no local de produção ou for preferível alocá-los nos locais de estoque, sendo o produto aqui considerado a força dominante no canal. Esse método pode ser usando tanto para matéria-prima como produto acabado.

Já o método de estoque puxado busca, segundo Ballou (2007), a redução dos estoques na área de armazenagem em razão dos custos e das circunstâncias relacionadas à demanda dos produtos.

Para a soja, visto ser uma cultura de safra, o método de controle de estoques predominante é o empurrado. Grande volume é ofertado em curtos períodos, e, os estoques podem ser usados como ferramentas para maximizar os ganhos com a venda da cultura.

2.5 Viabilidade econômica

Conforme mencionado, os armazéns são ferramentas que podem representar um considerável progresso para o mercado de grãos do Brasil, em especial para a soja, mas como a maioria dos investimentos, possui um alto custo agregado, logo é importante que se estabeleça um estudo detalhado do seu real retorno.

Com isso, é imprescindível que a tomada de decisão preceda de um planejamento bem estruturado, o planejamento é, segundo Kwasnicka (2012), a função que estuda as informações pertinentes do passado e do presente, para compreender os possíveis efeitos no futuro, definindo assim um plano de ação que proporcione resultados positivos na estratégia organizacional.

Kwasnicka (2012) defende que o planejamento organizacional poderá ter os possíveis desdobramentos: planejamento estratégico, planejamento operacional e tático. O planejamento estratégico é definido como o planejamento a longo prazo, no qual a análise de tempos mais curtos leva ao planejamento tático e operacional. Isso significa que o planejamento tático é originado do planejamento estratégico e o planejamento operacional do planejamento tático.

Nesse cenário, o estudo da viabilidade econômica surge como uma forma eficaz de entender como os possíveis investimentos impactarão nas organizações, por meio de análises que considerem as informações obtidas no passado e no presente, permitindo uma análise futura adequada.

A Engenharia Econômica é uma área de estudos apropriada para auxiliar a tomada de decisão. Blank e Tarquin (2011) fundamentam que a engenharia econômica busca formular, estimar e avaliar os efeitos econômicos encontrados, com

o uso de técnicas matemáticas capazes de simplificar e permitir futuras comparações dos aspectos econômicos.

É relevante evidenciar que a Engenharia Econômica busca, segundo Blanck e Tarquin (2011), estimar resultados esperados, e, para isso, três dados organizacionais se destacam: fluxo de caixa, tempo de ocorrência e taxas de juros.

Samanez (2009) destaca a Orçamentação de capital como sendo o processo que irá entender as oportunidades de investimento de capital, por intermédio dos processos de identificação, análise e seleção. Esses processos irão contemplar ideias econômicas fundamentadas, em forma de projetos, que envolverão o capital pertence a organização.

Samanez (2009) entende que a longo prazo, essa estrutura de análise de investimento tenderá a corresponder com as expectativas de retorno estipulados nas metas organizacionais. Com isso, esse processo citado tem como objetivo expor racionalmente a série de variáveis de determinada alternativa e a rentabilidade prevista.

Um aspecto fundamental e que requer destaque nesse estudo é o retorno que o futuro investimento poderá produzir, isto é, Blanck e Tarquin (2011) defendem que um investidor deve esperar no mínimo que seu novo negócio gere lucro, ou seja, receber mais do que foi gasto. A taxa de retorno (TR) é entendida como: o valor ganho dividido pelo capital inicial.

Logo, Blanck e Tarquin (2011) informam que o investidor espera identificar uma taxa de retorno razoável e essa taxa deve ser fixada na etapa de definição de critérios. A taxa de retorno razoável recebe uma nomenclatura específica: Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Para desenvolver um estudo adequado a respeito de um investimento específico, a Engenharia Econômica fornece mecanismos que auxiliam o procedimento. Nesse âmbito, Ehrlich e Moraes (2013) explicam que os modelos surgem como formas de enfrentar a complexidade de certas situações, sendo uma opção para resolver as limitações que as próprias pessoas possuem.

Dessa forma, Samanez (2009) relaciona os métodos atuariais valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), payback descontado (PB), custo-benefício (C/B), anuidade uniforme equivalente (AE) e custo anual equivalente (CAE), como os métodos mais utilizados e aceitos para esclarecer as alternativas de investimento.

2.5.1 Valor presente líquido (VPL)

Samanez (2009) explica que o método de valor presente líquido calcula qual será o rendimento do projeto a ser executado, em termos de valor presente, ao longo de todo seu período de realização. O VPL, caso não tenha restrição de capital, tem a capacidade de maximizar o valor da empresa, pois demonstrará a escolha ótima.

Segundo Samanez (2009), o VPL será determinado por uma expressão que verificará a viabilidade ou não do evento futuro desejado. Os resultados do VPL serão fundamentais no processo de decisão, caso o resultado encontrado seja maior do que 0, significa que o projeto produzirá lucro.

Samanez (2009) esclarece que o VPL tem como objetivo encontrar quais investimentos valerão mais do que seu custo, gerando assim alternativas para o processo de tomada de decisão

A expressão e a descrição das variáveis do VPL estão expostas no quadro 7.

Expressão VPL	Legenda
$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t}$	<ul style="list-style-type: none"> • FC_t: Fluxo de caixa no t-ésimo período. • I: Investimento inicial. • K: Custo do capital. • Σ: somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n, dos fluxos de caixa, descontadas no período inicial.

Fonte: Samanez, 2009.

QUADRO 7 – Fórmula e descrição das variáveis do VPL.

2.5.2 Taxa interna de retorno (TIR)

A TIR é explicada por Samanez (2009) como uma taxa que possui objetivos diferentes do VPL. Enquanto o VPL expressa a rentabilidade absoluta do investimento, a TIR demonstra uma taxa intrínseca de investimento.

Dessa forma, Samanez (2009) classifica a TIR como uma taxa hipotética capaz de anular o VPL, seguindo uma expressão determinada. A viabilidade do projeto de investimento é encontrada quando o resultado obtido superar o custo do capital a ser empregado.

A expressão e a descrição das variáveis da TIR estão expostas no quadro 8.

Expressão TIR	Legenda
$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i^*)^t} = 0$	<ul style="list-style-type: none"> • FC_t: Fluxo de caixa no t-ésimo período. • I: Investimento inicial. • Σ: somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n, dos fluxos de caixa, descontadas no período inicial. • i: taxa hipotética TIR.

Fonte: Samanez (2009)

QUADRO 8 – Fórmula e descrição das variáveis da TIR.

2.5.3 Payback descontado (PB)

Samanez (2009) esclarece que o método PB informa qual será o tempo que o retorno recebido irá compensar o capital empregado no projeto, ou seja, quantos anos precisará para que o valor presente do fluxo de caixa seja igual ao valor aplicado no início do projeto.

No quadro 9 consta a expressão utilizada pelo método do PB e a descrição das suas variáveis.

Expressão PB	Legenda
$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+K)^t}$	<ul style="list-style-type: none"> • FC_t: Fluxo de caixa período t. • I: Investimento inicial. • Σ: Somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n, dos fluxos de caixa, descontadas no período inicial. • K: Custo de capital • T: valor determinado pelo PB

Fonte: Samanez (2009).

QUADRO 9 – Fórmula e descrição das variáveis do PB.

2.5.4 Custo-benefício (C/B)

De acordo com Samanez (2009), o método de custo-benefício é representado por um indicador fruto da divisão dos benefícios atuais gerados pelo projeto pelos custos totais do investimento até o momento que for ser analisando. Nesse método, a viabilidade é refletida quando o resultado encontrado for maior que 1.

A expressão e a descrição das variáveis do C/B são apresentadas no Quadro 10.

Expressão C/B	Legenda
$C/B = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{b^t}{(1+K)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{c_t}{(1+K)^t}}$	<ul style="list-style-type: none"> • N: Horizonte do planeamento • B_t: Benefícios do período t. • Σ: Somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n, dos fluxos de caixa, descontadas no período inicial. • K: Custo de capital • C/B: índice custo-benefício. • C_t: Custos do período t.

Fonte: Samanez (2009).

QUADRO 10 – Fórmula e descrição das variáveis do C/B.

2.5.5 Anuidade uniforme equivalente (AE)

A AE é um indicador que mostra de que modo a renda econômica gerada pelo projeto seria distribuída se tal distribuição fosse equitativa para cada ano (SAMANEZ, 2009).

Samanez (2009) esclarece que o método AE é uma repartição do VLP ao longo de toda vida do projeto, para que seja possível a comparação com projetos de durações distintas.

A expressão que representa o AE e a descrição das suas variáveis constam no Quadro 11.

Expressão AE	Legenda
$AE = \frac{VPL}{a_{n k\%}}$ <p>Onde,</p> $a_{n k\%} = \frac{(1+k)^n - 1}{(1+k)^n \times k} =$ <p>fator de valor presente de série uniformes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • K = Custo de capital • n = prazo da alternativa

Fonte: Samanez (2009).

QUADRO 11 - Fórmula e descrição das variáveis da AE.

2.5.6 Custo anual equivalente (CAE)

O CAE é basicamente um rateio uniforme, por unidade de tempo, dos custos de investimento, de oportunidade e operacionais das alternativas (SAMANEZ, 2009).

2.6 Modelagem matemática

Paralelamente à Engenharia Econômica, Hillier e Lieberman (2013) entendem a área de Pesquisa Operacional como um método convencional de tomada de decisão, em que modelos matemáticos de um problema de negócios podem ser elaborados, constituídos de equações e expressões matemáticas que descrevem sua essência.

Lachtermacher (2016) esclarece que em situações nas quais um gerente precisa tomar uma decisão relativa há uma série de possibilidades conflitantes e concorrentes, uma das alternativas mais viáveis e usadas na modernidade é a elaboração de modelos matemáticos da situação problema.

Longaray (2014) define modelo nesse contexto como a representação matemática, descritiva ou simbólica dos eventos físicos ou subjetivos em que são plausíveis para uma tomada de decisão. Lachtermacher (2016) entende que os modelos são sempre uma simplificação da realidade.

Hillier e Lieberman (2013) esclarecem que os modelos matemáticos traduzem problemas do cotidiano e que modelos reais não possuem apenas um único modelo “correto”, destacando a possibilidade que dois ou mais tipos completamente diferentes de modelos possam ser desenvolvidos para ajudar na análise do mesmo problema.

De acordo com Hillier e Lieberman (2013), os modelos matemáticos possuem importantes vantagens em relação a descrições verbais de problemas. Primeiramente, os modelos matemáticos permitem que os problemas sejam representados de forma muito mais concisa, tornando a estrutura geral do problema mais compreensível e abrindo espaço para revelação de possíveis relações de causa-efeito, indicando quais dados adicionais podem ser úteis para o problema, outra vantagem é o fato dos modelos matemáticos facilitarem o tratamento do problema em sua totalidade.

Lachtermacher (2016) define que os modelos matemáticos precisam seguir três regras básicas para serem efetivos: 1. Os resultados devem atingir suas

necessidades; 2. Sejam consistentes com as informações disponíveis; e 3. Sejam desenvolvidos e analisados no tempo adequado.

Entretanto, Hillier e Lieberman (2013) informam também que os modelos matemáticos de tomada de decisão possuem dificuldades, pois um considerável risco desse método é a idealização abstrata do problema, logo um cuidado que se deve tomar ao escolher essa técnica é garantir que a construção seja uma representação válida do problema. Longaray (2014) entende também que a definição do problema e a construção do modelo são etapas de alta complexidade, pois nem sempre todos os fatores que são essenciais para a resolução do problema são percebidos com facilidade.

Modelos matemáticos eficientes são iniciados com uma versão simplificada e, progressivamente, vão avançando para modelos mais complexos que possam traduzir de forma mais próxima a realidade do problema, esse processo é conhecido como enriquecimento do modelo, e é necessário apenas enquanto o modelo for tratável, o equilíbrio que se deve ter como base é a relação entre a precisão e a tratabilidade do modelo (HILLIER E LIEBERMAN, 2013).

Diante do exposto, Passos (2008) explica que a construção de um modelo matemático de tomada de decisão requer a definição de quatro pontos: variáveis de decisão, função objetivo, restrições e condição de não-negatividade. A descrição de cada uma das etapas está exposta no Quadro 12.

Etapa	Descrição
Variáveis de decisão	Medem a quantidade de diferentes recursos que serão usados no modelo e o pretende-se determinar. É a partir das variáveis de decisão que o modelo será feito e elas devem ser mantidas até o final, definir as variáveis de decisão é o primeiro passo na construção de um modelo matemático.
Função objetivo	A função objetivo indica o que se pretende atingir com o modelo matemático, é composta pelas variáveis de decisão definidas na primeira etapa e demonstra o valor ótimo proveniente de uma maximização ou minimização.
Restrições	As restrições são as condições limitantes do problema, indicam os valores que as variáveis de decisão poderão assumir, formando um conjunto (sistema de equações ou inequações), em que a resolução trará os valores assumido pela sentença definida.
Condição de não-negatividade	É a condição lógica do problema, significa que as variáveis de decisão só poderão assumir valores positivos.

Fonte: Passos, 2008.

QUADRO 12 – Etapas da construção de modelos matemáticos de tomada de decisão

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

O conhecimento científico possui a peculiaridade de ter seu objetivo baseado na busca pela veracidade dos fatos. A verificação do conhecimento para que ele seja considerado um conhecimento científico requer a determinação do método, que representa o caminho para alcançar o fim desejado (GIL, 2008).

O método é definido por Lakatos e Marconi (2003) como o conjunto das atividades racionais que permitem traçar o caminho a ser seguido na pesquisa, identificando possíveis erros e embasando a tomada de decisões, possibilitando assim a obtenção dos objetivos.

Pereira (2012) esclarece que não existe apenas um método de pesquisa, todavia é necessário que os métodos científicos sejam rigorosos para o cumprimento do conhecimento sistemático e objetivo. Silva e Menezes (2005) defendem que o projeto e o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa necessitam de um planejamento minucioso, observações conceituais seguras e fundamentação em conhecimentos já existentes.

Considerando a importância da metodologia para a veracidade do conhecimento que se pretende atingir com a elaboração deste trabalho, o atual capítulo tem o propósito de apresentar as características metodológicas empregadas para o desenvolvimento dos objetivos definidos.

3.1 Tipo e descrição geral da pesquisa

Em relação à natureza, esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada. Silva e Menezes (2005) classificam a natureza aplicada como o conhecimento que visa a aplicação prática de problemas específicos, com verdades e interesses locais.

Do ponto de vista dos objetivos, esta pesquisa é entendida como uma pesquisa descritiva. De acordo com Gil (2008), a pesquisa descritiva é aquela que tem como função descrever um determinado fenômeno ou população ou a relação entre variáveis.

Klein et al. (2015) determinam que as pesquisas descritivas são aquelas que os estudos buscam caracterizar, descrever ou traçar informações sobre o tema a ser abordado.

Segundo Gil (2008) os estudos que adotam o título de pesquisa descritiva são diversos, e uma das características mais evidente é a utilização de técnicas de coleta de dados que padronizam a pesquisa.

A abordagem desenvolvida na pesquisa é mista, isto é, caracterizada tanto por aspectos qualitativos como também aspectos quantitativos. A pesquisa é qualitativa tendo em vista que parte dos dados que serviram de base para o trabalho foram interpretados pela subjetividade da autora e quantitativa, pois foi utilizada modelagem matemática como ferramenta.

Silva e Menezes (2005) explicam que na abordagem qualitativa existe uma relação indissociável entre o sujeito e seu lado subjetivo, em que as concepções produzidas não podem ser expressas por meio de números. Esse tipo é ressaltado pela interpretação e atribuição de significado do pesquisador, não utilizando métodos estatísticos na sua execução. Nas pesquisas qualitativas o pesquisador é considerado o instrumento-chave, sendo os processos e o significado os focos principais.

Ainda de acordo com Silva e Menezes (2005), os atributos encontrados nas pesquisas quantitativas, nesse tipo de pesquisa é considerada a possibilidade de se quantificar os dados, ou seja, transformar em números as informações que serão coletadas e analisadas posteriormente.

3.2 Procedimento técnicos

No que diz respeito aos procedimentos técnicos, o trabalho em questão usou essencialmente de pesquisa bibliográfica para coletar os dados necessários para elaboração do modelo matemático. Gil (2008) esclarece que a pesquisa bibliográfica utiliza de conteúdo já elaborado, especialmente livro e artigos científicos.

Gil (2008) afirma também que a pesquisa bibliográfica é uma parte fundamental em qualquer trabalho científico, e que alguns formatos de trabalho utilizam exclusivamente a bibliografia como procedimento técnico.

Para Gil (2008) as vantagens da pesquisa bibliográfica estão associadas a série de fenômenos que o investigador consegue ter acesso, sendo uma quantidade bem mais ampla do que a pesquisa direta permitiria. Dessa forma, quando a pesquisa demanda dados dispersos, a bibliografia torna-se substancial.

Por fim, Gil (2008) destaca a importância do cuidado que se deve ter ao realizar um trabalho científico com dados secundários, pois a qualidade dos materiais selecionados para o embasamento é fundamental para que não ocorra uma sucessão de erros, portanto, uma profunda análise da veracidade e comparação de trabalhos é essencial nesse procedimento.

De acordo com os objetivos específicos, foi realizada a revisão de literatura conhecida como tradicional ou narrativa.

Cronin et al. (2008) entende que a revisão de literatura narrativa busca fornecer ao leitor uma compreensão global do assunto a ser tratado, nesse modelo é analisado um conjunto de trabalhos que viabilizem tirar conclusões a respeito da área de interesse.

Para a realização da revisão de literatura narrativa, com intuito de levantar os dados sobre a questão da armazenagem de soja no país, foram selecionados trabalhos que englobam os temas de interesse: logística empresarial com foco em armazenagem, estoques e custos logísticos, agronegócio, logística agroindustrial e mercado da soja no Brasil. A preferência dos autores selecionados na pesquisa foi principalmente baseada nas obras de renome e na quantidade de citações encontradas sobre esses autores em livros e artigos das áreas desejadas.

Já para compreender os fatores que influenciam financeiramente na análise de viabilidade econômica de construção de um armazém foi realizada uma revisão sistemática de literatura para encontrar os trabalhos que tinham como o tema a análise de viabilidade econômica de armazéns, tanto na base Google Acadêmico como na base *Science Direct*.

Posteriormente, os dados obtidos foram utilizados para a construção dos modelos matemáticos de viabilidade econômica. Os modelos foram introduzidos com dados aleatórios no *software Lingo 15.0*, versão acadêmica e gratuita, então nesse caso o instrumento utilizado foi o próprio *software* escolhido.

3.3 Instrumentos de pesquisa e procedimentos de coleta e de análise de dados

Silva e Menezes (2005) afirmam que definição do instrumento de coleta de dados está associada com o próprio objetivo da pesquisa, o importante é que o instrumento exerça sua função, que é proporcionar a interação desejada entre o pesquisador, a informação e a pesquisa.

Como este trabalho tem como objetivo sugerir um modelo matemático de apoio à tomada de decisão em relação abertura de um armazém de soja, o instrumento de coleta de dados necessário foi a análise de conteúdo da pesquisa bibliográfica realizada.

O procedimento desenvolvido para a análise dos dados coletados foi a análise de conteúdo, Gil (1991) define a análise de conteúdo como uma técnica que permite a descrição dos conteúdos manifestos e comunicados.

A análise de conteúdo é um método em que o texto será entendido por meio das palavras e construções de ideias nele inseridos, através de análises padronizada, descartando, portanto, qualquer opinião obtida por análises pessoais (FREITAS; CUNHA; MOSCAROLA, 1996).

Os dados analisados por meio da análise de conteúdo foram utilizados para compreender o contexto do mercado de soja no Brasil e os trabalhos que estão sendo publicados sobre modelos de viabilidade econômica.

Esses dados serviram para a construção dos modelos matemáticos que foram, posteriormente, implementados no *software Lingo*. O Lingo é um Software de modelagem de otimização para programação linear, não linear e inteira, disponível na plataforma Lindo. A versão utilizada foi para análise de resultados foi a versão 15.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Revisão sistemática de literatura

De acordo com Loureiro et al. (2016), no período de 2006 a 2015 ocorreu um crescimento notável em relação as publicações que utilizassem a revisão de literatura sistemática nas áreas de engenharia, administração e gestão, e ciência da decisão.

Para Loureiro et al. (2016), os principais fatores que podem explicar essa nova predileção pela revisão de literatura sistemática seriam: o uso de um método com aspectos formais que permitem uma replicação e a capacidade de apresentar os resultados de forma clara, pois no método sistemático é possível sintetizar grande volume de informações.

Cronin et al. (2008) explicam que a revisão de literatura sistemática busca apresentar a lista mais completa possível dos trabalhos publicados em determinada matéria, para isso é necessário que o autor siga determinado roteiro, dessa forma, cinco etapas são listas, que são: 1. Formular a pergunta de pesquisa; 2. Definir critérios de inclusão ou exclusão; 3. Selecionar e acessar a literatura; 4. Avaliar a qualidade da literatura incluída na revisão; 5. Analisar, sintetizar e divulgar os resultados.

Para conquistar resultados relevantes para essa pesquisa, foram definidas, em primeiro plano, as cinco etapas supracitadas, a síntese das etapas está descrita abaixo.

1. Formulação a pergunta de pesquisa:

Quais são os fatores que influenciam financeiramente na análise de viabilidade econômica de construção de um armazém?

2. Definir critérios de inclusão ou exclusão:

Com intuito de encontrar trabalhos que melhor agregassem ao tema desejado, foram definidos os seguintes aspectos: bases científicas selecionadas, período de publicação, palavras-chave e operadores *booleanos*.

- Bases científicas: Google Acadêmico e *science direct*.
- Período de publicação: 2000 a 2016.
- Palavras- chave: “Viabilidade”, “viável” “armazém”, “armazenagem”, “armazéns”, “armazenar” “armazenamento”, “depósito”, “depósitos”,

“investimento” e as traduções de viabilidade e armazém em inglês: “viability” e “warehouse”.

- Operadores *booleanos*: “and” “or”

Em termos de exclusão, foram excluídos na base do Google Acadêmico citações e patentes.

3. Seleção e acesso de literatura:

Conforme já mencionado foram escolhidas as bases de dados Google Acadêmico e *science direct*, por serem consideradas base de dados com relevante quantidade de trabalhos disponíveis.

4. Avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão:

Base de dados Google Acadêmico: A pesquisa no Google Acadêmico ocorreu três etapas, em que foram utilizados a pesquisa avançada disponibilizada pelo *site*, desconsiderando patentes e citações, vale ressaltar que a ferramenta de pesquisa avançada do Google acadêmicos possui algumas limitações, pois só é possível encontrar palavras que estejam ou no título do trabalho ou em todo corpo do trabalho, sendo assim, foi necessário escolher o item de título no trabalho, visto que, ao se selecionar a opção de todo corpo do trabalho, apareceram: 29.100, 19.300 e 21.300 arquivos, consecutivamente por etapa, logo seria inviável a avaliação de todos os trabalhos. As etapas estão descritas no Quadro 12.

Etapa	Descrição
Primeira etapa	<ul style="list-style-type: none"> • Palavra-chave obrigatoriamente no título: “viabilidade” • Pelo menos uma das palavras no título: “armazém”, “armazenagem”, “armazéns”, “armazenar”, “armazenamento”, “depósito”, “depósitos”. • Resultado: Considerando todas as exclusões já explanadas, foram encontrados 73 documentos. A análise se deu com a leitura do título e do resumo, já que foram encontrados artigos de áreas de estudo bem distintas, o que facilitou a seleção, em alguns outros foi necessária uma interpretação do corpo do trabalho, desse total foram selecionados apenas 7, pois foram os únicos que apresentaram informações relevantes para esse estudo.

Segunda etapa	<ul style="list-style-type: none"> • Palavra-chave obrigatoriamente no título: “viável” • Pelo menos uma das palavras no título: “armazém”, “armazenagem”, “armazéns”, “armazenar”, “armazenamento”, “depósito”, “depósitos”. • Resultado: Nesse caso foi encontrado 1 trabalho, sendo ele considerado para o estudo.
Terceira etapa	<ul style="list-style-type: none"> • Palavra-chave obrigatoriamente no título: “Investimento” • Pelo menos uma das palavras no título: “armazém”, “armazenagem”, “armazéns”, “armazenar”, “armazenamento”, “depósito”, “depósitos”. • Resultado: Já com essas inclusões e exclusões foram encontrados 6 trabalhos, em que 2 têm o conteúdo relacionado especificadamente com o objetivo dessa revisão sistemática de literatura.

Fonte: autora (2016)

QUADRO 13 – Etapas da revisão sistemática de literatura no Google Acadêmico

Já na base de dados *Science Direct*, foi utilizado o “*Advanced search*” (busca avançada), com os termos “*viability*” e “*warehouse*” (viabilidade e armazém), usando como operador *booleanos*: “*and*”, considerando o *abstract*, *title* e *keywords* (resumo, título e palavras-chave), nesse caso foram encontrados 8 trabalhos, porém nenhum possuía conteúdo relevante para esta pesquisa.

5. Analisar e sintetizar os dados:

Em termos dos fatores econômicos que influenciam na análise de viabilidade econômica de abertura de um armazém há um consenso entre os autores selecionados: Muller (2014); Cário et al (2012); Gottardo e Cestari (2008); Cristiano, Rodrigues e Souza (2006); Ottonelli (2011); Oliveira (2015); Dessbesell (2014); Gentil e Martin (2014); Barboza e Vieira (2014); Pegoraro (2006).

Todos consideram que a receita gerada por um armazém é proveniente do produto da quantidade vendida do artigo estocado pelo seu preço, já os custos são tanto fixos como variáveis, sendo os fixos ligados principalmente a aquisição do local e dos equipamentos necessários, já as variáveis são os custos que dependerão do volume estocado.

Outros dois fatores que foram destacados pelos autores como significativos no estudo de viabilidade econômica de abertura de armazém é a capacidade do local que se deseja abrir e o custo de depreciação inserido a longo prazo.

O quadro 14 apresenta os autores relacionados com os fatores financeiros mencionados.

Fatores financeiros	Autores
Receita em função do preço e venda do produto	Muller (2014); Cário et al (2012); Gottardo e Cestari (2008); Cristiano, Rodrigues e Souza (2006); Ottonelli (2011); Oliveira (2015); Dessbesell (2014); Gentil e Martin (2014); Barboza e Vieira (2014); Pegoraro (2006).
Custos variáveis (salários, limpeza, energia, etc)	Muller (2014); Cário et al (2012); Gottardo e Cestari (2008); Cristiano, Rodrigues e Souza (2006); Ottonelli (2011); Oliveira (2015); Dessbesell (2014); Barboza e Vieira (2014); Pegoraro (2006).
Custos fixos (instalações e maquinário)	Muller (2014); Cário et al (2012); Gottardo e Cestari (2008); Cristiano, Rodrigues e Souza (2006); Ottonelli (2011); Oliveira (2015); Dessbesell (2014); Gentil e Martin (2014); Barboza e Vieira (2014); Pegoraro (2006).
Depreciação	Muller (2014); Cristiano, Rodrigues e Souza (2006); Ottonelli (2011); Oliveira (2015); Dessbesell (2014); Pegoraro (2006).
Capacidade de armazenagem	Muller (2014); Cário et al (2012); Gottardo e Cestari (2008); Cristiano, Rodrigues e Souza (2006); Ottonelli (2011); Oliveira (2015); Dessbesell (2014); Barboza Vieira (2014); Pegoraro (2006).

Fonte: autora (2016)

QUADRO 14 – Relação dos fatores financeiros que influenciam no estudo de viabilidade econômica de abertura de um armazém por autor.

Outro elemento pertinente para entender nesta pesquisa é quais são os mecanismos matemáticos que os autores que fazem esse estudo utilizam para calcular a viabilidade econômica. Dentre os dez trabalhos selecionados oito realizaram estudos de casos em que os caminhos para alcançar os resultados foram por meio de mecanismos matemáticos.

O valor presente líquido (VPL) foi abordado em todos os trabalhos, já os outros métodos variaram entre o *payback* (PB) ou período de retorno de capital (PRK), a taxa interna de retorno (TIR), a avaliação custo-benefício (C/B) e o Custo Anual Equivalente (CAE). No Quadro 15 está expresso quais autores citaram cada método.

Método	Autores
Valor presente líquido (VPL)	Muller (2014); Cário et al (2012); Gottardo e Cestari (2008); Cristiano, Rodrigues e Souza (2006); Ottonelli (2011); Oliveira (2015); Dessbesell (2014); Pegoraro (2006).
<i>Payback</i> (PB) ou período de retorno de capital (PRK)	Muller (2014); Gottardo e Cestari (2008); Cristiano, Rodrigues e Souza (2006); Ottonelli (2011); Oliveira (2015); Dessbesell (2014).
Taxa interna de retorno (TIR)	Muller (2014); Cário et al (2012); Gottardo e Cestari (2008); Cristiano, Rodrigues e Souza (2006); Ottonelli (2011); Oliveira (2015); Dessbesell (2014).
Avaliação custo-benefício (C/B)	Oliveira (2015).
Custo Anual Equivalente (CAE)	Oliveira (2015).

Fonte: autora (2016)

QUADRO 15 – Método econômico utilizado por cada autor na análise de viabilidade econômica de abertura de um armazém.

Com a realização dessa pesquisa foi possível constatar que os autores dos trabalhos com o tema de viabilidade econômica de abertura de armazém costumam seguir uma linha similar, além de considerarem praticamente as mesmas formas de receita e custos, utilizam a área de engenharia econômica para conquistar o resultado desejado.

Outro ponto relevante nos trabalhos é que para o cálculo de financiamento todos destacaram os índices fornecidos pelo Banco Nacional do Desenvolvimento – BNDS. De acordo com o BNDS (2016), o banco possui um incentivo para a agricultores e produtores rurais familiares (pessoa física e jurídica) e a cooperativas, para investimento em beneficiamento, armazenagem, processamento e comercialização agrícola, extrativista, artesanal e de produtos florestais; e para apoio à exploração de turismo rural.

Portanto, os cálculos de financiamento desenvolvidos pelos autores utilizaram os índices do BNDS por considerarem o mais atrativo, e as fórmulas de calcular foram por meio do sistema de amortização constantes (SAC) e o sistema de amortização francês (Price).

4.2 Modelos matemáticos

Com o intuito de criar uma ferramenta para auxiliar a análise de viabilidade econômica da construção de um armazém de soja foram desenvolvidos dois modelos matemáticos. Os modelos foram desenvolvidos conforme as necessidades das tomadas de decisões para dois níveis de planejamento, o primeiro é referente a um planejamento tático e o segundo estratégico. O modelo tático é do tipo de programação linear inteira mista, já o estratégico é do tipo de programação linear.

4.2.1 Modelo tático

O mercado de soja brasileiro é caracterizado por demandas mensais e com produção sazonal, com isso, as receitas e os custos gerados pela atividade produtiva dessa *commodity* variam mês a mês.

O fornecimento de soja no Brasil é similar ao de outros grãos, tendo em vista que a demanda supera a oferta, ou seja, o fornecimento é inferior a procura. Com isso, aproximadamente um mês antes da temporada, são feitos os pedidos para a venda antecipada da soja, como há o risco de não ter o produto oferecido no mercado durante o ano, muitos compradores preferem adquirir adiantadamente o volume que será comercializado durante o ano (REIS;LEAL, 2015).

Os produtores por sua vez, costumam ofertar cerca de 50% da produção nesse período, a fim de garantir o custeio da produção anual, e os outros 50% preferem arriscar em um comércio posterior a preços melhores (PARREIRA; VERZELONI; REIS, 2014).

Os produtores que não possuem armazém precisam ofertar e vender toda a sua produção ou a maior parte dela, já no início da safra, por não ter disponibilidade de armazéns durante o período de safra. Período esse onde a colheita é realizada e a oferta de armazéns é escassa (REIS;LEAL, 2015).

Aqueles agricultores que possuem armazém precisam frequentemente tomar a decisão entre guardar a soja para um período entres safras, onde o preço pode estar mais favorável para venda, devido a diminuição da oferta, arcando com os custos de armazenagem, ou não arriscar e vender logo o produto (PARREIRA; VERZELONI; REIS, 2014).

De acordo com o Gráfico 2, analisado no Capítulo 2, é possível verificar um aumento de preço em alguns períodos entressafra, mas não em todos, o que deixa o agricultor com certo receio entre trocar a venda segura em um período pela possibilidade de ganhos maiores em outros.

Um outro fator de decisão relacionado ao mercado da soja, está relacionado a obtenção de armazéns. Devido à falta de capacidade estática de armazéns, a oferta garantida de espaço de armazenagem acontece na maior parte das vezes quando o agricultor, ou grupo de agricultores, possuem seus próprios armazéns, Entretanto, de acordo com Ballou (2007) a construção e manutenção de armazéns implica em altos custos fixos e custos variáveis que deverão ser sobrepostos pelos ganhos obtidos com a utilização do mesmo.

A obtenção de um armazém é uma decisão de cunho estratégico (RIBAS, 2010), que precisa ser analisada ao longo de vários anos. Já os ganhos estimados com a utilização do armazém precisam ser mensurados anualmente, em um modelo que contemple as operações mensais de produção, oferta, compra e venda de soja.

Dessa forma, um estudo adequado de viabilidade econômica para a construção de armazém de soja precisa inicialmente compreender as oscilações de receitas e custos do produto de acordo com o volume de produção de cada mês de um ano.

Para isso, foi construído em primeiro plano um modelo matemático tático, no qual são analisadas as receitas e custos variáveis e alguns custos fixos referentes às atividades de um armazém nos doze meses de um ano base. O modelo servirá tanto como um modelo para apoio ao planejamento tático do produtor, como uma ferramenta na busca por um índice de ganhos que sirva de base para o modelo matemático estratégico.

As receitas consideradas foram duas: a receita padrão que um armazém de soja gera, proveniente da diferença de preços com a venda do produto que foi estocado, e, a receita oriunda do aluguel do armazém, pois um armazém próprio permite que o produtor alugue parte do seu espaço para outros produtores, trazendo mais uma possibilidade de receita para esse sistema logístico.

Em relação aos custos foram considerados nessa análise os custos variáveis e apenas o custo fixo de armazenar ou não o produto, já que o que interessa nesse momento é encontrar um índice que considere as receitas e os custos variando conforme a quantidade de produção. Os custos são referentes aos custos de estocagem, o custo pelo espaço alugado e o custo total de produção.

No modelo foi acrescentada também a possibilidade do produtor estocar outros produtos similares em épocas menos favoráveis para a armazenagem de soja, com isso, o produto de estudo foi determinado como produto em geral, pois dessa forma engloba tanto a soja como produtos similares que possam ser de interesse dos produtores, como milho e sorgo, produtos usualmente comercializados pelos produtores de soja (REIS;LEAL, 2015).

4.2.1.1 Índices

O modelo é composto pelos índices:

i	Período das atividades executadas
p	Produto referente ao produtor
y	Produto de outro produtor que pode ser estocado no armazém, por meio do aluguel do espaço disponível

Fonte: autora (2016)

QUADRO 16 – Índices do modelo tático

4.2.1.2 Parâmetros

PR_{pi}	Preço do produto p no período i (\$/ ton)
CTE_{pi}	Custo total de estoque do produto p no período i (\$)
RA_{yi}	Receita com o aluguel do produto y no período i (\$/ ton)
CA_{yi}	Custo com o estoque do produto y no período i (\$/ ton)
CPT	Custo de produção total (\$/ ton)
CPE_{pi}	Custo de pedido do produto p no período i (\$/ ton)
CM_{pi}	Custo de manutenção do estoque normal do produto p no período i (\$/ ton)
EF_p	Estoque final do produto p (ton)
D_{pi}	Demanda do produto p no período i (ton)
S_{pi}	Custo de entrada no armazém do produto p no período i (\$/ ton)
CO_{pi}	Custo de oportunidade do produto p no período i (\$/ ton)
CAP	Capacidade do armazém (ton)
PRO_{pi}	Quantidade produzida do produto p no período i (ton)
$CFIX_i$	Custo fixo total de estocagem no período i (\$)

CF	Custo fixo de estocagem do produto p no período i (\$)
CFA	Custo fixo de estocagem do produto y no período i (\$)
DEPR _{pi}	Depreciação do produto p no período i (%)

Fonte: autora (2016)

QUADRO 17 – Parâmetros do modelo tático

4.2.1.3 Variáveis de decisão

As variáveis de decisão estão descritas abaixo:

VV _{pi}	Volume vendido do produto p no período i
VE _{pi}	Volume estocado do produto p no período i
VA _{yi}	Volume alugado do produto y no período i
B _{pi}	Variável binária do produto p no período i
BA _{yi}	Variável binária do produto y no período i

Fonte: autora (2016)

QUADRO 18 – Variáveis de decisão do modelo tático

4.2.1.4 Função objetivo

A função objetivo do modelo desenvolvido busca maximizar o retorno financeiro gerado pelo armazém de soja, sendo composta pela soma da receita de venda do produto estocado e da receita pelo aluguel subtraída do custo de estocagem total, do custo de alugar, do custo de produção total e do custo de depreciação.

$$RF = \text{receita de vendas} + \text{receita de aluguel} - \text{custo total de estocagem} \\ - \text{custo de aluguel} - \text{custo de produção total} - \text{custo de depreciação}$$

Em que,

<i>Receita de vendas</i>	$\sum_{pi} PR_{pi} \cdot VV_{pi}$
<i>Receita de aluguel</i>	$\sum_{yi} RA_{yi} \cdot VA_{yi}$
<i>Custo total de estocagem</i>	$\sum_{pi} CTE_{pi}$

<i>Custo de aluguel</i>	$\sum_{yi} CA_{yi} \cdot VA_{yi}$
<i>Custo de produção total</i>	$\sum_{pi} CPT_p \cdot PRO_{pi}$
<i>Custo de depreciação</i>	$\sum_{pi} DEP_{pi} \cdot VE_{pi}$

Fonte: autora (2016)

QUADRO 19 – Cálculos da função objetivo do modelo tático

4.2.1.5 Restrições

$$VV_{pi} \leq D_{pi} \quad \forall p, i \quad (1)$$

Na primeira restrição é determinado que o volume vendido do produto p no período i precisa ser menor ou igual a demanda do produto p no período i , tendo em vista que só se vende aquilo que for demandado.

$$QPRO_{pi} \geq VV_{pi} \quad \forall p, i \quad (2)$$

Na segunda restrição é definido que a quantidade produzida do produto p no período i precisa ser maior ou igual ao volume vendido do produto p no período i , pois só se pode vender aquilo que é produzido, então o volume de produção nunca poderá ser inferior ao volume de venda.

$$QPRO_{pi} + VE_{pi} - VE_p(i + 1) = VV_{pi} \quad \forall p, i \quad (3)$$

Na terceira restrição é indicado que a quantidade produzida do produto, mais o que havia em estoque do período anterior, menos o volume vendido será igual ao volume estocado do produto, pois o estoque será sempre aquilo que foi produzido retirando a parte que foi vendida.

$$\sum_{p,y} VE_{pi} + VA_{yi} \leq CAP \quad \forall p, y, i \quad (4)$$

A quarta restrição é a que limita os volumes estocados em relação à capacidade do armazém, ela indica que o volume estocado do produto p no período i somado ao volume alugado do produto y no período i deve ser menor ou igual à capacidade do armazém, dado que o volume do produto p e o volume do produto y no período i representam o total de produtos estocado no armazém no período i .

$$CPE_{pi} + CM_{pi} + CFIX_i = CTE_{pi} \quad \forall p, i \quad (5)$$

Onde,

$$VE_{pi} \cdot S_{pi} = CPE_{pi} \quad \forall p, i \quad (6)$$

$$CO_{pi} \cdot PR_{pi} \cdot \frac{VE_{pi}}{2} = CM_{pi} \quad \forall p, i \quad (7)$$

$$CF_{pi} \cdot B_{pi} + CFA_{yi} \cdot BA_{yi} = CFIX_i \quad \forall p, y, i \quad (8)$$

$$VE_{pi} \leq 1.000.000 B_{pi} \quad \forall p, i \quad (9)$$

$$VA_{yi} \leq 1.000.000 BA_{yi} \quad \forall y, i \quad (10)$$

A quinta, sexta e sétima restrição são um mecanismo para calcular qual é o custo de estocagem total do produto p no período i , essa fórmula é uma adaptação à fórmula dada por Ballou (2007), devido às características do mercado de soja e produtos agrícolas, para o custo simples de estocagem, com o acréscimo do custo fixo de estocar ou não, expresso na quinta e na oitava restrição.

Na restrição 6 está definido que volume estocado do produto p no período i multiplicado custo de aquisição do produto p no período i irá indicar qual é o custo de pedido do produto p toda vez que ele for para o armazém. O custo de pedido pode ser

definido neste caso como o custo de transporte do produto até o armazém, o custo de transbordo, e outros custos inerentes ao recebimento deste produto.

Na restrição 7 é demonstrado que o custo de manutenção do estoque do produto p no período i é calculado pela multiplicação do custo de oportunidade no período i vezes o preço do produto p no período i e o volume médio estocado do produto p no período i .

A oitava restrição é referente ao custo fixo de armazenagem de cada produtos, nela o custo fixo do produto p no período i e o custo fixo do produto y no período i estão multiplicados por variáveis binárias, ou seja, variáveis que só podem assumir o valor 0 ou 1, essas variáveis estão expressas nas restrições 9 e 10 em um mecanismo para garantir que elas sejam 0 caso o volume estocado do produto que ela representa no período i seja 0 e tenha valor 1 caso o volume estocado do produto que ela representa no período i tenha qualquer valor maior que 0. Dessa forma, o custo fixo só irá assumir valor, quando houver algum volume estocado, em determinado período. Este custo fixo é referente ao custo de limpeza, mão de obra mínima e outros custos que existirão se a quantidade estocada for maior que zero tonelada.

$$VV_{pi}, VE_{pi}, VA_{yi} \geq 0 \quad \forall p, i \quad (11)$$

$$B_{pi}, BA_{yi} \in \{0, 1\} \quad \forall p, y, i \quad (12)$$

As últimas restrições (11 e 12) são a de não negatividade e as binárias, indicando que as variáveis de decisão VV_{pi} , VE_{pi} e VA_{pi} só poderão assumir valores positivos, ou seja, maior ou igual a 0, e as variáveis B_{pi} e BA_{yi} só poderão ter o valor 0 ou 1.

4.2.2 Modelo estratégico

O segundo modelo desenvolvido foi o modelo estratégico. Esse modelo demonstra se é viável ou não construir um armazém de soja, considerando um período “ n ” anos para o retorno financeiro. Para o mercado da soja pode-se considerar n igual a 20 anos (VERZELONI; REIS; PARREIRA, 2015).

O modelo tático proposto foi elaborado para fornecer o retorno financeiro anual que um armazém produz e esse índice servirá de base para o ganho anual médio obtido através da existência do armazém.

Assim como o primeiro modelo exposto, o modelo estratégico analisa a diferença entre as receitas e os custos resultantes de um armazém. A receita considerada nesse momento é o resultado obtido pelo ganho anual previsto para os próximos “n” anos, com a utilização do armazém. Para chegar ao índice de ganho estimado com a existência do armazém, é necessário rodar o modelo tático duas vezes, na primeira vez o modelo deve ser implementado colocando todos os dados, considerando uma capacidade de armazenagem positiva, no segundo momento o modelo deve ser implementado colocando todos os dados, porém o parâmetro capacidade deverá ser 0.

A partir disso, será encontrado no primeiro modelo o lucro total obtido com a diferença entre as vendas do produto, considerando a possibilidade de armazenagem, menos os custos. E no segundo modelo, ao colocar o valor 0 no parâmetro capacidade, será indicado que o armazém não possui nenhuma capacidade, ou seja, não existe um armazém, sendo assim, o modelo rodará sem a possibilidade de estocagem de produto. Logo, subtraindo o lucro do primeiro modelo do lucro do segundo modelo, obtém-se o índice que será utilizado como ganho anual estimado com a utilização de um armazém. O índice encontrado será dividido pelo volume anual vendido para que o mesmo esteja diretamente relacionado à quantidade movimentada.

Os custos avaliados no modelo estratégico foram os custos fixos referente a obtenção do local e maquinário necessário, logo são custos que não variam conforme a quantidade de produto estocado e por isso o custo considerado foi o valor total de se adquirir um local e montar toda a estrutura exigida por essa ferramenta logística. Todavia, esse custo pode ser dividido em duas partes, a primeira considera a opção de entrada e a segunda parte a opção de financiamento, podendo ser consideradas ambas situações no modelo.

Nos termos de entrada é importante considerar o custo de oportunidade, pois ao escolher dar um valor de entrada, é perdida a possibilidade de investir esse montante durante os anos considerados. Em vista disso, foi acrescentada uma fórmula de juros composto em função da entrada para representar o quanto se perde em investimento

durante os anos analisados. Nessa fórmula já é gerado o valor total da entrada somado ao seu custo de oportunidade, representando assim, um único parâmetro.

Para chegar no valor desejado do custo total financiado foi utilizado o sistema francês de amortização, também conhecido como Price, conforme Samanez (2010), em que são indicados o custo total da dívida, os juros relativos ao empréstimo e o tempo para pagar. Nessa fórmula o resultado indica qual será a parcela em casa período.

4.2.2.1 Índices

t	Período das atividades executadas
c	Produto referente ao produtor

Fonte: autora (2016)

QUADRO 20 – Índices do modelo estratégico

4.2.2.2 Parâmetros

LX	Índice encontrado com os dados do modelo tático (\$/ ton)
CAT	Custo total de se abrir um armazém (\$)
VET	Valor total da entrada (\$)
COE _t	Custo de oportunidade da entrada no período no período t (\$)
IE _t	Juros do custo de oportunidade da entrada no período t (%)
ID _t	Juros cobrado pela dívida no período t (%)
N	Período considerado (anos)
D _{ct}	Demanda anual do produto c no período t (ton)
O _{ct}	Oferta anual do produto c no período t (ton)
PRO _{ct}	Produção anual do produto c no período t (ton)
PF _t	Parcela do financiamento do capital para abertura do armazém no período t (\$)
DEP _t	Depreciação do armazém (%)

Fonte: autora (2016)

QUADRO 21 – Parâmetros do modelo estratégico

4.2.2.3 Variável de decisão

O modelo estratégico conta com a seguinte variável de decisão:

VAT _{ct}	Volume estimado de vendas anual total do produto c no período t
-------------------	---

Fonte: autora (2016)

QUADRO 22 – Variáveis de decisão do modelo estratégico

4.2.2.4 Função objetivo

A função objetivo do modelo desenvolvido busca maximizar o retorno financeiro gerado pelo armazém de soja, sendo composta pela soma da receita subtraída da entrada considerando seu custo de oportunidade, do custo do financiamento e do custo de depreciação do armazém.

$$RF = \text{receita total} - \text{custo de oportunidade da entrada} \\ - \text{custo do financiamento} - \text{custo de depreciação do armazém}$$

Em que,

<i>Receita total</i>	$\sum_t (LX) \cdot (VAT_{ct})$
<i>Custo de oportunidade da entrada</i>	$VET \cdot (1 + IE_t)^N$
<i>Custo do financiamento</i>	$\sum_t PF_t$
<i>custo de depreciação do armazém</i>	$\sum_t (DEP_t) \cdot (CAT)$

Fonte: autora (2016)

QUADRO 23 – Cálculos da função objetivo do modelo estratégico

4.2.2.5 Restrições

$$VAT_{ct} \leq D_{ct} \quad \forall t \quad (1)$$

$$VAT_{ct} \leq PRO_{ct} \quad \forall t \quad (2)$$

Nas duas primeiras restrições é determinado que o volume de vendas anual total do produto *c* no período *t* não pode ser superior a demanda e a produção do produto *c* no período *t*, já que a demanda representa o volume que estão dispostos a comprar e a produção o volume que o produtor está disposto a oferecer, logo as vendas precisam estar dentro desses limites.

$$\frac{(CAT - VET)}{\left[\frac{(1 + ID_t)^{N-1}}{(1 + ID_t)^N \cdot ID_t} \right]} = PF_t \quad \forall t \quad (3)$$

Já a terceira restrição é a fórmula dado por Samanez (2010), para encontrar o custo de cada parcela do financiamento calculado pelo método Price.

$$VAT_{c,t} \geq 0 \quad \forall c, t \quad (4)$$

A quarta restrição é a de não negatividade, ou seja, a variável de decisão volume de vendas anual total do *produto c* no período *t* deverá assumir apenas valores positivos.

4.2.3 Desempenho computacional

Os modelos propostos foram implementados na ferramenta Lingo, versão 15.0 acadêmico, o Lingo é um Software de modelagem de otimização para programação linear, não linear e inteira, disponível gratuitamente nessa versão na plataforma Lindo. A performance computacional do modelo foi medida em um computador de processador Intel Core 3, com dois núcleos de 1.40GHz e 4Gb de memória RAM.

Para a resolução dos modelos foram considerados dados aleatórios. As descrições dos índices usados, da quantidade de variáveis inseridas e o tempo necessário para o processamento do modelo estão apresentados no quadro 24.

	Quantidade considerada nos Índices	Quantidade de variáveis	Tempo de resolução
Modelo tático	$i= 12$ $p= 2$ $y= 2$	198	0.35 segundos
Modelo estratégico	$t= 20$ $c= 2$	40	0.14 segundos

Fonte: autora (2016)

QUADRO 24 – Desempenho computacional dos modelos matemáticos

4.2.4 Implementação dos modelos no *software Lingo*

As Figuras 3 e 4 ilustram como o modelo tático e o modelo estratégico foram implementados no *Software Lingo*, respectivamente.

```

Lingo 15.0 - [Lingo Model - Modelo tático]
File Edit Solver Window Help

SETS:
produto/s,m/: CPT,EF;
produtoa/l,2/;;
periodo/1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12/:CFIX;
subprope(produto,periodo):PR, VV, CTE, D, PRO, VE, CPE, CM, B,CF, DEPR;
subproa(produtoa,periodo): RA,CA, VA, BA,CFA;
ENDSETS
DATA:
CPT= 80;
PR= 340,340,100,150,300,400,340,340,100,150,300,400
    150,200,280,150,200,280,150,200,280,150,200,280;
D=10, 20,20,20,20,10,10, 20,20,20,20,10
    10,15,10,15,10,15,10,15,10,15,10,15;
PRO= 10, 10,20,20,15,20,10, 10,20,20,15,20
    5,7,8,9,10,15,5,7,8,9,10,15;
CF= 400;
CFA=400;
RA=50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50
    50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50;
CA=15,15,15,15,15,15,15,15,15,15,15,15
    15,15,15,15,15,15,15,15,15,15,15;
DEPR=0.001;
CAP=400;
S=40;
CO=30;
ENDDATA

Max=(@sum(subprope(p,i):VV(p,i)*PR(p,i)) - @sum(subprope(p,i):CTE(p,i)))
+ @sum(subproa(y,i):VA(y,i)*RA(y,i)) - @sum(subproa(y,i):VA(y,i)*CA(y,i))
- @sum(subprope(p,i):PRO(p,i)*CPT(p)) - @sum(subprope(p,i):VE(p,i)*DEPR(p,i));

@for(subprope(p,i):VV(p,i)<=D(p,i));
@for(subprope(p,i):VV(p,i)<=PRO(p,i));
@for(periodo(i):(@sum(produto(p):VE(p,i))+ @sum(produtoa(y):VA(y,i)))<=CAP);
@for(subprope(p,i):CTE(p,i)=CPE(p,i)+CM(p,i));
@for(subprope(p,i):VE(p,i)*S=CPE(p,i));
@for(subprope(p,i):(VE(p,i)/2)*CO*PR(p,i)=CM(p,i));
@for(subprope(p,i)|i#LE#1:(VE(p,i)+PRO(p,i))= VV(p,i)+ VE(p,i+1));
@for(subprope(p,i)|i#EQ#12:(VE(p,i)+PRO(p,i))= VV(p,i) + EF(p));
! estoque no último período igual a estoque final;
@for(subprope(p,i)|i#EQ#1:VE(p,i)=0);
!estoque inicial igual a 0;
@for(periodo(i):@sum(produto(p):CF(p,i)*B(p,i))+@sum(produtoa(y):CFA(y,i)*BA(y,i))= CFIX(i));
@for(subprope(p,i):VE(p,i)<= 100000*B(p,i));
@for(subproa(y,i):VA(y,i)<= 100000*BA(y,i));
@for(subprope(p,i):@bin(B(p,i)));
@for(subproa(y,i):@bin(BA(y,i)));

```

Fonte: autora (2016)

FIGURA 3 – Implementação do modelo tático no *software Lingo*

Por outro lado, os modelos matemáticos desenvolvidos neste trabalho são concisos e agrupando todos os cálculos, logo permitem uma compreensão maior da estrutura geral e o entendimento de possíveis relações de causa e efeito.

Os modelos matemáticos permitem uma análise total do problema, encontrando a solução ótima de forma objetiva e clara, além de demonstrar como se chega ao cálculo das receitas e custos inseridos em um armazém de soja.

Diferentemente dos trabalhos encontrados, a funcionalidade do modelo matemático estratégico não se limita a responder se é viável ou não a construção de um armazém, pois há também a possibilidade de uma análise de sensibilidade, Loesch e Hein (2009) explicam que essa análise também é conhecida como análise pós-otimalidade, visto que esse mecanismo expressa os limites que certos coeficientes dos problemas podem variar sem alterar a solução ótima já encontrada.

Outro resultado que a análise de sensibilidade pode agregar ao estudo, é o preço sombra, de acordo com Hillier e e Lieberman (2013), o preço sombra indica qual será a alteração no resultado ótimo encontrado, se aumentar ou diminuir unidades de certo recurso presente nas restrições, respeitando um limite dado.

Por meio da análise de sensibilidade é possível que o produtor realize uma gestão mais completa, em que não seja analisado apenas se é viável ou não abrir um armazém, como também quais são as melhores opções para maximizar o retorno.

Outra realidade incorporada é no caso dos resultados dos modelos indicarem que não é viável abrir o armazém, então com o relatório de sensibilidade o gestor terá mecanismos para entender se é possível realizar alterações que tornem essa questão viável.

Na análise de sensibilidade é possível identificar quais recursos estão limitando a maximização do lucro, logo é permitido verificar se a decisão da quantidade produzida está de acordo com os outros recursos empregados e se a capacidade do armazém que se deseja construir é adequada para a dimensão do negócio desenvolvido.

Em termos gerais, os modelos apresentam um grande benefício em eficiência e eficácia no estudo de viabilidade econômica da abertura de um armazém de soja.

Primeiramente, por considerar o retorno de investimento a longo prazo, e mesmo assim fazer uma análise anual com valores de cada mês, os modelos permitem um estudo adequado e completo do real retorno e dos custos inseridos nesse contexto.

Além disso, os modelos permitem que a análise de viabilidade econômica seja realizada de forma rápida, o tempo de resolução do *software*, apresentado no Quadro 24, comprova essa afirmação, dessa forma, é possível constatar que os modelos matemáticos desenvolvidos possuem uma considerável vantagem em termos de eficiência.

Outro ponto positivo de se usar os modelos matemáticos nesse cenário é a segurança em relação aos cálculos que ele proporciona, evitando possíveis erros em relação a outras formas de análise.

Os modelos matemáticos elaborados são uma importante ferramenta para futuros estudos na área de armazenagem de soja, visto a escassez de trabalho encontrados que apresentem um modelo para cálculo de viabilidade de um armazém de soja.

Vale ressaltar, que os modelos desenvolvidos não se limitam apenas ao estudo *commodity* soja, tendo em vista que produtos similares, em especial grãos similares, exigem instalações e cuidados semelhantes a soja, portanto, podem ter seu estudo em viabilidade de armazenagem aplicado nos modelos produzidos.

Com isso, os modelos poderão ser utilizados tanto em futuros trabalhos acadêmicos, como também no planejamento dos produtores de soja e produtos similares, seja em consultorias ou pelas próprias organizações.

Outro ganho bastante significativo dos modelos desenvolvidos é o auxílio aos produtores que já utilizam os armazéns, pois a partir desses modelos é possível identificar de forma real como está ocorrendo a implementação dessa ferramenta, se está sendo positivo ou negativo para o negócio, podendo encontrar também qual seria o volume de vendas ideal para equilibrar os custos gerados pela obtenção do armazém.

O modelo matemático tático opera de forma a encontrar os valores ótimos do volume vendido do produto p no período i , do volume estocado do produto p no período i e do volume alugado do produto y no período i . Já o modelo estratégico busca otimizar o volume de vendas anual total do produto c no período t .

Uma característica importante do modelo estratégico é que ele possui o parâmetro em anos definido por N , é indicado que se use esse tempo em vinte anos, por ser um tempo razoável para entender o retorno de um investimento de alto custo, porém o modelo permite que seja usado qualquer valor para N , sendo assim, não

limita que seja implementado por gestores que tenham interesse em conferir a viabilidade em tempos alternativos.

Dessa forma, os modelos matemáticos desenvolvidos agregarão de forma significativa nos estudos e gestão referente a decisão de ter ou não um armazém para soja e produtos similares. Não se restringindo apenas em indicar se é viável ou não construir um armazém, como auxiliando em toda o planejamento nesse contexto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Diante da importância do agronegócio para economia brasileira, especialmente com a produção da soja, é imprescindível que esse mercado esteja inserido em um contexto de inovações com uma atividade logística bem estruturada, entretanto, a logística agroindustrial no Brasil tem sido marcada por um considerável gargalo em termos de armazenagem.

Entre os principais desafios da obtenção de um armazém, existe um destaque significativo ao seu alto custo, não apenas de aquisição como também de manutenção.

Dito isso, este trabalho teve como objetivo elaborar modelo matemático de apoio à decisão de construção de armazém de soja quanto à viabilidade econômica e financeira.

Como motivações deste trabalho foram explanadas a importância do agronegócio, especificadamente a soja, os problemas logísticos que esse mercado enfrenta, a importância e a dimensão da atividade logística, a engenharia econômica como área de estudo para investimentos e a modelagem matemática como uma ferramenta eficiente na tomada de decisão.

A complexidade do planejamento em longo prazo conduziu para a construção do modelo matemático dividido por tipo de planejamento, o primeiro foi referente ao planejamento tático, no qual são considerados os doze meses de um ano e os custos inseridos são os custos variáveis e custos fixos em termos de estocagem, já o segundo é um planejamento estratégico, que leva em consideração um índice obtido por meio do planejamento tático. No modelo estratégico o período considerado é em anos, ou seja, em longo prazo, e os custos inseridos são os custos fixos de abrir um armazém e do equipamento necessário.

O presente trabalho trouxe contribuições para a literatura agroindustrial ao promover uma revisão de literatura narrativa que esclarece como funciona o mercado da soja brasileiro e quais são as principais dificuldades inseridas nesse contexto, como também ganhos relacionado a revisão de literatura sistemática desenvolvida, que sintetizou os aspectos financeiros ligados a decisão de abrir um armazém de soja.

Os modelos matemáticos desenvolvidos demonstram a viabilidade econômica da abertura de um armazém e permitem que o gestor faça um estudo aprofundado das incertezas que estão atreladas a essa decisão de investimentos.

Portanto, em termos dos modelos matemáticos o trabalho proporciona benefícios, primeiramente em relação a eficiência, tendo em vista que os modelos demoraram de 0.14 a 0.35 segundos para serem solucionados no *software*. Facilitando consideravelmente o trabalho de analisar a viabilidade econômica de um projeto nesse contexto.

Os modelos matemáticos trazem também um ganho em eficácia, já que o modelo foi testado no *software* Lingo e obteve o resultado esperado, que é demonstrar se é viável ou não abrir um armazém, logo, quando implementado da forma correta é garantido que o modelo trará o resultado que interessa saber, de forma clara e objetiva.

Além de um benefício considerável para os produtores, os modelos trazem ganhos para a literatura científica, pois é possível que os modelos matemáticos aqui desenvolvidos sejam implementados em trabalhos futuros que estudem a questão de armazenagem da soja e de produtos similares.

Dessa forma, é possível constatar que este trabalho atingiu o objetivo proposto, além de agregar ao contexto definido, já que o modelo desenvolvido proporciona insumos tanto para melhorar a gestão dos produtores de soja e produtos similares, como incentiva e auxilia em futuras pesquisas.

Logo, o resultado deste trabalho irá impactar em melhorias para o agronegócio, e conseqüentemente para economia do Brasil, pois conforme explanado o agronegócio é um dos principais mercados brasileiros, tendo a soja como um dos seus principais produtos.

5.1 Sugestões para Pesquisas Futuras

Com a realização da presente pesquisa foi possível identificar algumas lacunas e sugestões que poderão ser desenvolvidas em outras pesquisas, em relação ao contexto da armazenagem de soja:

- O trabalho desenvolvido limitou-se a construção de um modelo matemático e sua validação com dados aleatórios, com isso, sugere-se que futuras pesquisas implementem os modelos desenvolvidos em estudo de casos, tendo em vista que o principal ganho considerado neste trabalho é a disponibilidade de uma ferramenta que proporcione o cálculo de viabilidade econômica de um armazém de forma eficiente eficaz.
- Sugere-se a inserção neste modelo de custos de estoque que contemplem as perdas relacionadas à falta de estoque, tendo em vista que esse cálculo é bem difícil de se quantificar, logo sugere-se que seja realizado um trabalho que desenvolva mecanismos de simulação para encontrar formas de se quantificar esse dado;
- Sugere-se também que próximos trabalhos realizem revisões sistemáticas que busquem entender como os autores quantificam os custos provenientes da falta de estoque, seja por simulação ou por outros caminhos.

REFERÊNCIAS

ABIOVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS.

Disponível em:

<<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>.

Acesso em: 20/05/2016.

ARAÚJO, M. J; **Fundamentos de agronegócios**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais**. Tradução Celso Rimoli e Lenita R. Esteves. São Paulo: Atlas, 2011.

AZEVEDO, L. et al. **A capacidade estática de armazenamento de grãos no Brasil**. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Rio de Janeiro: Associação brasileira de engenharia de produção, 2008.

BALLOU, R H. **Gerenciamento da cadeia de suprimento**. Tradução Raul Rubenich. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BARBOZA, P. D.; VIEIRA, J. G. V. **Análise de decisão multicritério aplicada na seleção de investimento de armazenagem de soja em grão**. Revista Produto e Produção, v. 15, n. 2, p. 24-45, junho, 2014.

BIZERRA, R.C. et al. **A Logística do Mercado Brasileiro Exportador de Soja**. In: VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2010, Rio de Janeiro: Associação Educacional Dom Bosco, 2010.

BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia econômica**. Tradução José Carlos Barbosa dos Santos. Revisão Técnica Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto. 6 ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

BNDS - BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-agroindustria/>>. Acesso em: 20/10/2016.

BOWERSOX, D. J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. Tradução Luiz Claudio de Queiroz Faria. Revisão técnica Alexandre Pignanelli. 4 ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

BRAUN, E.; TALAMINI, E. **Estratégias de comercialização da soja**: uma análise das opções utilizadas pelos produtores rurais da Região do Alto Jacuí/RS. In: XLVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Campo Grande: Sociedade brasileira de economia administração e sociologia rural, 2009.

CÁRIO, S. A. F. et al. **Estudo de viabilidade econômica para implantação de sistema de armazenagem e classificação de maçã em Santa Catarina**. Revista de Economia e Agronegócio. vol.10, n. 1, 2012..

CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. 4 ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHRISTOPHER, M. **Logistics & Supply Chain Management**. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2001.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. Armazenagem agrícola no Brasil. Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7420aabad201bf8d9838f446e17c1ed5..pdf>>. Acesso em: julho de 2016.

CRISTIANO, A. C.; RODRIGUES, F. S.; SOUZA, J. S. **Viabilidade econômica do armazenamento de soja na propriedade rural**: Vantagem Competitiva via redução de despesas e benefícios para a Estratégia de Comercialização. Revista Análise Econômica Porto Alegre, ano 24, n. 45, p. 141-160, março, 2016.

CRONIN, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. **Undertaking a literature review: a step-by-step approach**. British Journal of Nursing, 17(1), p.38-43, 2008.

CSCMP- COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS, Disponível em: <<https://cscmp.org/iMIS0/CSCMP>>. Acesso em: maio de 2016.

DESSBESELL, R. **Viabilidade da implantação de uma unidade de armazenamento de grãos**. Ijuí: UNIJUÍ, 2014.

DIAS, M. C. P. **Administração de materiais**. 6 ed. Atlas: São Paulo, 2012.

EHRlich, P. J.; MORAES, E. A. **Engenharia econômica**: avaliação e seleção de projetos de investimentos. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>> acesso em: junho de 2016.

FARIA, A. C.; COSTA, M. F. G. **Gestão de custos logísticos**. São Paulo: Atlas, 2013.

FREITAS, H. M. R.; CUNHA JÚNIOR, M. V. M.; MOSCAROLA, J. **Pelo resgate de alguns princípios da análise de conteúdo**: aplicação prática qualitativa em marketing. In: XX Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração – ENANPAD. Angra dos Reis: Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração- ANPAD, 1996.

GABAN, A. C.; GUARNIERI, P. **Identificação de gargalos na logística agroindustrial: revisão sistemática da literatura**. In: LIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. João Pessoa: Sociedade brasileira de economia administração e sociologia rural, 2015.

GENTIL, L. V.; MARTIN, S.; **Armazenagem da produção é viável para o produtor rural?**. Revista Mercado e negócio, p. 28-29, maio, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de projeto social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Tomada de decisão gerencial**: enfoque multicritério. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2014.

GOTTARDO, F. A.; CESTARI JÚNIOR, H. **Viabilidade econômico-financeira de implantação de um sistema de armazenagem de grãos**: Um estudo de caso em uma média propriedade rural em Campo Mourão –PR. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente. v. 1, n. 1, p 55-76, jan/abr., 2008.

GUARNIERI, P.; HATAKEYAMA, K. **Formalização da logística de suprimentos**: caso das montadoras e fornecedores da indústria automotiva brasileira. Revista Produção. v. 20, n. 2, p. 186-199, abr./jun., 2010.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. Tradução Ariovaldo Griesi. Revisão técnica Pierre J. Ehrlich. 9 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

HOFFMANN. et al. **Administração da empresa agrícola**. 4 ed. São Paulo: Livraria Pioneira, 1984.

KLEIN, A. Z. et al. **Metodologia de pesquisa em administração: uma abordagem prática**. São Paulo: Atlas, 2015.

KWASNICKA, E. L. **Introdução à administração**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional**. 5 ed. São Paulo: LTC, 2016.

LOESCH, C.; HEIN, N. **Pesquisa operacional: fundamentos e modelos**. São Paulo: Saraiva, 2009.

LONGARAY, A. A. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Saraiva, 2014.

LOUREIRO, S. A. et. al. **O uso do método de revisão sistemática da literatura na pesquisa em logística, transportes e cadeia de suprimentos**. Revista Transportes. v. 24. n. 1. p. 95-10, 2016.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 18/05/2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MENDES, T. G. M.; PADILHA JUNIOR, J. B. **Agronegócio: uma abordagem econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MULLER, J. **Estudo de viabilidade econômica e financeira para sistemas de armazenagem de grãos**. Ijuí: UNIJUÍ, 2014.

NOGUEIRA JUNIOR, S.; TSUNECHIRO, A. **Pontos críticos da armazenagem de grãos no Brasil**. São Paulo: IEA, 2011.

OLIVEIRA, J. P. C. **Análise de viabilidade econômica- financeira para aquisição de uma unidade de armazenagem de soja e milho**. Dourados: UFGD, 2015.

OTTONELLI, D. **Condições de viabilidade da implantação de uma unidade de armazenamento de grãos em uma propriedade rural no município de redentora-rs**. Ijuí: UNIJUÍ, 2011.

PAOLESCHI, B. **Estoques e armazenagem**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2014.

PARREIRA, F. F.; VERZELONI, S. L.; REIS, S. A. **Um modelo de otimização para a comercialização da safra de soja**. In: XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Rio de Janeiro: Associação brasileira de engenharia de produção, 2014.

PASSOS, E. J. P. F. **Programação linear como instrumento da pesquisa operacional**. São Paulo: Atlas, 2008.

PEGORARO, R. C. **Análise de investimentos para a construção de um silo para armazenagem de arroz**. Porto Alegre: UFRG, 2006.

PEREIRA, J. M. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

REIS, S. A.; L, J. E. **A deterministic mathematical model to support temporal and spatial decisions of the soybean supply chain**. Journal of Transport Geography. v. 43, p. 48-58, 2015.

RIBAS, G. **Modelo de programação estocástica para o planejamento estratégico da cadeia integrada do petróleo**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2008.

SAMANEZ, C. P. **Engenharia Econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

SAMANEZ, C. P. **Matemática financeira**. 5 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SINDAMAR – SINDICATO DAS AGÊNCIAS DE NAVEGAÇÃO MARÍTIMA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em <<http://www.sindamar.com.br>>. Acesso em: julho de 2016.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE-DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. World Agricultural Supply and Demand Estimates (March 9, 2016). Disponível em <<http://www.usda.gov>>. Acesso em:18/03/2016.

VERZELONI, S. L.; REIS, S. A.; PARREIRA, F. F. **Modelo estocástico de planejamento para a cadeia logística da soja**. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Rio de Janeiro: Associação brasileira de engenharia de produção, 2015.