

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ELÉTRICA

André Ritter Bastos

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM
REFRIGERADOR-ARMAZÉM DE GRÃOS DE FEIJÃO

Florianópolis

2023

André Ritter Bastos

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM
REFRIGERADOR-ARMAZÉM DE GRÃOS DE FEIJÃO**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de graduação em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Artur Santa Catarina.

Florianópolis

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bastos, Andre Ritter

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM
REFRIGERADOR-ARMAZÉM DE GRÃOS DE FEIJÃO / Andre Ritter
Bastos ; orientador, Artur Santa Catarina, 2023.

90 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Elétrica,
Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Elétrica. 2. Viabilidade
economica. 3. estoque feijão . 4. teorema valor central,.
5. probabilidade. I. Catarina, Artur Santa . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia de Produção Elétrica. III. Título.

André Ritter Bastos

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM
REFRIGERADOR-ARMAZÉM DE GRÃOS DE FEIJÃO**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção Elétrica e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Produção Elétrica.

Florianópolis, 14 de dezembro de 2023.

Profa. Mônica Maria Mendes Luna, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Artur Santa Catarina, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Javier Gutierrez Castro, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Nelson Casarotto Filho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à minha
família e principalmente, a deus!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a deus e a todos que fizeram parte da minha jornada até aqui.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso propõe um modelo de Valor Presente Líquido (VPL) para avaliar a viabilidade de um sistema de refrigeração para estoque de feijão pós-terceira safra. Através de análise financeira que incorpora custos, receitas e riscos ao longo do tempo, o modelo integra ainda o Teorema do Limite Central, para normalizar previsões de preço e quantificar incertezas, melhorando a precisão das projeções econômicas. O estudo aborda ainda a contribuição de práticas de armazenamento eficientes para a qualidade do grão e estabilidade do mercado, concluindo que a refrigeração adequada pode oferecer retornos financeiros positivos e beneficiar a sustentabilidade da produção agrícola. A metodologia adotada no trabalho é detalhada e rigorosa, empregando técnicas avançadas de análise financeira e estatística. O uso do Teorema do Limite Central, em particular, destaca a abordagem inovadora do estudo, permitindo uma avaliação mais precisa e realista das variáveis econômicas envolvidas. Este aspecto metodológico é crucial para a confiabilidade e relevância dos resultados obtidos. Os resultados alcançados pelo estudo são significativos, demonstrando que a implementação de um sistema de refrigeração para o armazenamento de grãos de feijão após a terceira safra é não apenas viável, mas também potencialmente lucrativa. Este achado tem implicações práticas importantes para os produtores de feijão, sugerindo que o investimento em refrigeração pode ser uma estratégia econômica vantajosa a longo prazo. Além do impacto econômico, o estudo também aborda a importância de práticas sustentáveis na agricultura. A implementação de sistemas de refrigeração eficientes contribui não só para a preservação da qualidade do grão, mas também para a sustentabilidade do setor agrícola como um todo. Isso ressalta o valor do estudo para além do aspecto econômico, destacando sua contribuição para a discussão sobre práticas agrícolas mais sustentáveis e responsáveis. Finalmente, o trabalho sugere direções para pesquisas futuras, incluindo a realização de uma análise por dominância estocástica. Tal análise permitiria uma compreensão ainda mais profunda das variáveis envolvidas e dos cenários econômicos possíveis. Isso não só enriqueceria o campo da gestão agrícola, mas também forneceria insights valiosos para a otimização de estratégias de armazenamento e sustentabilidade no setor.

Palavras-chave: Análise de Viabilidade, Estudo de Mercado, Análise sob Incerteza, Fuzzy Sets, Teoria de Decisão, Estatística, Finanças.

ABSTRACT

This Course Completion Work proposes a Net Present Value (NPV) model to evaluate the predictions of a refrigeration system for post-third harvest bean stocks. Through financial analysis that incorporates costs, revenues and risks over time, the model also integrates the Central Limit Theorem, to normalize price compensation and quantify uncertainties, improving the accuracy of economic projections. The study also addresses the contribution of efficient storage practices to grain quality and market stability, concluding that adequate refrigeration can offer positive financial returns and benefit the sustainability of agricultural production. The methodology proposed in the work is specific and rigorous, employing advanced financial and statistical analysis techniques. The use of the Central Limit Theorem, in particular, highlights the innovative approach of the study, allowing for a more accurate and realistic assessment of the economic variations involved. This methodological aspect is crucial for the reliability and relevance of the results obtained. The study's progress is significant, demonstrating that the implementation of a refrigeration system for storing bean grains after the third harvest is not only viable, but also potentially profitable. This finding has important practical implications for bean producers, indicating that investment in refrigeration can be an advantageous long-term economic strategy. In addition to the economic impact, the study also addresses the importance of sustainable practices in agriculture. The implementation of efficient refrigeration systems contributes not only to preserving grain quality, but also to the sustainability of the agricultural sector as a whole. This highlights the value of the study beyond the economic aspect, highlighting its contribution to the discussion on more sustainable and responsible agricultural practices. Finally, the work suggests suggestions for future research, including carrying out a stochastic dominance analysis. Such an analysis would allow an even deeper understanding of the variables involved and the possible economic scenarios. This would not only enrich the field of agricultural management, but also provide valuable insights for optimizing storage and sustainability strategies in the sector.

Keywords: Feasibility Analysis, Market Study, Analysis under Uncertainty, Fuzzy Sets, Decision Theory, Statistics, Finance.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ELÉTRICA

André Ritter Bastos

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM
REFRIGERADOR-ARMAZÉM DE GRÃOS DE FEIJÃO

Florianópolis

2023

André Ritter Bastos

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO FLUXO DE CAIXA	30
FIGURA 2 - ÁRVORE DE EVENTOS GENÉRICA.....	41
FIGURA 3 - ÁRVORE DE DECISÃO GENÉRICA.....	42
FIGURA 4 - FUNÇÃO DE DENSIDADE GAUSSIANA $F_x(X)$	43
FIGURA 5 - FUNÇÃO CUMULATIVA GAUSSIANA $F_x(X)$	44
FIGURA 6 - FUNÇÃO PADRÃO DE DENSIDADE GAUSSIANA $F_x(X)$	45
FIGURA 7 - FEIJÃO PRÉ-COLHEITA	48
FIGURA 8 - FEIJÃO PRÉ-COLHEITA	48
FIGURA 9 - CONTROLADOR DE TEMPERATURA. VISTA FRONTAL GALPÃO REFRIGERADOR.....	50
FIGURA 10 - DESCRIÇÕES NOMINAIS DE POTÊNCIA	51
FIGURA 11 - MATRIZ DE EVENTOS, DECISÕES E CONSEQUÊNCIAS	53

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL	13
GRÁFICO 2 - PARTICIPAÇÃO RELATIVA DE CALORIAS DE FEIJÃO NA ALIMENTAÇÃO DIÁRIA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA.....	14
GRÁFICO 3 - PREÇO GOIÁS E PREÇO NACIONAL	15
GRÁFICO 4 - CAPACIDADE ÚTIL EM TONELADAS DE CADA TIPO DE ARMAZÉM / SILO DE GRÃOS ANOS DE 2009 A 2019	25
GRÁFICO 5 - A EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO BRASILEIRA AO LONGO DOS ANOS DE 2009-2019	26
GRÁFICO 6 - ESTIMATIVAS PARA DIFERENTES CENÁRIOS DE PREÇO MÍNIMO .	55
GRÁFICO 7 - PREVISÃO HOLT WINTERS 22-23	60
GRÁFICO 8 - DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE NORMAL DA AMOSTRA ALEATÓRIA PREÇO DO FEIJÃO	62
GRÁFICO 9 - VPL PARA OS 3 TIPOS DE ALTERNATIVAS	68
GRÁFICO 10 - <i>PAYBACK</i> DESCONTADO	69
GRÁFICO 11 - VPL AJUSTADO	72
GRÁFICO 12 - <i>PAYBACK</i> DESCONTADO	72
GRÁFICO 13 - COMPARAÇÃO RESULTADOS VPL.....	73

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - SILOS AGROINDUSTRIAIS.....	16
TABELA 2 - PROCESSO DE CULTIVO	22
TABELA 3 - SILOS NO BRASIL E SUAS REGIÕES. PARTICIPAÇÃO EM PORCENTAGEM DE CADA REGIÃO NA CAPACIDADE TOTAL BRASILEIRA DE SILOS, ANOS DE 2009 A 2019	26
TABELA 4 - ESTIMATIVA DE CUSTO MENSAL POR SACA ARMAZENADA.....	51
TABELA 5 - ANÁLISE DETERMINÍSTICA PREÇOS	52
TABELA 6 - ESTIMATIVAS PARA DIFERENTES CENÁRIOS DE PREÇO MÍNIMO ...	54
TABELA 7 - ESTIMATIVA DE CUSTO MENSAL POR SACA ARMAZENADA.....	56
TABELA 8 - INFLAÇÃO MÉDIA PARA OS ANOS EM ANÁLISE RETROSPECTIVA..	57
TABELA 9 - ESTIMATIVA DE CUSTOS/SACA POR MÊS	58
TABELA 10 - COMPONENTES DO VPL PARA MESES DE ESTOQUE	58
TABELA 11 - DADOS DE PREVISÕES EXTRAÍDOS DO RSTUDIO E DEFINIÇÃO DAS VARIÂNCIAS.....	61
TABELA 12 - COMPONENTES DO VPL PARA MESES DE ESTOQUE	62
TABELA 13 - SPREAD DE RECEITA PARA 3 MESES COM O AJUSTE DA REGRA DO VALOR ESPERADO.....	63
TABELA 14 - SPREAD DE RECEITA PARA 6 MESES COM O AJUSTE DA REGRA DO VALOR ESPERADO.....	64
TABELA 15 - SPREAD DE RECEITA PARA 9 MESES COM O AJUSTE DA REGRA DO VALOR ESPERADO.....	64
TABELA 16 - VPL PARA ALTERNATIVA DE 3 MESES	66
TABELA 17 - VPL PARA ALTERNATIVA DE 6 MESES	67
TABELA 18 - VPL PARA ALTERNATIVA DE 9 MESES	67
TABELA 19 - VPL DETERMINÍSTICO PARA OS 3 TIPOS DE ALTERNATIVAS	68
TABELA 20 - VPL AJUSTADO 3 MESES	70
TABELA 21 - VPL AJUSTADO 6 MESES	70
TABELA 22 - VPL AJUSTADO 9 MESES	71
TABELA 23 - VPL PARA OS 3 TIPOS DE ALTERNATIVAS.....	71
TABELA 24 - <i>PAYBACK</i> DESCONTADO.....	73

SUMÁRIO

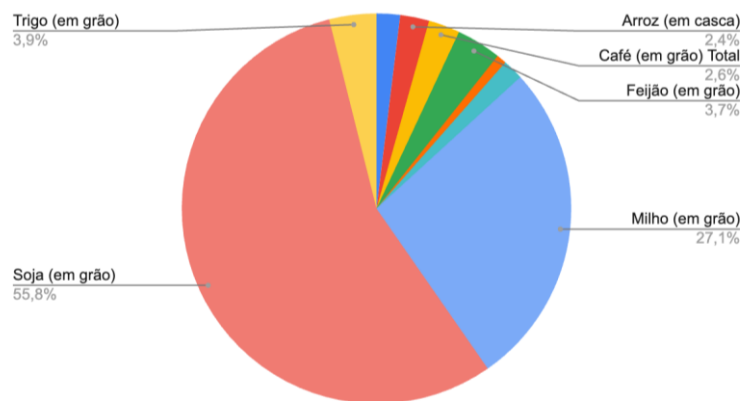
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo geral	17
1.1.2 Objetivos específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVAS	17
1.2.1 Importância do feijão para o Brasil.....	17
1.2.2 Risco e incerteza nas decisões de investimento	18
1.2.3 Ausência de estudos.....	19
1.2.4 Limitações do trabalho	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1 MERCADO DO FEIJÃO BRASILEIRO	21
2.1.1 Produção do grão	21
2.1.2 Capacidade de armazenamento de grãos no Brasil	23
2.1.3 Evolução da capacidade de armazenamento no Brasil.....	25
2.2 VIABILIDADE ECONÔMICA DE ESTRUTURAS DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS	27
2.2.1 Administração financeira	27
2.2.2 Decisão do investimento.....	28
2.3 ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS	35
2.3.1 Método de Holt Winter	35
2.4 PROBABILIDADE E TEORIA DE DECISÃO.....	37
2.4.1 Teoria Normativa e Descritiva de Decisão	37
2.4.2 Estruturação de problemas de decisão.....	38
2.4.3 Posição do Decisor frente ao Risco	39
2.4.4 Regra do Valor Esperado	40

2.4.5 Árvores de Eventos.....	40
2.4.6 Árvores de decisão.....	41
2.4.7 Distribuição Gaussiana Normal.....	43
2.4.8 Teorema do Valor Central	45
3 METODOLOGIA.....	47
3.1 NATUREZA DA PESQUISA	47
3.2 PROCEDIMENTO E TÉCNICAS DE PESQUISA.....	49
3.3 PROJETO REFERÊNCIA E MOTIVAÇÃO DE SUA ESCOLHA	49
3.4 ORIGEM DOS DADOS DE CUSTOS	50
3.5 MODELOS DESENVOLVIDOS	51
3.3.1 Definição de Alternativas ou Estratégias	53
3.3.2 VPL determinístico	56
3.3.3 Aplicação do Teorema do Valor Central	59
3.3.4 VPL pela regra do valor esperado	63
4 RESULTADOS	66
4.1 ANÁLISE DETERMINÍSTICA	66
4.2 ANÁLISE DETERMINÍSTICA CORRIGIDA PELA REGRA DO VALOR ESPERADO.....	69
4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do planeta e possui uma das maiores quantidades de terras agricultáveis. Isso faz com que o país esteja dentro de um seleto grupo de nações auto suficientes em produção de alimentos, além de ser o quarto maior exportador global (Summit Agro, 2022). Dentre as culturas que o país domina, pode-se mencionar, principalmente, a soja e o milho como detentoras das maiores áreas plantadas, correspondendo juntas por mais de 80% (IBGE, 2021).

GRÁFICO 1 – PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL



Fonte: Adaptado IBGE (2022)

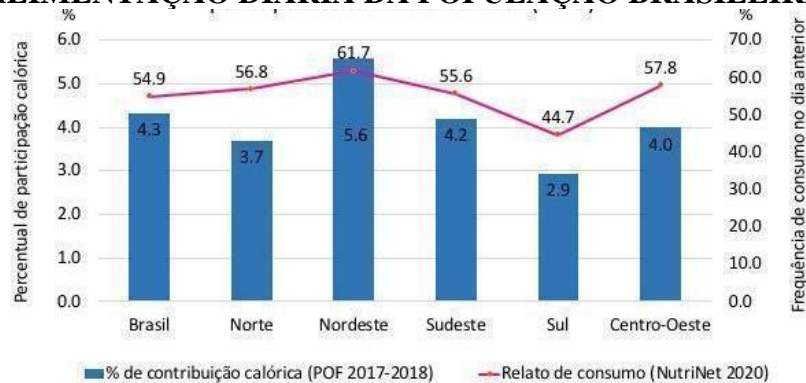
Pelo gráfico 1, percebe-se a grande relevância de ambas as culturas para a economia agrícola nacional, isso faz com que elas possuam mecanismos de funcionamento extremamente sofisticados, podendo servir de referência para outros cultivares em solo nacional. Dentre esses, pode-se destacar o papel do feijão, que corresponde a 3,7% do território brasileiro plantado (IBGE, 2021). Uma leguminosa altamente apreciada pelo brasileiro, cujas exportações cresceram 30% nos últimos dois anos (Dantas, 2021).

Assim, o presente trabalho irá focar nas dificuldades apresentadas associadas à cultura dessa leguminosa, justamente devido ao que foi exposto anteriormente, de que existe uma defasagem na sofisticação de mercado desse grão. Dessa forma, será possível buscar trazer técnicas já amplamente utilizadas pelos produtores de milho e soja para dentro do mercado do feijão. Isso se justifica, pois, apesar de o grão não ser expressivamente exportado, existe um mercado interno muito aquecido cuja demanda tem sido maior do que a produção (Dantas, 2021). Isso acontece justamente devido à alta apreciabilidade que o povo brasileiro

dá a esse grão, sendo responsável por alimentar diariamente centenas de milhões de brasileiros.

Logo, apesar de o grão possuir uma herança centenária no Brasil, foi somente a partir do Modernismo Brasileiro dos anos de 1920 que o discurso sobre o feijão se estrutura, fazendo dele um dos pilares do mito da nacionalidade tripartite no Brasil – a miscigenação das três raças: indígenas, negros e brancos. Foi assim que os artistas brasileiros da época colaboraram com a intensificação do hábito alimentar diário da leguminosa (Granado, 2022). Podendo ser visualizado a partir do gráfico 2, que expõe a participação do feijão na dieta do brasileiro.

GRÁFICO 2 – PARTICIPAÇÃO RELATIVA DE CALORIAS DE FEIJÃO NA ALIMENTAÇÃO DIÁRIA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA

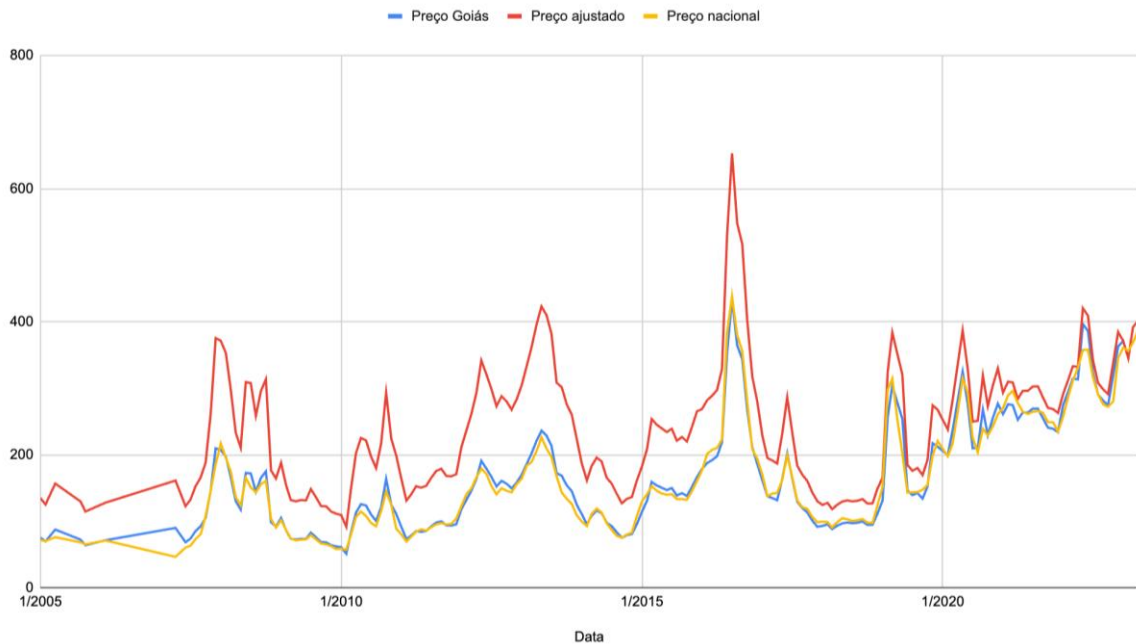


Fonte: Adaptado Nutrinet Brasil (2020)

Sendo assim, anualmente, centenas de agricultores dispõem de suas terras para cultivar o apreciado grão, que pode ser cultivado em praticamente todo o território nacional e em três épocas diferentes. Para isso, são necessários diversos tipos de insumos, como fertilizantes, pesticidas e uma intensa mão de obra. Assim, ao final de cada safra, o agricultor comercializa a sua produção e realiza o seu lucro.

Dessa forma, para que o agricultor possa consistentemente realizar a safra com lucro, ele precisará de instrumentos que forneçam as melhores decisões. Assim, faz-se necessário compreender como os preços variam de uma safra para outra, bem como como o agricultor pode se proteger de uma eventual variação negativa de preços no momento da colheita. O motivo para isso pode ser facilmente compreendido ao analisar o gráfico 3, que mostra a variabilidade dos preços do feijão ano a ano.

GRÁFICO 3 – PREÇO GOIÁS E PREÇO NACIONAL



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Portanto, fica evidente que existe uma alta variabilidade de preços e, assim, o agricultor possui um risco de não conseguir realizar lucro em sua safra, pois os custos podem ser mais elevados do que suas receitas. Assim, pode-se mencionar que esse risco não está somente associado à cultura do feijão, mas é observado em praticamente todos os outros cultivares e commodities (Maia, 2006).

Dessa forma, existem diversos mecanismos de proteção a uma eventual variação negativa de preços, que podem ser realizados de diversas maneiras, sendo uma delas a utilização de contratos de balcão futuros, onde o agricultor trava o preço que lhe é adequado para o momento em que irá colher sua safra (Maia, 2006). No entanto, é necessário comentar que, para o feijão, isso não é possível, justamente devido ao caráter não exportador desse grão. Isso faz com que não haja contratos de negociação em bolsa para o cultivar, obrigando os agricultores a realizarem a venda de sua safra nos preços do momento.

Além disso, existe outra técnica de proteção amplamente utilizada por agricultores, que é a estocagem. Nesse tipo de estratégia, estoca-se o grão até o momento em que o mercado ofereça preços de interesse do produtor. Isso pode ser exemplificado pela utilização de silos, amplamente distribuídos no território nacional. Segue a figura 1 para ilustrar o mencionado.

TABELA 1 – SILOS AGROINDUSTRIAIS

Fonte: Myfarm (2021)

Sendo assim, para que seja possível proteger o agricultor do risco de preço associado à cultura do feijão, é necessário possibilitar o estoque do grão, já que não existem bolsas que o comercializem. Entretanto, isso não pode ser realizado utilizando-se dos silos mencionados anteriormente, pois o feijão é um tipo de grão cuja perecibilidade é maior em relação aos outros grãos, sendo a temperatura o fator físico mais importante na conservação dos grãos armazenados. Isso ocorre porque a maioria das reações químicas é acelerada com o aumento da temperatura. Dessa forma, quando a temperatura de armazenamento é mais baixa, pode-se armazenar com segurança, mesmo quando a umidade dos grãos está acima da ideal, pois a baixa temperatura inibe o desenvolvimento de microrganismos e insetos (Bragantini, 2005).

Dessa maneira, a umidade dos grãos é, juntamente com a temperatura, um fator primordial na conservação dos grãos e sementes. Quando a umidade está baixa, a atividade é diminuída e o metabolismo é reduzido ao mínimo (Bragantini, 2005). A combinação de baixas temperaturas e baixo teor de umidade dos grãos é ideal para a semente, que necessita se manter viável durante o armazenamento. O armazenamento de sementes e grãos de feijão tem sido objeto de estudos principalmente para regiões úmidas e quentes, onde esses problemas se agravam (Bragantini, 2005). Logo, para evitar a troca de umidade entre os grãos e o ambiente e o aquecimento, existem novas opções de silos herméticos, de equipamentos de resfriamento de grãos, armazenamento em atmosfera confinada, entre outras opções (Bragantini, 2005).

Sendo assim, tem-se como alternativa a implementação de um galpão refrigerado para permitir a estocagem. Isso já é observado em diversas propriedades nacionais, porém carecem estudos que comprovem que o investimento nesse tipo de infraestrutura irá realmente ser rentável ao longo do tempo. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho será realizar um estudo de viabilidade econômica para a implementação dessa infraestrutura.

Dessa maneira, podemos prosseguir para os próximos capítulos do presente trabalho que demonstram como essa análise de viabilidade econômica foi feita e também quais as ferramentas foram necessárias para responder à pergunta inicialmente postulada pelo presente trabalho: "Vale a pena investir em um refrigerador-armazém de grãos de feijão?".

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em realizar um estudo de viabilidade econômica da implementação de um refrigerador armazém de grãos de feijão.

1.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar uma projeção de fluxo de caixa determinística para o investimento;
- Estimar as regras de decisão para a gestão do armazém, que maximizem o spread de receita com o estoque;
- Obter a distribuição de probabilidade associada à variável aleatória preço do feijão;
- Realizar um ajuste pela regra do valor esperado de forma a aumentar a confiabilidade dos resultados determinísticos.

1.2 JUSTIFICATIVAS

Para que seja possível compreender a motivação por trás do presente estudo é necessário recorrer à história do grão citado para o Brasil. Isso foi representado na seção 1.2.1, partindo-se da importância da leguminosa para o país. Em seguida, enfatiza-se a necessidade de apoio formal às decisões de investimento. Assim, para finalizar, enfatiza-se a necessidade da produção de conteúdo científico que responda aos questionamentos do setor agrícola.

1.2.1 Importância do feijão para o Brasil

O feijão é mais do que um alimento básico na dieta brasileira; é uma cultura enraizada na história e no desenvolvimento socioeconômico do país. Historicamente, o cultivo de feijão acompanha a trajetória agrícola brasileira, sendo um dos primeiros alimentos a serem domesticados e cultivados nas terras nacionais. Essa leguminosa desempenhou e continua a desempenhar um papel fundamental na segurança alimentar do Brasil, oferecendo nutrientes essenciais para a população (Granado, 2022).

O consumo per capita de feijão no Brasil reflete sua relevância cultural e nutricional. A disponibilidade constante deste grão nas mesas brasileiras é um testemunho da sua importância, não apenas como componente primário na alimentação cotidiana, mas também como um pilar na segurança alimentar do país. O feijão oferece uma fonte acessível e rica em proteínas, fibras e minerais, essenciais para uma dieta equilibrada (Granado, 2022).

Além do seu valor nutricional, o feijão tem um peso significativo na economia agrícola brasileira. Sendo um dos principais produtos do agronegócio, a produção de feijão sustenta a economia rural, gera empregos e contribui para a balança comercial do país (Dantas, 2021). Portanto, a gestão eficiente de seu armazenamento, é de importância crítica. Uma estratégia de armazenamento eficaz não apenas assegura a qualidade e a disponibilidade do produto ao longo do ano, mas também maximiza a rentabilidade para os produtores e contribui para a estabilização dos preços no mercado, beneficiando toda a cadeia produtiva e o consumidor final (Rossaura, 2021).

Dada a sua importância, é vital que os investimentos no setor sejam cuidadosamente analisados e otimizados. Este estudo busca endereçar essa necessidade, fornecendo um modelo de viabilidade econômica para a implementação de um sistema de refrigeração de grãos de feijão, assegurando assim que este recurso seja preservado e distribuído da maneira mais eficiente e eficaz possível, mantendo o seu valor nutritivo e econômico. A relevância desse trabalho se ancora na premissa de que, ao aprimorar-se a maleabilidade do momento da venda, o agricultor poderá melhorar as perspectivas de risco inerentes à atividade agrícola.

1.2.2 Risco e incerteza nas decisões de investimento

Em seu livro *O desafio aos deuses*, o autor e gestor Peter Bernstein elenca o papel da matemática na modelagem de decisões que mudaram o curso da humanidade, sendo a probabilidade a área dessa ciência cuja narrativa do livro se desdobra. O autor menciona que a capacidade de atribuir probabilidades a algum acontecimento futuro foi uma das maiores

descobertas da civilização, permitindo que os seres humanos tomassem decisões baseadas em ciência. Isso diminui o papel que os mitos e crenças exerciam sobre as tomadas de decisão, introduzindo uma área nova à ciência, a de risco (Bernstein, 1996).

1.2.3 Ausência de estudos

Foram realizadas diversas pesquisas para encontrar um estudo parecido com o atual e não houve alternativas similares. Dentre as ferramentas de busca de literatura científica, o Google Scholar é uma das plataformas mais proeminentes e abrangentes. Porém, apesar de sua ampla cobertura, existem áreas e tópicos de pesquisa que ainda permanecem sub-representados ou carecem de estudos profundos.

Durante a extensa revisão bibliográfica realizada por meio do Google Scholar, observou-se uma escassez de estudos que se alinham especificamente ao foco do nosso trabalho atual. Muitos estudos disponíveis apresentam uma abordagem generalista ou tangencial ao tópico, sem adentrar nas nuances e especificidades que o nosso estudo se propõe a investigar. Além disso, enquanto alguns trabalhos se concentraram em áreas similares, eles não exploraram os aspectos inovadores e as particularidades que caracterizam nossa pesquisa.

A importância de identificar e trabalhar em áreas menos exploradas não se resume apenas à originalidade. Estes "vazios" na literatura científica podem representar oportunidades significativas para avanços inovadores e descobertas com o potencial de influenciar o campo de estudo de maneira significativa. Além disso, ao abordar tópicos menos estudados, podemos lançar luz sobre áreas que, embora relevantes, podem ter sido negligenciadas no passado.

O presente trabalho, portanto, não é apenas uma adição à literatura existente, mas um esforço para preencher uma lacuna identificada. Além de contribuir com novos conhecimentos e insights, este estudo pode servir como um ponto de referência para pesquisadores futuros, fornecendo uma base sólida sobre a qual novas pesquisas podem ser construídas.

1.2.4 Limitações do trabalho

A natureza estocástica e sazonal dos dados que guiam a análise econômica introduz uma série de limitações no trabalho apresentado, tais como:

- a) Natureza probabilística: A base da análise em dados de natureza estocástica é a probabilidade. Isso significa que as conclusões obtidas não são determinísticas, mas baseadas na probabilidade de um evento ocorrer. Mesmo que uma ação ou decisão pareça ser a mais vantajosa com base nas probabilidades, ainda há sempre a chance de um resultado indesejado.
- b) Imprevisibilidade total: Enquanto a sazonalidade pode fornecer alguma previsibilidade, a natureza estocástica essencialmente significa que alguns aspectos são imprevisíveis. Mesmo com os melhores modelos e métodos, há sempre a possibilidade de ocorrências aleatórias que podem alterar os resultados esperados.
- c) Limitação na escolha de métodos: Dada a variabilidade e sazonalidade dos dados, a escolha do método de análise torna-se crucial. No entanto, cada método tem suas próprias limitações e pode não ser totalmente adequado para capturar todas as nuances dos dados.
- d) Exclusão de fatores imponderáveis: Ao se concentrar estritamente em aspectos econômicos, outros fatores imponderáveis, como mudanças políticas, catástrofes naturais, revoluções tecnológicas, entre outros, podem não ser considerados. Esses fatores, embora imprevisíveis, podem ter um impacto significativo nos resultados econômicos, portanto, na viabilidade de um projeto.
- e) Sensibilidade a parâmetros: Pequenas alterações nos parâmetros de entrada ou nas premissas podem ter grandes impactos nos resultados da análise de viabilidade econômica, dada a natureza estocástica dos dados. Isso torna essencial uma avaliação rigorosa dos parâmetros e premissas.
- f) Complexidade computacional: A análise de dados estocásticos muitas vezes exige simulações e cálculos complexos. Isso pode aumentar o tempo e os recursos necessários para realizar a análise, e pode também introduzir erros se não for feito corretamente.
- g) Necessidade de atualização constante: Dada a natureza variável e sazonal dos dados, as análises podem rapidamente se tornar desatualizadas. Isso requer atualizações constantes e reavaliações periódicas para garantir que as decisões sejam tomadas com base nas informações mais recentes

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão introduzidos conceitos teóricos acerca do mercado consumidor de feijão brasileiro, além de informações sobre a produção. Também serão abordadas temáticas teóricas acerca dos métodos de avaliação de viabilidade econômica discutidos em tópicos acima, como o VPL e a TIR.

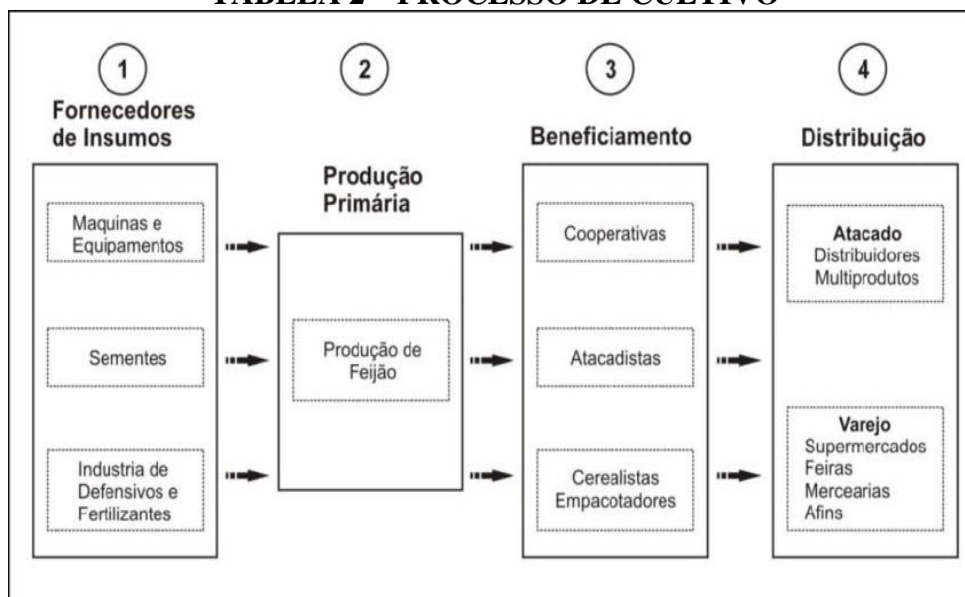
2.1 MERCADO DO FEIJÃO BRASILEIRO

Retomando o aspecto histórico do feijão proposto anteriormente, tem-se que esse é um alimento básico na dieta brasileira, fazendo parte da cultura enraizada na história do país. Historicamente, o cultivo de feijão acompanha a trajetória agrícola brasileira, sendo um dos primeiros alimentos a serem domesticados e cultivados nas terras nacionais (Granado, 2022).

2.1.1 Produção do grão

A produção de feijão no Brasil é uma atividade de grande importância econômica e social. O feijão é um alimento básico na dieta dos brasileiros e faz parte da cultura alimentar do país. O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de feijão do mundo (Granado, 2022).

Como mencionado anteriormente, o grão é cultivado em diferentes regiões do Brasil, sendo que os principais estados produtores são Minas Gerais, Bahia, Paraná, São Paulo e Goiás. Existem diversas variedades de feijão cultivadas, como o feijão-carioca, feijão-preto, feijão-mulatinho, feijão-fradinho, entre outros (Bragantini, 2005). A seguir, tem-se a figura 2, que ilustra como o processo de cultivo mencionado ocorre:

TABELA 2 – PROCESSO DE CULTIVO

Fonte: Adaptado de Ozon e Carvalho Júnior (2004)

Essa produção é caracterizada por uma combinação de sistemas de produção, incluindo a agricultura familiar e o cultivo em larga escala, sendo cultivado tanto em áreas de sequeiro, sem irrigação, quanto em regiões irrigadas. A escolha do sistema de cultivo depende das condições climáticas e da disponibilidade de recursos hídricos em cada região (Bragantini, 2005).

No entanto, como mencionado anteriormente, a produção de feijão no Brasil enfrenta desafios, como variações climáticas, doenças e pragas, que podem afetar a produtividade. Além disso, questões relacionadas à comercialização e aos preços do produto também podem influenciar a produção e o cultivo do feijão, obrigando o agricultor a aprimorar suas metodologias de cultivo, armazenamento e venda (Bragantini, 2005).

O governo brasileiro tem implementado políticas e programas de apoio à produção de feijão, visando aumentar a produtividade, melhorar a qualidade do produto e fortalecer a cadeia produtiva, o que pode ser amplamente percebido pela atuação da EMBRAPA. Além disso, são realizadas pesquisas e desenvolvimento de novas variedades mais produtivas e resistentes a doenças, contribuindo diariamente para a melhoria do cenário agrícola nacional (EMBRAPA, 2018).

Posteriormente, será necessário embasar as qualidades referentes ao armazenamento do feijão. Isso foi apresentado nas justificativas do estudo e será omitido nesta seção. Passaremos para o embasamento teórico referente à parte metodológica do trabalho.

2.1.2 Capacidade de armazenamento de grãos no Brasil

O armazenamento do feijão pós-colheita é uma etapa crucial para garantir a qualidade e a preservação do produto durante um período prolongado. O objetivo principal é evitar perdas devido a danos causados por insetos, doenças, umidade, calor excessivo ou deterioração geral (Bragantini, 2005).

Aqui estão alguns pontos importantes a serem considerados no armazenamento do feijão pós-colheita (EMBRAPA, 2018):

- a) Secagem: O feijão deve ser adequadamente seco antes do armazenamento, a fim de reduzir o teor de umidade a níveis apropriados. Isso é importante para evitar o crescimento de fungos, deterioração e perda de qualidade. A umidade recomendada para o armazenamento varia conforme o tipo de feijão, mas, geralmente, situa-se entre 10% e 14%.
- b) Embalagem: O feijão pode ser armazenado em diferentes tipos de ambientes, como sacos de juta, sacos de polipropileno ou silos. A embalagem deve ser resistente, limpa e permitir a ventilação adequada para evitar o acúmulo de umidade. As embalagens devem ser armazenadas em locais limpos, secos e protegidos contra pragas e roedores.
- c) Controle de temperatura: O armazenamento em temperaturas adequadas ajuda a preservar a qualidade do feijão. Temperaturas muito altas podem levar à deterioração, enquanto temperaturas muito baixas podem resultar em danos ao produto. Recomenda-se manter a temperatura entre 10°C e 20°C, dependendo das características do feijão.
- d) Controle de pragas e doenças: É essencial realizar medidas de controle de pragas e doenças durante o armazenamento. Isso pode envolver o uso de inseticidas apropriados, monitoramento regular das condições de armazenamento e inspeção visual do produto em busca de sinais de infestação ou deterioração.
- e) Rotação de estoque: Para evitar problemas relacionados à idade do produto, é recomendado utilizar a técnica de rotação de estoque. Isso significa que o feijão mais antigo deve ser utilizado ou vendido primeiro, enquanto os lotes mais recentes são armazenados para uso posterior. Isso ajuda a garantir que o feijão seja consumido ou comercializado antes de sua qualidade se deteriorar.

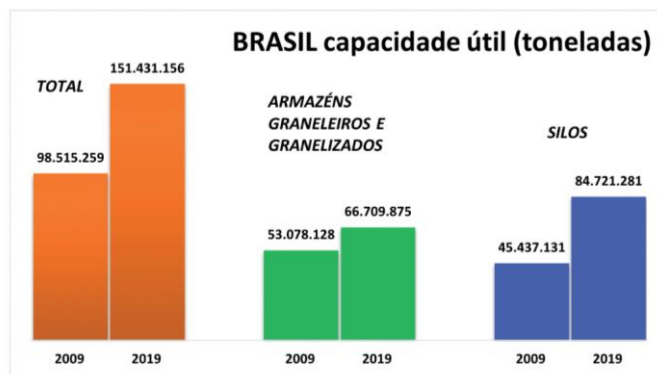
É importante mencionar que o tempo máximo de armazenamento do feijão pode variar, dependendo do tipo de feijão, das condições de armazenamento e da qualidade inicial do produto. Portanto, é fundamental monitorar regularmente as condições de armazenamento e realizar inspeções visuais para garantir a qualidade e a segurança do feijão ao longo do tempo (EMBRAPA, 2018).

Ressalta-se, dessa forma, que a armazenagem desempenha um papel crucial na eficiência de uma cadeia de suprimentos global (Singh *et al.*, 2018). No Brasil, a expansão da fronteira agrícola no Cerrado resultou em distâncias cada vez maiores entre as áreas de produção e os portos de exportação, o que demandou uma logística eficiente para o transporte dos grãos. O acesso a sistemas de armazenamento tornou-se cada vez mais necessário devido ao aumento das distâncias e à confiabilidade variável dos sistemas de transporte existentes (Frederico, 2011).

A função dos armazéns vai desde a conservação da qualidade e controle de perdas até o suporte às políticas de segurança alimentar, passando pela regulação do estoque, logística de produção e transporte. A armazenagem de grãos equilibra oferta e demanda, permitindo que uma demanda contínua de produtos seja suprida por uma oferta sazonal sujeita a oscilações, definida pelas safras e entressafras (Biagi *et al.*, 2002; Frederico, 2011).

Na figura 3, expõe-se a capacidade de armazenamento de grãos no Brasil em toneladas nos anos de 2009 e 2019 (primeiro semestre), de acordo com dados do IBGE que nortearam a criação do gráfico. É perceptível uma mudança na modalidade de armazenamento ao longo dos anos: em 2009, a capacidade em armazéns era maior, enquanto em 2019, há uma maior capacidade em silos. Esse fato pode estar relacionado ao aumento do investimento privado na expansão da capacidade de armazenamento, uma vez que a modalidade de silos é mais amplamente utilizada por esse setor (Rossaura, 2021).

GRÁFICO 4 - CAPACIDADE ÚTIL EM TONELADAS DE CADA TIPO DE ARMAZÉM / SILO DE GRÃOS ANOS DE 2009 A 2019



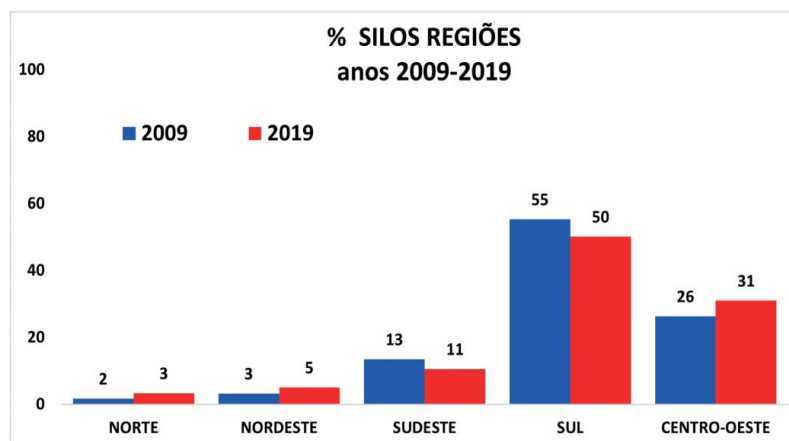
Fonte: Adaptado de Rosaura (2021)

2.1.3 Evolução da capacidade de armazenamento no Brasil

A seguir, apresentam-se duas imagens que representam a realidade da evolução da capacidade de armazenamento de grãos no país. Na Figura 5, é possível observar que a porcentagem de silos aumentou nas cinco regiões brasileiras. Essa porcentagem é calculada em relação ao total de silos do Brasil. As regiões Sul e Centro-Oeste possuem a maior concentração de silos, com predominância na região Sul. É importante ressaltar que a soma dos silos das demais regiões não atinge 20% do número total no Brasil. Já na Tabela 5, é apresentada a porcentagem de participação de cada região nos silos do Brasil.

Quando analisamos as taxas de crescimento dos silos no Brasil e em suas regiões, percebemos, na Tabela 5, que houve um crescimento significativo da quantidade de silos em todo o país nos anos analisados (2009 a 2019). As taxas de crescimento da capacidade de armazenamento por meio de silos foram positivas e altamente significativas em todas as regiões. A região Norte apresentou a taxa mais alta, seguida pelo Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste. As maiores taxas de crescimento foram registradas nas regiões Norte e Nordeste, com crescimento superior a 10% ao ano, seguidas pelas regiões Centro-Oeste e Sul, que cresceram mais de 5% ao ano. A região Sudeste foi a única com um crescimento inferior a 5% ao ano (Rosaura, 2021).

GRÁFICO 5 - A EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO BRASILEIRA AO LONGO DOS ANOS DE 2009-2019



Fonte: Adaptado de Rosaura (2021)

TABELA 3 - SILOS NO BRASIL E SUAS REGIÕES. PARTICIPAÇÃO EM PORCENTAGEM DE CADA REGIÃO NA CAPACIDADE TOTAL BRASILEIRA DE SILOS, ANOS DE 2009 A 2019

Área	Participação (%)	Taxa de crescimento anual (%)	Erro padrão (%)	p-valor	R ²
Sul	53,99	5,41**	4,97	0,0000	93,54
Centro-Oeste	27,67	8,46**	4,22	0,0000	98,00
Sudeste	12,10	3,95**	6,97	0,0002	79,70
Nordeste	3,91	11,34**	10,71	0,0000	93,19
Norte	2,33	12,45**	9,45	0,0000	95,50
Brasil	100	6,49**	2,95	0,0000	98,33

Significância estatística: **diferente de zero a 1%.

Fonte: Adaptado de Rosaura (2021)

Dessa maneira, ressalta-se a necessidade de orientar estudos que analisem a viabilidade econômica desse tipo de empreendimento, visto que existe uma tendência de crescimento claramente visível. Além disso, podemos mencionar o estudo realizado por Gaban (2017), que aponta que o setor de armazenagem no Brasil apresentou um desequilíbrio entre a taxa de crescimento da produção de grãos e a taxa de crescimento da capacidade estática de armazenamento (Rossaura, 2021). No período de 2005 a 2014, a produção de grãos teve um aumento de 59,5%, enquanto a capacidade de armazenamento aumentou apenas 21,7% (Rossaura, 2021). Isso evidencia uma deficiência na capacidade de armazenamento em relação à produção de grãos.

Dessa forma, Baroni (2017), ao analisar os dados fornecidos pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), concluiu que o Brasil enfrentará um déficit significativo de

armazenagem no futuro, caso não sejam adotadas medidas adequadas para lidar com a deficiência na capacidade estática do país. Essas estimativas indicam a necessidade de ações compatíveis com a demanda futura de armazenagem. Novamente, corroborando com a tese do presente estudo de que há demanda de estudos que justifiquem o investimento nesse tipo de infraestrutura.

2.2 VIABILIDADE ECONÔMICA DE ESTRUTURAS DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS

O objetivo desta seção será introduzir referenciais teóricos acerca da viabilidade econômica da construção de estruturas de armazenamento de grãos. Posteriormente, serão apresentadas características das metodologias que foram utilizadas pelos diversos artigos científicos revisados. Conforme Lentz (2014), a maneira correta de se iniciar um estudo de viabilidade deste tipo é pela conceitualização da administração financeira de empreendimentos, conforme descrito a seguir.

2.2.1 Administração financeira

A meta da administração financeira é a maximização da riqueza dos acionistas, que vai além da simples maximização dos lucros (Braga 2008 ,p.32). Nessa sentença o autor mencionado destaca que a maximização da riqueza envolve cinco aspectos: perspectiva de longo prazo, valor do dinheiro no tempo, retorno do capital próprio, risco e lucratividade. A perspectiva de longo prazo significa que a empresa deve ser perpetuada e, para isso, deve realizar investimentos em tecnologia, novos produtos, entre outros, que podem sacrificar a rentabilidade atual em troca de maiores benefícios futuros (Braga 2008 ,p.33).

É importante considerar não apenas a perpetuação da empresa, mas também o ambiente no qual o investimento será analisado. Essas condições devem ser observadas levando em conta cada empresa, seus produtos, acionistas, recursos humanos e até mesmo questões ambientais. Outro aspecto destacado é o valor do dinheiro no tempo, conforme Gitman, Juchau e Flanagan (2011), que ressalta a importância de administradores financeiros e investidores aproveitarem oportunidades de obter taxas de retorno positivas sobre seus fundos, seja através de investimentos em projetos atrativos, recebendo juros sobre títulos ou depósitos remunerados. O momento das entradas e saídas de caixa tem implicações

econômicas significativas, reconhecidas pelos administradores financeiros como o valor do dinheiro no tempo. Essa concepção se baseia na crença de que um real hoje vale mais do que um real a ser recebido em uma data futura qualquer.

O terceiro aspecto, mencionado pelo autor, refere-se ao retorno do capital próprio, que é a remuneração do acionista por meio de dividendos ou pela valorização de suas ações (Braga 2008 ,p.33). No caso em estudo, não se trata de ações, mas sim da possível obtenção de um spread de lucro através da armazenagem de grãos, que serão comercializados nos instantes futuros após a colheita.

Até o momento, foram discutidos principalmente aspectos relacionados a empresas; entretanto, os princípios de finanças e avaliações de investimentos podem ser aplicados não apenas a empresas, mas também a qualquer empreendimento que possua entradas e saídas de caixa, selando, portanto, a relação dessas técnicas com o investimento em infraestruturas agrícolas, como o galpão objeto do presente estudo.

2.2.2 Decisão do investimento

A decisão de investir em qualquer tipo de estrutura é algo complexo e deve ser feita de forma analítica, recorrendo às metodologias introduzidas por diversos pesquisadores da área contábil e econômica. Levando em consideração o cenário empresarial e a busca pela continuidade dos negócios, surge na literatura científica uma busca por compreensão dos motivos que levam empreendedores a perpetuarem seus negócios, para isso pode-se recorrer ao autor a seguir:

Qual é a recompensa que motiva os empreendedores a perpetuar suas empresas? Essa decisão não pode ser baseada apenas em critérios pessoais e subjetivos, mas requer critérios técnicos e uma gestão econômica dos negócios adequada. (Kassai *et al.*, 2007, p. 32)

Já Abreu *et al.* (2008) afirmam que o processo de tomada de decisão de investimento deve se basear no objetivo final da empresa, a maximização da riqueza dos proprietários, conciliando a relação entre risco e retorno no fluxo de caixa descontado. Em outras palavras, devem ser aceitos projetos cujos valores presentes dos benefícios (entradas de recursos) sejam superiores aos valores presentes dos custos (saídas de recursos). Ao seguir esse princípio, a empresa buscará agregar valor.

A avaliação da implementação de um projeto pode ser feita com base em três critérios: econômicos, financeiros e imponderáveis. Os critérios econômicos envolvem a rentabilidade do investimento, os critérios financeiros levam em consideração a disponibilidade de recursos, e os critérios imponderáveis se referem a fatores não monetários (Casarotto Filho; Kopittke, 2010).

Neste estudo, serão avaliados os aspectos econômicos e financeiros do investimento, enquanto os critérios imponderáveis ficam a cargo da decisão do gestor de acordo com o cenário. Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010), investir significa renunciar ao consumo no presente em troca da promessa de um retorno satisfatório no futuro. Já Grinblatt e Titman (2005) afirmam que as finanças envolvem a análise das compensações entre o presente e o futuro. Tanto para um investidor individual, que renuncia a algo no presente para ganhar no futuro ao investir em dívidas ou no mercado de ações, quanto para um investimento corporativo em fábricas, maquinário ou campanhas publicitárias, há a sensação de renunciar a ganhos imediatos em troca de benefícios futuros.

Gitman, Juchau e Flanagan (2011) diferenciam investimento de capital de investimento operacional. O investimento de capital envolve o desembolso de fundos com a expectativa de obter benefícios em um prazo superior a um ano, enquanto o investimento operacional resulta em benefícios em um prazo inferior a um ano. Além disso, os investimentos de longo prazo representam desembolsos substanciais de fundos que comprometem a empresa com uma determinada estratégia. Portanto, a empresa deve contar com procedimentos adequados para analisar e selecionar os investimentos de longo prazo (Gitman; Juchau; Flanagan, 2011).

Um aspecto importante a ser considerado na avaliação de projetos de investimento é quanto a escolha de um projeto excluir a possibilidade de realizar outros. Essas restrições podem ser de natureza funcional, de capital, de espaço, entre outras, e tornam os projetos mutuamente excludentes. Kassai *et al.* (2007, p. 33) discutem a abordagem para aceitação de projetos:

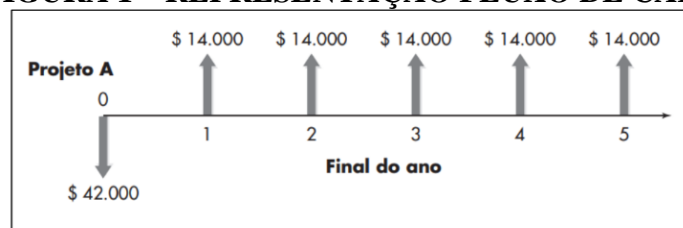
A abordagem de aceitar ou rejeitar envolve a avaliação das propostas para determinar se são aceitáveis, aplicando critérios predefinidos e comparando com os parâmetros de atratividade estabelecidos pela empresa. Se um projeto mutuamente excludente não atender aos critérios básicos de aceitação, ele deve ser eliminado da consideração.

Outra abordagem envolve classificar as propostas com base em um critério pré-definido, como a Taxa Interna de Retorno, que será explicada em seções posteriores. Para isso, compara-se taxas entre projetos distintos e decide-se, conforme a métrica imposta pelo gestor, qual projeto será escolhido. Para o presente estudo, a análise comparativa entre projetos será desconsiderada, pois o objetivo é fornecer um estudo de viabilidade para um tipo específico de infraestrutura, que será o galpão refrigerado para o feijão.

2.2.2.1 Projeção de fluxo de caixa

A projeção de fluxo de caixa é uma técnica financeira utilizada para estimar os valores de entrada e saída de dinheiro de uma empresa ao longo de um determinado período. Essa projeção é importante para a gestão financeira, pois permite prever os recursos que estarão disponíveis e as obrigações financeiras que deverão ser cumpridas em cada período (Gitman; Juchau; Flanagan, 2011).

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO FLUXO DE CAIXA



Fonte: Gitman, Juchau e Flanagan (2011)

Assim, na figura 1, pode-se observar que o fluxo de caixa se refere às entradas e saídas de dinheiro em uma empresa, incluindo receitas, despesas, investimentos e financiamentos. A projeção do fluxo de caixa envolve a análise de dados históricos, como registros contábeis anteriores e informações sobre vendas, custos operacionais, pagamentos de empréstimos e outras transações financeiras (Gitman; Juchau; Flanagan, 2011).

Ao projetar o fluxo de caixa, é necessário considerar diferentes cenários e variáveis que possam afetar as finanças da empresa, como variações nas vendas, mudanças nos custos de produção, flutuações nas taxas de juros ou outros fatores externos relevantes. Essa projeção pode ser feita para períodos curtos, como um mês ou trimestre, ou para períodos mais longos, como um ano ou até mesmo vários anos (Gitman; Juchau; Flanagan, 2011). A definição do horizonte de planejamento ideal para o presente trabalho será apresentada posteriormente, explicada em detalhes na seção 3 - Metodologias.

Com base nessas projeções, os gestores podem tomar decisões financeiras mais informadas e estratégicas, como planejar investimentos, identificar a necessidade de capital de giro, ajustar os gastos operacionais, antecipar momentos de escassez de caixa ou oportunidades de financiamento, entre outros. Essa análise ajuda a empresa a se preparar para enfrentar desafios financeiros e garantir a sua sustentabilidade no longo prazo (Gitman; Juchau; Flanagan, 2011).

2.2.2.2 TMA - Taxa de mínima atratividade e Custo de Capital

Introduzida a parte de projeção de fluxos de caixa, podemos partir para a definição da TMA, ou Taxa de Mínima Atratividade. Conforme Souza (1997), é um conceito utilizado em finanças e investimentos para calcular o valor presente de fluxos de caixa futuros. Também é conhecida como taxa de desconto, taxa de retorno exigida ou taxa de oportunidade. Essa taxa representa o retorno mínimo que um investimento precisa proporcionar para ser considerado atrativo. Em outras palavras, é a taxa de juros que um indivíduo ou empresa espera ganhar ao investir seu dinheiro em determinado projeto, ou empreendimento, levando em consideração o risco e as alternativas de investimento disponíveis.

A TMA é utilizada para descontar os fluxos de caixa futuros de um projeto, ou seja, para trazer seu valor para o presente. Isso é necessário porque o dinheiro disponível no presente tem mais valor do que o mesmo valor no futuro. Ao aplicar a taxa de desconto aos fluxos de caixa futuros, é possível determinar o valor presente líquido (VPL) do investimento (Souza, 1997).

A escolha da TMA é um aspecto crítico na análise de projetos de investimento. Ela reflete a percepção do investidor sobre o risco do projeto e também considera as oportunidades alternativas disponíveis no mercado. Geralmente, a TMA é baseada em taxas de juros de mercado ou em uma taxa de retorno esperada pelos investidores, levando em conta fatores como inflação, risco do investimento e custo de capital.

2.2.2.3 - Custo de Capital do Empreendimento

Gitman (2011) considera o custo de capital como o retorno exigido pelos financiadores de capital, portanto a TMA que a firma deveria considerar em seus projetos de

investimento. Assim, um projeto de investimento é interessante quando atende seus fornecedores de capital e adiciona valor à firma.

Dessa forma, as companhias podem se financiar por meio de capital de terceiros por meio de endividamento, capital próprio e de reinvestimento de lucros, retendo parte ou todo dos dividendos devidos aos acionistas. Cada uma destas fontes de financiamento tem um custo específico para a firma, conhecido como o custo de capital, que reflete as expectativas de retorno de longo prazo dos financiadores.

Portanto, conforme Schroeder (2005), essa taxa pode ser determinada utilizando-se da estimativa dos custos de capital, pois os gestores, ao decidirem investir em um certo projeto, necessitam de capital para tal. Isso faz com que, do ponto de vista decisório, o custo de capital seja a taxa de mínima atratividade mais completa.

O custo de capital do empreendimento é uma métrica financeira que representa o custo médio ponderado dos diferentes tipos de capital utilizados por uma empresa para financiar seus investimentos e operações. Ele reflete a taxa de retorno exigida pelos investidores e credores para fornecer capital à empresa (Schroeder, 2005). No entanto, vale mencionar que esse custo é calculado de forma diferente na perspectiva do acionista. Isso não será exposto dado que exige-se um foco no empreendimento, deixando a perspectiva do acionista para estudos de caso direcionados.

O capital de uma empresa pode ser obtido por meio de diferentes fontes, como capital próprio e capital de terceiros, como empréstimos, títulos e financiamento bancário. Cada fonte de capital possui um custo associado, que está relacionado ao risco percebido pelos investidores e às taxas de retorno esperadas no mercado (Bueno, 2005).

O custo de capital é calculado utilizando uma abordagem de média ponderada, levando em consideração a proporção de cada tipo de capital na estrutura de capital da empresa. A fórmula básica para o cálculo do custo de capital ponderado é a seguinte:

$$WACC = \left(\frac{E}{V}\right) K_e + \left(\frac{D}{V}\right) K_d (1 - T_c) \quad (2.2)$$

Onde E representa o valor de mercado do capital próprio, V o valor de mercado total da empresa, K_e o custo do capital próprio (taxa de retorno exigida pelos acionistas), D o valor de mercado da dívida, K_d o custo da dívida (taxa de juros ou retorno esperado pelos credores) e T_c a alíquota do imposto de renda corporativo.

O custo de capital é importante na tomada de decisões de investimento e financiamento da empresa. É usado como uma taxa de desconto para avaliar a viabilidade de projetos de investimento, determinar o valor presente líquido (VPL) e realizar análises de retorno sobre o investimento. Também é utilizado como referência para avaliar o desempenho financeiro da empresa em relação ao custo de capital esperado (Schroeder, 2005).

É importante destacar que o custo de capital pode variar de empresa para empresa, dependendo do seu perfil de risco, indústria, estrutura de capital e condições de mercado. As estimativas do custo de capital geralmente envolvem considerações subjetivas e podem ser influenciadas por fatores como a taxa de retorno exigida pelos investidores, o risco de mercado, a taxa livre de risco e a estratégia financeira da empresa.

2.2.2.4 VPL

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma medida utilizada na análise de investimentos para avaliar a atratividade de um projeto ou empreendimento. Ele representa a diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados de um investimento e o investimento inicial necessário. Em termos mais simples, é uma maneira de determinar se um investimento é lucrativo ou não. Ele leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, pois o dinheiro disponível no presente tem mais valor do que o mesmo valor no futuro devido à possibilidade de investimento e ao impacto da inflação (Silva, 2011).

Para calcular o VPL, é necessário descontar os fluxos de caixa futuros esperados pelo investimento, utilizando uma taxa de desconto apropriada, geralmente a Taxa de Mínima Atratividade (TMA), cujas características foram explicadas em seções anteriores. A taxa de desconto representa o retorno mínimo que o investimento deve proporcionar para ser considerado atrativo, considerando o risco e as alternativas de investimento disponíveis, estando diretamente relacionada ao horizonte de planejamento proposto pelo projeto (Silva, 2011).

Após descontar os fluxos de caixa futuros, subtrai-se o investimento inicial necessário. Se o resultado for positivo, significa que o investimento possui um VPL positivo, o que indica que ele é lucrativo e pode ser considerado atrativo. Se o resultado for negativo, indica que o investimento terá um retorno menor do que a TMA e, portanto, não é considerado atrativo. Assim, a fórmula para o cálculo do valor presente líquido é:

$$VPL = \sum_{T=i}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I \quad (2.3)$$

Em que VPL é a abreviação de valor presente líquido descontado a uma taxa i , que é a taxa de desconto, podendo este ser o custo de capital ou oportunidade. Já j é o período genérico que percorre todo o horizonte de planejamento do fluxo de caixa. FC_j é o fluxo genérico para $t = (0..n)$ que pode ser positivo para receitas, e negativo para custos. Para finalizar, I representa o investimento inicial no projeto, conforme Fernandes (2012).

O que deve ser ressaltado no cálculo do VPL é a rentabilidade do investimento. O VPL descontado a uma taxa i compara o investimento puro de todo o capital a essa taxa i e à rentabilidade do fluxo de caixa projetado. Dessa forma, o VPL corresponderá ao excedente de capital em relação ao que se encontraria investindo o dinheiro a uma taxa i % por período (Fernandes, 2012).

Sendo assim, ao chegar a um valor positivo para o VPL, é concluído que o projeto é viável e remunera a empresa acima da rentabilidade de mínima atratividade. Além disso, pode-se analisar como esse VPL poderia ser ajustado probabilisticamente, incluindo a incerteza ao modelo determinístico de valor presente.

2.2.2.5 TIR - Taxa Interna de Retorno

Taxa Interna de Retorno é outra métrica utilizada na análise de investimentos para avaliar a atratividade de um projeto ou empreendimento, representando a taxa de retorno que um investimento proporcionará ao longo de sua vida útil. Conforme Penido (2008), a TIR é a taxa efetiva de desconto que iguala a zero o VPL de um projeto de investimento de modo que o valor presente líquido do investimento seja igual a zero. Dessa forma, ela pode ser caracterizada como sendo a taxa de remuneração do capital investido, sendo, às vezes, referida como índice de lucratividade (Penido, 2008).

Segundo Gitman (2011, p.453), a TIR, apesar de ser consideravelmente mais difícil de calcular do que o VPL, justamente devido ao aparecimento de polinômios de graus maiores do que 2, cujas raízes podem se tornar alvo de elevada complexidade matemática. No entanto, esse é um método amplamente utilizado, sendo, portanto, relevante mencioná-lo no presente trabalho. A fórmula proposta por Gitman (2011, p.453) para a TIR é apresentada a seguir.

$$S_0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} - I \quad (2.4)$$

Em que FC_t representa um fluxo de caixa qualquer, genérico para $t = 1$ a n , TIR representa a taxa interna de retorno e I o investimento inicial do projeto.

A tomada de decisão pela TIR é realizada comparando a TIR com outra taxa chamada taxa mínima de atratividade (TMA), conforme segue: se $TIR > TMA$, o projeto é economicamente viável; se $TIR < TMA$, o projeto é economicamente inviável; e se $TIR = TMA$, é indiferente investir os recursos no projeto A ou deixá-lo rendendo juros a uma taxa mínima de atratividade, desconsiderando os riscos do projeto (Fernandes, 2012). No entanto, pode haver situações em que a TIR não possui sentido prático, dado que podem ser obtidos valores negativos e até complexos.

2.3 ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS

A tentativa de estimar os valores de ingressos e desembolsos que compõem o fluxo de caixa representativo de um projeto de investimento resulta em valores determinísticos, que não passam de aproximações ou médias de valores. Para evitar a fragilidade dessa abordagem, recorre-se às técnicas de análise que levam em conta a aleatoriedade dos elementos que compõem o fluxo de caixa de um projeto de investimento (Souza, 1997). Para tanto, é necessário propor alguma metodologia que forneça instrumentos de análise de probabilidades associadas a eventos não determinísticos. Isso será iniciado com um modelo de previsão para séries temporais, que será explicitado a seguir.

2.3.1 Método de Holt Winter

A análise probabilística de séries temporais usando o método de Holt-Winters é uma abordagem que combina técnicas de suavização exponencial com componentes sazonais. Criado por Holt e Winter em 1959 para possibilitar a modelagem de séries temporais por suavização exponencial que também possuam um componente sazonal. O método de Holt-Winters possui três equações para calcular os componentes de nível, tendência e sazonalidade (Silva, 2010).

Esse método possui duas variações, que dependem da natureza do componente sazonal. O método aditivo é preferido quando as variações sazonais são razoavelmente

constantes por toda a série, enquanto o multiplicativo pode ser usado quando as variações sazonais são proporcionais à mudança do nível da série (Holt, 2022). Isso poderá ser obtido através da análise dos dados temporais de preços de feijão, permitindo a interpretação de qual tipo de componente, aditiva ou multiplicativa, será aplicada. A maneira como isso será feito será exposta na seção 3 - Metodologia, vale ressaltar, a essa altura, que o software Statistica.com será utilizado para tanto.

A suavização exponencial de Holt-Winters é baseada em cálculos iterativos que atualizam os valores dos componentes de forma ponderada, levando em consideração os dados históricos e os padrões sazonais identificados. O método é capaz de fazer previsões para períodos futuros, levando em conta tanto a tendência quanto a sazonalidade. Isso faz com que seja o método adequado para o problema em análise pelo presente estudo, que irá analisar dados que variam conforme o exposto (Holt, 2022).

A análise probabilística utilizando Holt-Winters permite obter previsões probabilísticas, geralmente na forma de intervalos de confiança, que indicam a incerteza associada às previsões. Esses intervalos fornecem uma faixa de valores dentro da qual é esperado que os dados futuros se encontrem, considerando a variabilidade presente na série temporal. Com isso, será possível responder às perguntas postuladas no início da pesquisa quanto à quantidade de tempo de estoque necessária para viabilizar o investimento em termos de retorno futuro.

É importante ressaltar que a análise de séries temporais e as previsões obtidas pelo método de Holt-Winters são baseadas em suposições sobre a estabilidade dos padrões passados e a continuidade dos padrões futuros. Portanto, a interpretação dos resultados e a precisão das previsões dependem da qualidade dos dados, da adequação do modelo aos dados e da validade das suposições subjacentes (Silva, 2010).

A seguir, apresentam-se as fórmulas que representam o funcionamento mencionado anteriormente, conforme explicado pelo texto da imagem haverá três componentes na equação, anteriormente apresentadas como componente de nível, tendência e sazonalidade (Palazzi *et al.*, 2023).

$$y_{t+1} = L_t + kT_t + S_{t+k-m}$$

$$L_t = \alpha(y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma(y_t - L_t)y_t + (1 - \gamma)S_{t-m} \quad (2.5)$$

Dessa forma, α , β e γ são os hiper parâmetros relacionados ao nível, tendência e sazonalidade respectivamente (Palazzi *et al.*, 2023). O pacote de previsão presente no software STATISTICA já mencionado possibilita essa metodologia. Portanto, podemos partir para a próxima etapa do presente trabalho, que irá apresentar a metodologia. Isto é, a maneira como as referências teóricas apresentadas no presente capítulo serão utilizadas e em que ordem.

2.4 PROBABILIDADE E TEORIA DE DECISÃO

Dada a necessidade exposta no tópico anterior de maximizar a precisão do modelo, será realizada uma tratativa probabilística. Para isso, serão utilizadas teorias do campo de probabilidade e teoria de decisão.

2.4.1 Teoria Normativa e Descritiva de Decisão

Diariamente, a natureza obriga os seres humanos a tomar decisões, que podem variar desde a escolha do local para almoçar até a alocação de recursos financeiros em diferentes tipos de investimento. A formulação e resolução desses problemas de decisão tornaram-se tema de estudo em diversas áreas do conhecimento. O comportamento de indivíduos e grupos diante de problemas de decisão tem sido sistematicamente analisado em várias disciplinas, levando à formalização de uma teoria chamada Teoria da Decisão (Fries, 2021).

A Teoria da Decisão pode ser categorizada em dois principais aspectos: descritivo e prescritivo. O aspecto descritivo concentra-se em entender e explicar por que certas decisões são tomadas na realidade, investigando o processo que leva à escolha. Essa abordagem é comumente associada às áreas de Psicologia e Sociologia (Fries, 2021). Por outro lado, o aspecto prescritivo está voltado para a tomada de decisões racionais. Essa vertente, conhecida como Teoria Normativa de Decisão, baseia-se em axiomas de racionalidade e busca orientar indivíduos sobre como decidir de forma ideal em situações específicas, considerando que todas as informações relevantes são previamente conhecidas (Fries, 2021).

Para o contexto do nosso estudo, a Teoria Normativa de Decisão é relevante, pois estamos interessados em compreender como as componentes de geração de fluxo de caixa

podem ser estimadas. Isso é facilmente justificado, uma vez que o tomador de decisão, ao colher sua safra, pode optar por estocar ou vender imediatamente. Ou seja, a possibilidade de obtenção de receitas provenientes do armazenamento depende, a priori, dessa decisão. Após esse primeiro passo, o tomador de decisão naturalmente se confrontará com a necessidade de decidir novamente, se deve estocar por mais um período ou vender.

2.4.2 Estruturação de problemas de decisão

Dentro da teoria normativa de decisão, a estruturação de Problemas de Decisão está fundamentada na premissa de que um problema de decisão pode ser mais facilmente solucionado se for dividido em partes. Em vez de abordar o problema como um todo, analisam-se as partes que o compõem e formulam-se modelos para esses componentes do problema. Agregando esses modelos de componentes, obtém-se o modelo da situação de decisão (Fries, 2021). Assim, podem-se definir as partes que caracterizam uma situação de decisão como: alternativas, onde o decisor deve escolher uma alternativa dentre várias disponíveis, sendo que uma escolha é mutuamente exclusiva da outra; influências do ambiente, os estados ou eventos da natureza que têm influência no resultado da decisão e que não podem ser influenciados ou controlados pelo decisor.

As consequências dessas escolhas e as influências do ambiente. Com a escolha de uma alternativa e a posterior constatação de qual estado da natureza ocorreu, fica determinada qual consequência pode ser esperada. Modelando, assim, os objetivos e preferências do decisor. O decisor reage diferentemente em relação às consequências, isto é, ele tende a preferir um determinado resultado mais fortemente que outro. A modelagem de situações de decisão através de suas componentes não pode ser uniformizada. Um mesmo problema de decisão pode ser formulado de diferentes formas, que podem, no entanto, ser equivalentes (Fries, 2021).

A Teoria de Decisão explora a maneira como as decisões são tomadas e a relevância das alternativas disponíveis. Em muitas situações, as opções de decisão surgem naturalmente, como a escolha de um meio de transporte para um empresário que precisa viajar entre cidades ou a decisão de um juiz sobre a inocência ou culpa de um acusado (Fries, 2021). No entanto, em muitos contextos, é necessário um esforço deliberado para gerar e avaliar alternativas, especialmente quando há limitações de tempo ou recursos.

O estabelecimento de objetivos é crucial para avaliar a adequação das alternativas. Para tomar decisões informadas, é essencial ter expectativas claras sobre as possíveis opções e o esforço necessário para explorá-las. Notavelmente, as alternativas devem ser mutuamente exclusivas, significando que a escolha de uma opção exclui automaticamente as outras (Fries, 2021).

No contexto do nosso trabalho, onde exploramos decisões relacionadas ao armazenamento de produtos em um armazém, as alternativas e consequências também são complexas e inter-relacionadas. Por exemplo, um agricultor que pondera sobre estocar sua produção pode se deparar com infinitas alternativas, devido à natureza contínua do tempo. A discretização dos períodos, como avaliar trimestralmente, pode simplificar o processo de tomada de decisão. Além disso, cada alternativa possível é mutuamente exclusiva da outra, caso ele venda imediatamente, não há possibilidade de haver receitas oriundas do estoque e venda futura. Assim, ao adaptar esses conceitos à situação de um decisor que possui um armazém, observamos a relevância de estratégias claras e critérios bem definidos para garantir decisões otimizadas e informadas.

2.4.3 Posição do Decisor frente ao Risco

Apesar da modelagem das preferências de um decisor não ser alvo deste trabalho, é necessário analisar como um decisor racional se comportaria para, a partir disso, explorar as possibilidades de obtenção de receitas futuras oriundas de um spread de preço. Dessa forma, conforme a teoria normativa, é possível classificar um decisor como (Fries, 2021 p. 55):

1. O decisor é averso ao risco se o equivalente certo, EC , for menor que o valor esperado da loteria, $E[L]$;
2. A neutralidade em relação ao risco acontece caso o equivalente certo EC , seja igual ao valor esperado da loteria, $E[L]$;
3. Há propensão ao risco se o equivalente certo, EC , for maior que o valor esperado da loteria, $E[L]$.

Nessa definição, o autor mencionado utiliza conceitos da teoria da utilidade, proposta por Bernoulli em 1738 e aperfeiçoada por von Neumann e Morgenstern em 1944 (Fries, 2021). Apesar disso, não é do escopo do presente trabalho entrar nessa abordagem, e somente haverá utilização do conceito de equivalente certo e loteria, que serão substituídos por preço objetivo e estocar ou não estocar. Fica evidente a analogia entre a decisão de estocar com uma loteria, dado que a possibilidade de obtenção de uma receita futura é um jogo contra a

natureza. Isso se deve à impossibilidade de certeza quanto ao rumo dos preços, podendo subir ou cair. Além disso, omite-se a abordagem obtida pelos cientistas mencionados para a modelagem de preferências, já que foge do escopo de aprofundamento deste trabalho.

2.4.4 Regra do Valor Esperado

Essa regra faz parte do ramo da estatística que trata da estimativa dos valores dos parâmetros com base em dados empíricos medidos que possuem um componente aleatório. Os parâmetros descrevem uma configuração física subjacente de tal forma que seu valor afeta a distribuição dos dados medidos. Dessa maneira, o objetivo dessa normativa é aproximar as estimativas determinísticas da realidade. Isso pode ser representado também como uma média ponderada, onde o critério de peso é a probabilidade de ocorrência do evento que gerou aquele dado determinístico.

Diante de situações em que o decisor não é capaz de realizar uma análise de dominância estocástica, e quando nem a dominância estocástica nem a análise de risco estão disponíveis, existe a possibilidade de que a distribuição de probabilidade da variável objetivo (z) seja representada por um único valor, o chamado valor esperado, que é dado por:

$$\epsilon_i(z) = pr(\epsilon_j(z) \times Z_{ij}) \quad (2.6)$$

Nesse modelo, $pr(\epsilon_j(z))$ é probabilidade de ocorrência do estado ϵ_j e Z_{ij} representa o valor da variável objetivo para a consequência c_{ij} (Fries, 2021).

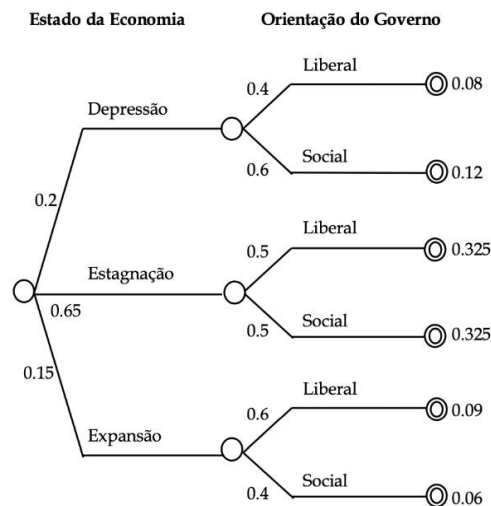
Apesar de ser amplamente utilizada para nortear situações, essa regra é criticada dado que não considera risco e o valor subjetivo dos resultados da variável objetivo, que é um valor determinístico. Além disso, considera que todos decisores agiriam da mesma maneira. No entanto, essa técnica é recomendada para situações em que o decisor é neutro em relação ao risco, quando nem a melhor nem a pior consequência tem efeito para o decisor (Fries, 2021).

2.4.5 Árvores de Eventos

Árvores de eventos podem ser bastante úteis para representar cenários de composição de eventos sucessivos. Uma árvore de evento inicia com um fato incerto levando

alternadamente a outros eventos possíveis. Cada um destes eventos pode ser seguido de outros eventos. Ao final, obtêm-se consequências que se excluem mutuamente (Fries, 2021).

FIGURA 2 - ÁRVORE DE EVENTOS GENÉRICA



Fonte: FRIES (2021)

A probabilidade de uma consequência é determinada a partir da multiplicação das probabilidades de todos os eventos que conduzem a esta consequência. Com exceção do nó inicial, as demais probabilidades desta árvore são condicionadas à ocorrência dos eventos anteriores, ou seja, relacionam-se através do Teorema de Bayes (Fries, 2021).

2.4.6 Árvores de decisão

Estruturar e modelar um problema de decisão é essencial para uma compreensão mais profunda do desafio em questão e para promover uma abordagem mais racional para encontrar soluções. Assim, representações visualmente claras e consagradas pela prática são cruciais para ajudar os decisores a entenderem e delinearem alternativas, influências

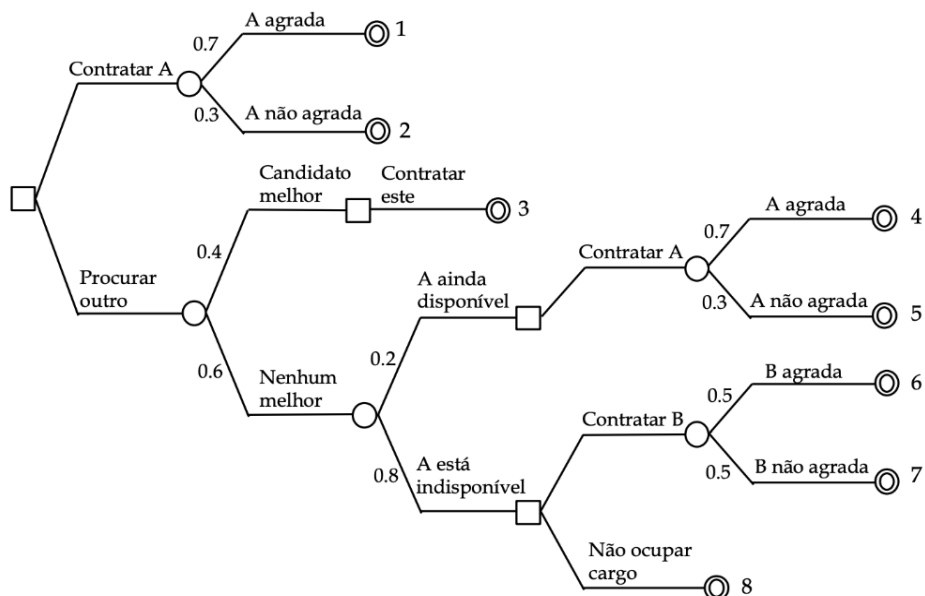
ambientais e consequências. Essa visualização clara do problema não apenas realça a precisão e clareza da análise, mas também permite documentá-la de maneira padronizada (Fries, 2021).

Nesse contexto, árvores de decisão se mostram particularmente úteis, especialmente ao lidar com problemas de decisão com alternativas de múltiplos estágios, em comparação com a representação em formato de matriz. Uma árvore de decisão é composta por: Decisões, representadas por quadrados; eventos, representados por círculos; e consequências, representadas por dois círculos concêntricos.

A partir de cada símbolo de decisão, são traçadas as linhas correspondentes às alternativas; a partir de cada símbolo de evento, são traçadas as linhas correspondentes aos eventos. Cada caminho através da árvore, da esquerda para a direita, termina com uma consequência.

A Figura 11 ilustra uma árvore de decisão típica baseada nesta descrição. Crucialmente, em cada símbolo de evento, a soma das probabilidades associadas deve ser igual a 1, refletindo as probabilidades de transição entre os estados. Essas probabilidades, indicadas em cada ramificação originária de um evento, devem ser interpretadas como probabilidades condicionais, uma vez que dependem da ocorrência efetiva de todas as decisões e eventos precedentes (Fries, 2021). As consequências, por sua vez, são expressas numericamente. Para uma representação mais detalhada, seria necessário especificar os valores que a variável de objetivo adotaria em cada ponto da árvore onde uma consequência é indicada.

FIGURA 3 - ÁRVORE DE DECISÃO GENÉRICA



Fonte: Fries (2021)

2.4.7 Distribuição Gaussiana Normal

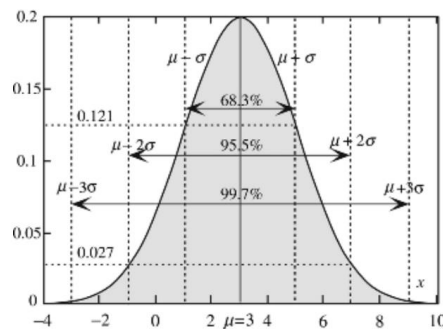
A distribuição mais importante de teoria da probabilidade é a distribuição Gaussiana (Krishnan, 2006). Sob algumas condições gerais, uma variável aleatória X composta por um número de componentes, cada uma com uma distribuição geral, tende a uma distribuição normal à medida que o número se torna muito grande. A densidade de probabilidade de Gauss se dá por:

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{1}{2}\right)\left[\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right]^2}$$

$$F_X(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{1}{2}\right)\left[\frac{(\xi-\mu)}{\sigma}\right]^2} d\xi \quad (2.7)$$

Onde μ é chamado de média e σ^2 chamado de variância. Assim, pode-se representar a distribuição cumulativa de probabilidade de $F(X)$, de acordo com a figura 9:

FIGURA 4 - FUNÇÃO DE DENSIDADE GAUSSIANA $f_X(X)$

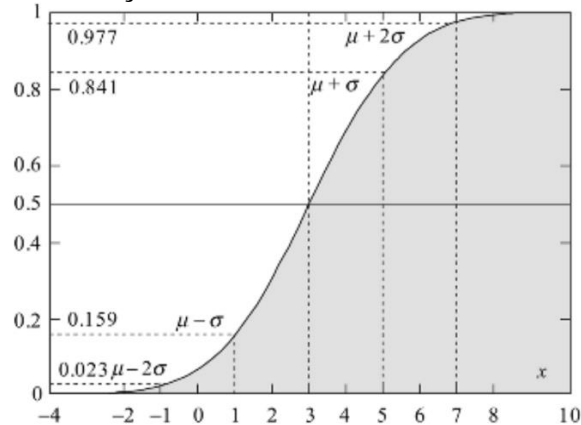


Fonte: Krishnan (2006)

A Função de Densidade Gaussiana $f_X(x)$ dada pela Eq. (XX) é mostrada na Figura 9 para $\mu = 3$ e $\sigma^2 = 4$. Também é possível reparar que está sendo explicitado que a área a seguir da função de densidade Gaussiana $f_X(x)$ entre os valores de $[\mu - \sigma] \cap [\mu + \sigma]$ possui um valor de 68,3%, 95,5% entre $[\mu - 2\sigma] \cap [\mu + 2\sigma]$ e 99,3% entre $[\mu - 3\sigma] \cap [\mu + 3\sigma]$. Portanto, praticamente a $f_X(x)$ (99,7%) é englobado quando analisamos a área entre a média com 3 desvios padrões para mais e para menos.

Já a distribuição Gaussiana é representada pela função a seguir, onde os intervalos $[\mu - \sigma] \cap [\mu + \sigma]$, $[\mu - 2\sigma] \cap [\mu + 2\sigma]$, $[\mu - 3\sigma] \cap [\mu + 3\sigma]$ são apresentados:

FIGURA 5 - FUNÇÃO CUMULATIVA GAUSSIANA $F_x(X)$



Fonte: Krishnan (2006)

A distribuição Gaussiana Padrão é definida como uma variável aleatória com $\mu = 0$ and $\sigma^2 = 1$. Dada por:

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{1}{2}\right)x^2} \quad (2.8)$$

E também se tem a distribuição cumulativa correspondente dada por $F_X(x)$:

$$\phi_X(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{1}{2}\right)\xi^2} d\xi \quad (2.9)$$

Assim, estipula-se a função a seguir como sendo a distribuição padrão de Gauss, representando novamente os mesmos intervalos de probabilidade acumulada para os desvios anteriormente explicitados.

Assim, a única diferença é que agora a média está em torno do zero e o desvio padrão é unitário (Krishnan, 2006). Isso cria uma simplificação muito importante no mundo da probabilidade, pois agora as integrais supracitadas não são mais necessárias, bastando que o decisor utilize-se de uma transformação linear, exposta por uma variável aleatória X com qualquer valor de μ e σ^2 , bastando fazer a transformação em torno da variável Z . Após uma

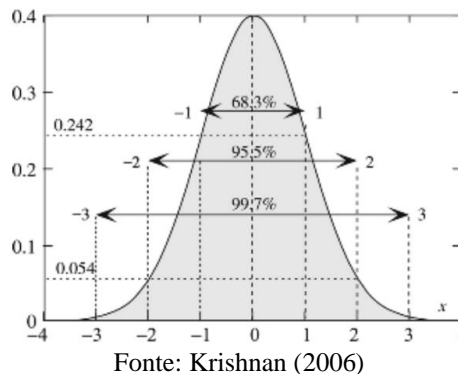
simples transformação, é possível descobrir a probabilidade associada a qualquer intervalo da função original despadronizada, bastando utilizar-se das tabelas padrão, para isso faz-se a transformação a seguir:

$$Z = \frac{X - \mu_X}{\sigma_X} \quad (2.10)$$

Onde essa variável é a Gauss padronizada, com Z sendo o novo valor da variável, X será o valor cuja probabilidade de inferioridade será estipulada, μ_x como sendo o desvio padrão e σ_x a variância da variável aleatória em análise. Com isso, é possível estipular a função distribuição $F_x(x)$ explicitada em termos da Gaussiana padrão $F_z(x)$, valendo-se do método a seguir:

$$F_x(x) = P\{X \leq x_0\} = P\left\{\frac{X - \mu_X}{\sigma_X} \leq \frac{x_0 - \mu_X}{\sigma_X}\right\} = \Phi_X\left(\frac{x_0 - \mu_X}{\sigma_X}\right) \quad (2.11)$$

FIGURA 6 - FUNÇÃO PADRÃO DE DENSIDADE GAUSSIANA $F_x(X)$



A partir de agora, é possível enumerar o teorema mais importante para o presente trabalho, o Teorema do Valor Central. Posto dessa forma, vale ressaltar que toda a metodologia criada para o presente estudo, de obter valores de probabilidade para potenciais spreads futuros, não seria possível caso o teorema a seguir não fosse verdadeiro.

2.4.8 Teorema do Valor Central

Como mencionado anteriormente, para que o presente trabalho seja viabilizado, será necessário utilizar um dos teoremas mais importantes da ciência moderna. De acordo com esse postulado, as médias de uma amostra aleatória de tamanho N de uma população com

média, μ , e variância, σ^2 , distribuem-se normalmente com média, μ_i e variância, σ^2_i , desde que $\lim_{N \rightarrow \infty}$, significando que para n suficientemente grande, o teorema se faz válido.

O teorema do limite central é a teoria mais fundamental na estatística moderna (Krishnan, 2006). Sem esse teorema, testes paramétricos baseados na suposição de que os dados da amostra vêm de uma população com parâmetros fixos, determinando sua distribuição de probabilidade, não existiriam. Com o teorema do limite central, os testes paramétricos têm maior poder estatístico do que os testes não paramétricos, que não requerem suposições de distribuição de probabilidade (Krishnan, 2006).

Em outras palavras, suponha que uma grande amostra de observações seja obtida, e cada observação seja produzida aleatoriamente de uma forma que não depende dos valores das outras observações. Em seguida, a média (média aritmética) dos valores observados é calculada. Se esse procedimento for realizado muitas vezes, resultando em uma coleção de médias observadas, o teorema do limite central diz que se o tamanho da amostra for suficientemente grande, a distribuição de probabilidade dessas médias se aproximará de uma distribuição normal (Krishnan, 2006).

Para isso, toma-se X_1, X_2, \dots, X_N como uma série de N variáveis aleatórias e independentes, sendo que cada X_i possui uma distribuição de probabilidade arbitrária definida por $P(x_1, x_2, \dots, x_N)$ com média μ_i e uma variância finita σ^2_i . Assim, a forma normal é dada como expõe a fórmula a seguir, possuindo uma função distribuição cumulativa que possui uma aproximação normal.

$$X_{norm} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i - \sum_{i=1}^N \mu_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma^2_i}} \quad (2.12)$$

Além disso, sob condições adicionais para a distribuição a ser somada, a densidade de probabilidade também é normal, média $\mu_i = 0$ e variância $\sigma^2_i = 1$.

3 METODOLOGIA

Para iniciar essa seção, define-se o método como o caminho para se chegar a um determinado fim. Já o método científico é conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para alcançar o conhecimento (Gil, 1999). Dessa maneira, conforme Marconi e Lakatos (2003, p.40-41),

O método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo de atingir um conhecimento válido e verdadeiro. Traçando assim, um caminho a ser seguido.

Dessa forma, após definir o problema, a justificativa e os objetivos da pesquisa científica, são estabelecidos os caminhos a serem seguidos para obter os resultados. O método científico consiste justamente nisso, na definição das ferramentas que o pesquisador utilizará para atingir seus objetivos. Sendo assim, expõe-se a seguir os tópicos explicativos de cada segmento metodológico que será abordado futuramente no presente estudo.

3.1 NATUREZA DA PESQUISA

Quanto à natureza, as pesquisas são classificadas em básicas e aplicadas. Este trabalho se enquadra como uma pesquisa aplicada, que, segundo Silva e Menezes (2001, p. 20), "objetiva gerar conhecimento para aplicação prática, direcionado à solução de problemas específicos". Para isso, foi necessário obter informações de diversas fontes diferentes, abrangendo desde dados obtidos na internet até dados obtidos por meio de visitas a campo a propriedades rurais, como a mencionada a seguir.

Como será detalhado posteriormente, foram realizadas entrevistas informais com agricultores que cultivam feijão na terceira safra e utilizam o armazenamento refrigerado. Essas entrevistas nortearam o estudo no sentido de fornecer uma ideia de como o processo decisório funciona dentro da perspectiva do agronegócio, além da coleta de dados. Dentre as premissas que os três agricultores mencionaram, uma merece destaque para o estudo: "Agricultor planta, não especula".

Essa constatação é importante, pois estipula a necessidade da definição de um preço mínimo ao qual o agricultor vende sua produção imediatamente após a colheita. Esse valor será aquele no qual o agricultor renuncia a qualquer expectativa de ganhos futuros em troca de

um equivalente certo, como nomearia a teoria normativa da decisão apresentada anteriormente.

Isso se deve à necessidade de atender a uma axiomática racional de decisão, fundamentando a necessidade de obtenção de lucro com a plantação e não com especulação. Para a definição desse valor, foram simulados diversos cenários para obter o preço mínimo ótimo, estimado em R\$230,00. Isso será abordado novamente posteriormente, ficando fora de escopo apresentar os cálculos neste momento.

FIGURA 7 – FEIJÃO PRÉ-COLHEITA



Fonte: Elaborado pelo autor. Visita à Propriedade Fazenda Limeira, São João da Paraúna, 03/08/2023

FIGURA 8 - FEIJÃO PRÉ-COLHEITA



Fonte: Elaborado pelo autor. Visita à Propriedade Fazenda Limeira, São João da Paraúna, 03/08/2023

3.2 PROCEDIMENTO E TÉCNICAS DE PESQUISA

O núcleo deste projeto gira em torno do desenvolvimento de um modelo de VPL que se encaixe nas características da infraestrutura agrícola mencionada. Para isso, será necessário desenvolver um modelo de estimação de receitas, que estarão associadas ao armazenamento da produção pós-colheita. A essa receita extra em potencial, dá-se o nome de *spread*. No entanto, para que isso seja possível, é necessário formular uma lógica de decisão associada ao uso da infraestrutura de armazenagem. Isso será o instrumento básico rumo à obtenção das receitas que irão nortear o desenvolvimento do VPL.

Para que esse modelo decisório seja explorado, desenvolveu-se o modelo matemático determinístico, que será o início da presente modelagem. A partir desse modelo, foi possível olhar para o passado e analisar como teria se comportado a média de ganhos por saca de um produtor que estocou sua produção por um período. Para isso, utilizaram-se os valores médios de *spread* para um período determinado de trimestres. A periodicidade trimestral foi escolhida de forma a reduzir a complexidade do estudo, além de corresponder com o tempo médio que uma safra dura. Para isso arbitrou-se a simulação de cenários de 3,6 e 9 meses. Com isso, obtém-se a expectativa de receitas associada ao estoque. Além disso, juntamente com as receitas, foram projetados também os custos associados à gestão no passado. A partir disso, foi possível fazer uma projeção para um horizonte de planejamento de 10 anos, utilizando-se dos valores médios obtidos através dessa análise retrospectiva.

3.3 PROJETO REFERÊNCIA E MOTIVAÇÃO DE SUA ESCOLHA

Conforme mencionado anteriormente, partiu-se de visitas realizadas a propriedades agrícolas que se encaixam no modelo de análise proposto. Isso pode ser observado dado que os agricultores entrevistados cultivam o feijão em terceira safra irrigada e possuem o armazém refrigerado, objeto deste estudo. Assim, escolheu-se analisar o armazém presente na propriedade Limeira, cujos dados de projeto e maquinário estavam disponíveis. Além disso, o proprietário desta fazenda pratica o armazenamento pós colheita a diversos anos. Esse agricultor utilizou do aluguel de terceiros para realizar a proteção contra preços, tendo realizado a sua primeira armazenagem no ano de 2022, com a instalação da infraestrutura retratada. Além desses aspectos, essa propriedade possui um altíssimo nível de competitividade global com suas culturas irrigadas produzindo acima de 70 sacas por hectare

de feijão, valor aproximadamente 4 vezes superior à média nacional de 2020 estimada em 18 sacas por hectare, conforme estima a companhia nacional de abastecimento, CONAB.

Isso faz com que esse agricultor se encaixe em um seleto grupo de excelentes decisores, valendo observar quais características implicam em tanto sucesso. Isso serviu como motivação pela escolha do presente estudo, dado que não existem referências que justifiquem a prática. Isso tornou-se alvo de curiosidade pois o decisor menciona o quanto o armazenamento auxilia na gestão do risco e lucratividade de suas colheitas. Portanto, utilizou-se dessa referência para nortear o estudo, em sequência será apresentado como os custos relativos à gestão dessa infraestrutura foram estimados.

3.4 ORIGEM DOS DADOS DE CUSTOS

Para essa seção, foram coletados dados de um galpão refrigerador com capacidade total de 30.000 sacas (60kg) de feijão, cuja implementação ocorreu na fazenda Limeira, na cidade de São João da Paraúna, Goiás, no ano de 2022, conforme exposto anteriormente. Os dados foram obtidos durante uma visita não orientada pelo autor do trabalho à propriedade. A seguir, observa-se, à esquerda, um controlador de temperatura instalado na parede do galpão, ao lado, observa-se a vista frontal do galpão.

FIGURA 9 - CONTROLADOR DE TEMPERATURA. VISTA FRONTAL GALPÃO REFRIGERADOR



Fonte: Elaborado pelo autor. Visita à Propriedade Fazenda Limeira, São João da Paraúna, 03/08/2023

Dessa forma, foi possível estipular quais seriam os custos variáveis associados à manutenção do grão. Para isso, utilizaram-se as tabelas de consumo energético fornecidas pelo fabricante do refrigerador encontrado na propriedade, cuja identificação será omitida.

Assim, foi possível estipular quais seriam os custos variáveis associados à manutenção do grão. Para isso, utilizaram-se as tabelas de consumo energético fornecidas pelo fabricante

do refrigerador encontrado na propriedade mencionada anteriormente, cujo detalhamento está na tabela 4.

TABELA 4 - ESTIMATIVA DE CUSTO MENSAL POR SACA ARMAZENADA

Potência Nominal (kVA)	28,48
Corrente Nominal (A)	44,28
Tensão Nominal (V)	380
Custo kWh (R\$)	0,6517
Quantidade de horas em operação mens	720
Consumo em kWh (kWh)	26657,28
Custo kWh (R\$)	R\$ 17.372,55
Custo por Saca	R\$ 0,58

Fonte: Elaborado pelo autor

Sendo assim, constatou-se, através da descrição do equipamento refrigerador no site da empresa, que esse tipo de empreendimento também é capaz de estocar sementes e grãos, habilitando o produtor a diversificar o uso do empreendimento. Isso permite que se faça a venda da capacidade instalada para terceiros nos períodos em que o decisor optar por vender a sua produção no momento da colheita. Além disso, tem-se o período pós-estoque, já que a produção será possivelmente liquidada em algum momento dos 12 meses seguintes.

FIGURA 10 - DESCRIÇÕES NOMINAIS DE POTÊNCIA



A) UNIDUT 1" - PARA LEITO DE COMANDO
 B) UNIDUT 3/4" - PARA LEITO SINAL
 C) UNIDUT 1-1/2" - ENTRADA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA (PARA O CLIENTE)

OBS:
 O CLIENTE DEVERÁ:
 - CHEGAR COM OS LEITOS ELÉTRICOS ATÉ A MÁQUINA, CONFORME INDICADO NO UNIDUT 1-1/2";
 - CONECTAR OS CABOS DE ALIMENTAÇÃO AO QUADRO ELÉTRICO DA MÁQUINA.

EQUIPAMENTO	POTÊNCIA	CORRENTE	TENSÃO	VIAS
IDA1500DS	28,48 kVA	44,28 A	380 V	3F + N + T

Fonte: Elaborado pelo autor. Visita à Propriedade Fazenda Limeira, São João da Paraúna, 03/08/2023

3.5 MODELOS DESENVOLVIDOS

Nesta seção, utilizou-se das entrevistas informais realizadas com o agricultor, de modo que objetivou-se entender como funcionava o processo decisório pré armazenamento. Foi relatado que inicialmente estimava-se os custos por saca totais, para a partir disso definir qual deve ser o preço mínimo de venda imediata, mencionado anteriormente. Caso a venda imediata não seja uma opção, analisa-se as possibilidades de se obter preços atrativos nos 3 trimestres seguintes. Assim, adotou-se uma abordagem retrospectiva com o objetivo de

estabelecer uma expectativa de spread para os horizontes de 3, 6 e 9 meses de estoque, de modo que apesar disso não possuir uma sustentação teórica por trás, esse método de análise é utilizado por um excelente agricultor. Assim, escolheu-se realizar a análise dessa forma, ora com amparo na inspiração em um grande decisor, ora na necessidade de arbitrar um modelo simplificador. Isso fornecerá a receita esperada para cada tipo de horizonte de armazenamento mencionado.

Para que essa análise possa instrumentalizar o presente estudo e fornecer intuições sobre o potencial de armazenamento do grão de forma refrigerada, foi necessário estabelecer um ano-base para o estudo. Para isso, escolheu-se o ano de 2022. Foi feito dessa maneira para que pudéssemos analisar retrospectivamente de 2022 para trás e entender como seria o desenvolvimento de receitas oriundas de um eventual estoque de 3, 6 e 9 meses. Essa análise foi conduzida até o ano de 2013, totalizando 10 anos de análise retrospectiva. Isso pode ser exemplificado pela tabela a seguir, que mostra os cálculos que darão origem às expectativas de receitas dentro da análise determinística.

TABELA 5 - ANÁLISE DETERMINÍSTICA PREÇOS

Safra em Análise	Preço Data Colheita 3a Safra	Preço 3 Meses Após colheita	Spread Futuro 3 meses	Spread de Receita
Safra 22-23	R\$ 291,13	280,0596	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Safra 21-22	R\$ 265,84	248,8953	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Safra 20-21	R\$ 203,68	242,7993	R\$ 39,12	R\$ 1.173.498,00
Safra 19-20	R\$ 144,03	198,5613	R\$ 54,53	R\$ 1.635.819,00
Safra 18-19	R\$ 101,68	97,7107	-R\$ 3,97	-R\$ 119.112,00
Safra 17-18	R\$ 131,32	106,3277	-R\$ 24,99	-R\$ 749.742,00
Safra 16-17	R\$ 379,71	207,9954	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Safra 15-16	R\$ 133,37	145,4771	R\$ 12,10	R\$ 363.105,00
Safra 14-15	R\$ 78,11	83,086	R\$ 4,97	R\$ 149.226,00
Safra 13-14	R\$ 167,55	126,0214	-R\$ 41,53	-R\$ 1.245.858,00
Safra 12-13	R\$ 140,53	143,6145	R\$ 3,09	R\$ 92.622,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Na tabela 5, representou-se na coluna safras em análise os períodos em que se analisou os preços para a época da terceira safra (Agosto). Na coluna ao lado, expõe-se os preços médios observados nas datas mencionadas, dado que foi obtido através de pesquisas. Novamente à direita tem-se os valores médios observados 3 meses depois desse período, com isso foi possível estimar o *spread* obtido caso o agricultor tivesse estocado nessas safras, considerando uma capacidade de estoque de 30.000 sacas. Assim, para que fosse otimizado

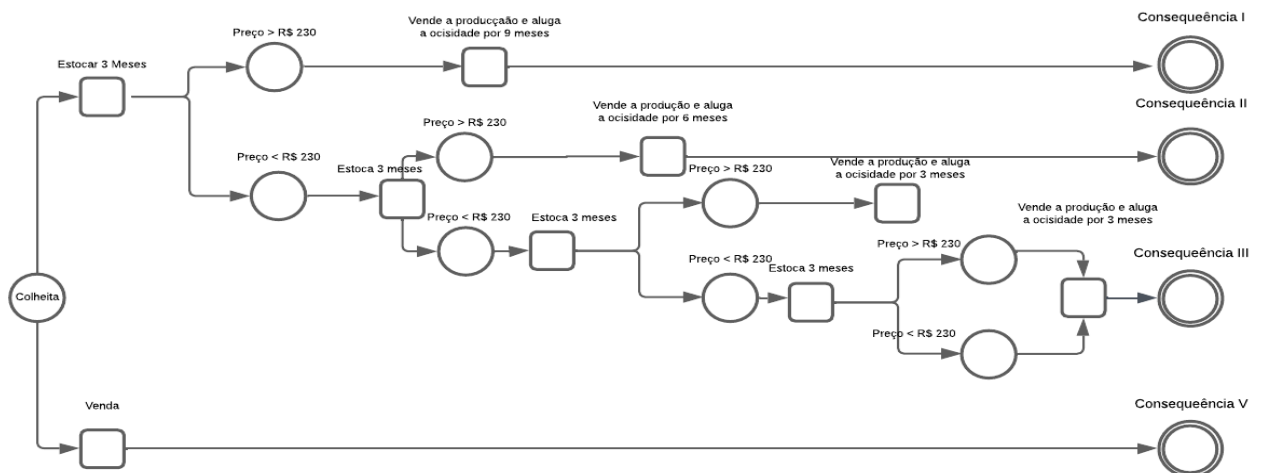
espaço e formatação, ocultou-se a análise de 6 e 9 meses, idêntica ao exposto na tabela 5. Posteriormente, esses *spreads* originam a média que será exposta em seções posteriores.

No entanto, antes de iniciar a implementação dessa metodologia, é necessário explicar como a componente de receitas foi estruturada. Para isso, será necessário retomar conceitos que foram abordados no referencial teórico relacionado à teoria de decisão. Isso se deve à necessidade de explicitar como um decisor racional teria tomado decisões no passado. Dessa forma, será possível fazer uma estimativa da receita que teria sido obtida para um horizonte de análise de 10 anos no passado. Isso é essencial para compreender a metodologia de estimação de receitas que será apresentada em sequência.

3.3.1 Definição de Alternativas ou Estratégias

Conforme exposto no capítulo 2, é necessário definir quais são as alternativas de um decisor, que supostamente se comporta de maneira racional. A seguir, é apresentado o modelo de eventos, decisões e consequências.

FIGURA 11 - MATRIZ DE EVENTOS, DECISÕES E CONSEQUÊNCIAS



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Analisando a árvore da figura 19, pode-se revisitar o que foi dito no referencial teórico. Círculos representam eventos da natureza, quadrados simbolizam decisões e círculos concêntricos indicam consequências. Dessa forma, percebe-se que as alternativas são mutuamente exclusivas, uma vez que a tomada de uma decisão exclui a possibilidade de ocorrência das outras. Além disso, para compreender o que foi exposto, é necessário fazer uso das seguintes premissas:

1. Sempre que o preço no momento da colheita esteve acima de R\$230,00 no mês de agosto do ano de análise, o decisor vendeu sua produção imediatamente.
2. Se o galpão fosse ficar ocioso, ele era alugado a R\$3,00/saca, contanto que o período fosse maior do que 3 meses.

Para a estimação desse valor de base de referência, utilizou-se das visitas às propriedades que operam dessa maneira, e, para os três agricultores, esse preço se aproximou de R\$230,00. Isso faz sentido do ponto de vista racional, pois o custo de produção está, para os produtores entrevistados, na faixa de R\$180,00, permitindo que se obtenha uma margem líquida de aproximadamente 22%. Quanto ao valor de aluguel por saca, utilizou-se dos valores médios pagos pelo agricultor mencionado durante os anos em que não possuía o armazém em sua propriedade. Esse valor era de R\$3,00 por saca armazenada por mês.

Para melhorar a incerteza relacionada a esse valor, foram feitas estimativas de sensibilidade para analisar o impacto que o modelo teria caso esse valor mínimo fosse alterado. Com isso, utilizou-se a mesma estrutura que foi exposta na seção 3.3, abrangendo quatro cenários de preços. Realizou-se uma análise de sensibilidade para quatro cenários, que são representados na tabela 6.

TABELA 6 - ESTIMATIVAS PARA DIFERENTES CENÁRIOS DE PREÇO MÍNIMO

	Sem regra de decisão. Sempre estoca	Spread para preço de colheita maior que R\$ 200	Spread para preço de colheita maior que R\$ 230	Spread para preço de colheita maior que R\$ 260
3 Meses	-R\$ 15,64	R\$ 0,42	R\$ 4,33	R\$ 4,33
6 Meses	R\$ 24,60	R\$ 31,61	R\$ 40,17	-R\$ 69,86
9 Meses	R\$ 40,92	R\$ 42,90	R\$ 49,01	R\$ 49,01

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

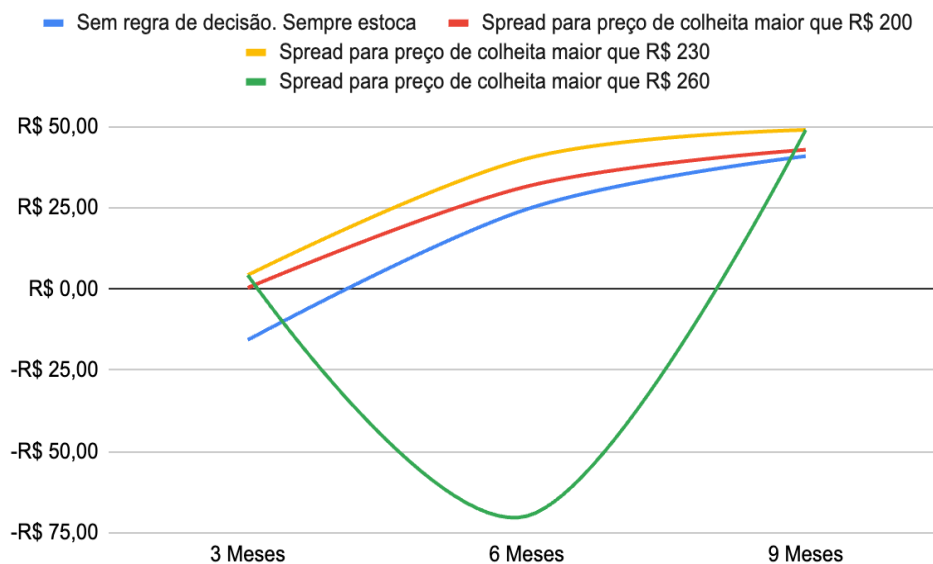
Para que seja possível interpretar o que foi feito na tabela 6, é preciso retomar o que foi anteriormente apresentado na estrutura de formação de receitas da alternativa de 3 meses. Os valores de receita geram os valores médios para o período analisado, que aqui está representado por R\$4,33, na terceira coluna de dados, lembrando que esse valor é por saca de feijão. Ao realizar-se a mesma análise para 6 e 9 meses é possível obter os valores de R\$40,17 e R\$49,00, representados abaixo dos R\$4,33 anteriores.

Nessa coluna estão representados os valores obtidos caso o agricultor seguisse o valor mínimo de venda em R\$230,00, o mesmo foi realizado para as outras colunas, variando esse

valor mínimo para R\$200 E R \$260. Além disso, analisou-se o caso do agricultor que somente estocou, sem seguir regra de decisão de preço mínimo.

Da visualização, é possível perceber que a alternativa de R\$230,00 domina todas as outras do ponto de vista de geração de *spread*, dado que os valores médios são superiores aos demais em todas as ocasiões. Essa dominância é amplamente discutida pela teoria normativa da decisão, a partir da inserção da teoria da utilidade, apesar de isso não estar incluído no referencial por motivos de simplificação. Nessa área, modela-se diferentes alternativas de decisão utilizando-se de princípios axiomáticos, com isso é possível modelar as preferências do decisor axiomático e racionalmente. Assim, a alternativa que possui uma expectativa de lucro maior do que a outra deve ser preferível por um decisor racional. Isso é o esperado, pois implica diretamente na lucratividade, que é o objetivo de todo empreendimento. Dito isso, expõe-se o gráfico a seguir para que isso possa ser compreendido facilmente.

GRÁFICO 6 - ESTIMATIVAS PARA DIFERENTES CENÁRIOS DE PREÇO MÍNIMO



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Nesse gráfico, expõe-se os valores da figura 23 em um gráfico, valendo mencionar que o formato obtido expõe a realidade negativa obtida com o *spread* de 6 meses, valor que reflete o os resultados ruins que seriam obtidos caso o agricultor somente vendesse para preços acima de R\$260,00. Isso pode demonstrar que exista uma tendência de variação negativa sempre que os preços se situam nesse patamar, dado que se torna atrativo para um grupo maior de agricultores, forçando os preços para baixo por excesso de oferta. Além disso,

pode-se observar a necessidade de seguir uma estrutura normativa, possibilitando observar que, caso o agricultor fosse especular sempre, haveria perdas para 3 meses da ordem de - R\$15,64 , representadas pela coluna mais à esquerda.

Claro que essa suposição parte do pressuposto que os eventos ocorrem deterministicamente. Novamente, ressalta-se que essa metodologia se inicia na procura de estabelecer um critério de uso do galpão, olhando para o passado. A partir disso, será possível estimar uma expectativa de spread para cada horizonte de armazenamento, podendo, a partir daqui, projetar um valor fixo de spread anual por uma série de 10 anos no futuro.

3.3.2 VPL determinístico

Feita a introdução de como o modelo decisório chegou às expectativas de receitas, é possível iniciar a primeira parte desta seção determinística. Para a compreensão da metodologia utilizada, pode-se utilizar a imagem a seguir, que representa a análise feita do ano 2022 até 2013, sendo que algumas colunas foram ocultadas por motivos de formatação. Vale relembrar que as estimativas de spread de receita apresentadas na tabela 7 foram obtidas conforme a estrutura de comparação apresentada na seção 3.3.1. Lembrando que tanto a representação anterior quanto esta estão considerando um período de 3 meses de estoque. Assim, pode-se projetar o mesmo modelo para alternativas de 6 e 9 meses, que serão omitidas, dado que para os outros cenários é realizada a mesma modelagem.

TABELA 7 - ESTIMATIVA DE CUSTO MENSAL POR SACA ARMAZENADA

Estimativas Retrospectivas de Receitas e Custos						
Ano	2022	2021	2018	2017	2016	2013
Spread de Receita	R\$ 810.000,00	R\$ 810.000,00	-R\$ 141.126,31	-R\$ 1.239.503,66	R\$ 810.000,00	-R\$ 2.108.019,65
Impostos sobre rec	-R\$ 12.150,00	-R\$ 12.150,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	-R\$ 12.150,00	R\$ 0,00
Lucro bruto	R\$ 797.850,00	R\$ 797.850,00	-R\$ 141.126,31	-R\$ 1.239.503,66	R\$ 797.850,00	-R\$ 2.108.019,65
Custo de Manuten	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00
Custos variáveis	-R\$ 360.000,00	-R\$ 360.000,00	-R\$ 360.000,00	-R\$ 360.000,00	-R\$ 360.000,00	-R\$ 360.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

As estimativas de receitas apresentadas nos anos de 2022, 2021 e 2016 foram oriundas da terceirização durante 9 meses da capacidade, sendo que se utilizou apenas 3 meses para o estoque do grão. Isso se deveu à condição de preços observados em agosto desses anos, superando o equivalente certo estabelecido em R\$230,00. Além disso, é necessário comentar que foi necessário ocultar as colunas dos anos de 2020, 2019, 2015 e 2014, por motivos de formatação. Quanto aos custos variáveis, foi comentado como a componente variável foi

calculada, sendo necessário mencionar que foi necessário corrigir monetariamente os valores ao longo dos anos. Considerou-se uma correção pela inflação do ano cujo custo foi estimado, até o ano base de análise de 2022. A estrutura de desconto no tempo foi realizada usando a inflação estimada para os anos de análise a seguir:

TABELA 8 - INFLAÇÃO MÉDIA PARA OS ANOS EM ANÁLISE RETROSPECTIVA

Inflação	2021	2018	2017	2016	2013	2012
	8,30%	3,66%	3,45%	8,74%	6,20%	5,40%
Número de anos trazidos a valor presente	1	4	5	6	9	10
Inflação media periodo de anos analisado	8,30%	4,73%	4,47%	5,18%	5,85%	4,98%

Fonte: Adaptado IBGE (2022)

Já para os custos de manutenção, estimou-se em 10% do custo total do projeto, estimado em R\$85.500,00. Esse valor está acima da média estimada pelos produtores entrevistados. Escolheu-se um valor maior para garantir uma compensação em vulnerabilidades existentes em outras partes do modelo, como a pressuposição de que haverá 100% de aluguel de ociosidade sempre que possível. Além disso, vale mencionar que não houve pesquisas ou fontes de informações que estimassem o valor de venda da ociosidade, estipulado em R\$3,00, além da informação fornecida pelo agricultor mencionado. Assim, foi arbitrado para fins de simplificação que esse valor será sempre fixado em R\$3,00 e que sempre que o agricultor quiser, ele aluga seu armazém para terceiros.

Assim, a tabela 9 exemplifica para os valores esperados de cada componente para as receitas apresentadas no início desta seção. O valor de *spread* apresentado na tabela 9 representa a média obtida nos anos analisados na imagem anterior, sendo que nos 10 anos analisados o agricultor obteria na média R\$9,97 de *spread* por ano. Novamente, ocultou-se as análises para as alternativas de 6 e 9 meses, pois ao compreender-se como foram formadas as receitas em uma alternativa, é possível extrapolar para as demais, trazendo mais objetividade à apresentação de métodos e resultados.

TABELA 9 - ESTIMATIVA DE CUSTOS/SACA POR MÊS

Valor Medio	
Spread de Receita	R\$ 9,97
Impostos sobre rece	-R\$ 0,32
Lucro bruto	R\$ 9,64
Custo de Manutençã	-R\$ 2,85
Custos variáveis	-R\$ 3,86

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Assim, é possível incluir os dados mencionados na projeção do VPL determinístico. Para isso, é necessário comentar a definição da taxa de mínima atratividade (TMA) como 12%. Isso foi definido dessa forma dado que há inúmeras possibilidades de obtenção de uma remuneração dessa ordem em títulos de renda fixa. Uma das possibilidades está na compra de uma letra de crédito do agronegócio, conhecida como LCA. Esse título remunera 100% da Selic, valendo comentar que os três agricultores entrevistados mantinham suas reservas financeiras em títulos de LCA. Feito isso, é possível partir para a definição da estrutura adotada no VPL, que se encontra a seguir, lembrando que algumas colunas foram ocultadas por questões de formatação:

TABELA 10 - COMPONENTES DO VPL PARA MESES DE ESTOQUE

PLANILHA DE ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA - 3M	2023	2024	2025	2029	2032	2033
Investimentos	-R\$ 850.000,00					R\$ 85.000,00
Entradas Anuais		R\$ 1.108.962,99	R\$ 1.108.962,99	R\$ 1.108.962,9	R\$ 1.108.962,99	R\$ 1.108.962,99
Imposto Funrural	1,30%	-R\$ 14.416,52	-R\$ 14.416,52	-R\$ 14.416,52	-R\$ 14.416,52	-R\$ 14.416,52
Custos		-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00
Juros Financiamento		-R\$ 68.000,00	-R\$ 62.560,00	-R\$ 44.817,54	-R\$ 34.898,88	-R\$ 32.106,97
Depreciação		-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00
Resultado Tributável		R\$ 581.046,47	R\$ 586.486,47	R\$ 604.228,92	R\$ 614.147,58	R\$ 616.939,50
Imposto de Renda (25%)	25%	-R\$ 145.261,62	-R\$ 146.621,62	-R\$ 151.057,23	-R\$ 153.536,90	-R\$ 154.234,87
CSSL	9%	-R\$ 52.294,18	-R\$ 52.783,78	-R\$ 54.380,60	-R\$ 55.273,28	-R\$ 55.524,55
Fluxo Empreendimento Final	(850.000)	(850.000)	451.491	449.641	443.609	440.236
Amortização do Financiamento						
Fluxo do Acionista Final	(850.000)	383.491	387.081	398.791	405.337	492.180

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Na tabela 10, expõe-se a estrutura do VPL para a alternativa de 3 meses. Para as entradas representadas pelo valor de R\$1.100.400,00, foi considerado que em 3 meses o agricultor obterá um valor oriundo do ganho por saca de R\$9,17 multiplicadas pela capacidade de 30000 unidades, com isso o agricultor alugou seu galpão pelos 9 meses restantes. Já quanto aos juros do financiamento, considerou-se que o projeto foi integralmente financiado e os valores apresentados simulam parcelas de amortização para um modelo de

financiamento genérico a uma taxa de 10% a.a. Quanto à depreciação, considerou-se 10% do valor total do projeto ao ano, depreciando em 10 anos. Para finalizar, os custos foram obtidos a partir das médias apresentadas anteriormente, tanto variáveis quanto de manutenção, sendo que agora esses valores são multiplicados por 12 meses e pela capacidade de 30000 sacas .

Além disso, considerou-se que o empreendimento modelo que inspira o presente estudo utiliza a forma de lucro real para sua contabilidade. Com isso, foi possível obter os impostos que seriam cobrados para a dada receita. Quanto ao valor do empreendimento, utilizou-se o valor médio pago pelos agricultores entrevistados, que se situou com a instalação em R\$855.000,00, sendo este o primeiro componente do fluxo de caixa. Além disso, considerou-se um valor de revenda de 10% ao final de 2033, sendo representado pelo valor de R\$85.000,00.

3.3.3 Aplicação do Teorema do Valor Central

Retomando o que foi exposto no referencial teórico sobre o teorema do limite central. Este teorema estatístico estabelece que, sob certas condições, a soma de uma grande quantidade de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas se aproximará de uma distribuição normal, independentemente da forma específica da distribuição original. Isso permite a soma das variâncias entre experimentos aleatórios, que são simulados usando programas específicos mencionados na metodologia.

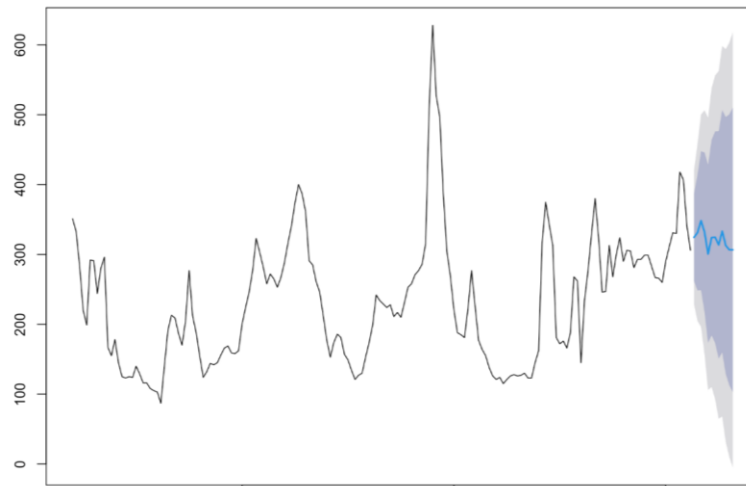
Ao incorporar a incerteza através desta metodologia probabilística, o modelo de VPL torna-se mais robusto, refletindo com mais precisão as realidades do mercado agrícola. Além disso, ao definir um "equivalente certo" para o valor do produto no momento da colheita, é possível calibrar o modelo para considerar especificamente a incerteza associada aos preços de venda. Em resumo, ao adotar uma abordagem probabilística, foi obtida uma estimativa do VPL que é simultaneamente mais realista e mais informativa, oferecendo uma visão mais completa das potenciais receitas e riscos associados ao projeto.

Para o levantamento das previsões e estimação do espaço amostral, recorreu-se à utilização do software RSTUDIO para inserir os dados de preços do feijão ao longo do tempo. Com isso, foi possível realizar uma técnica amplamente utilizada pela ciência. Desse modo, pode-se recorrer à citação de Ronald H. Ballou, em seu livro *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos* (2006, p. 249):

A técnica da ponderação exponencial é provavelmente a melhor das técnicas de previsão a curto prazo. É simples, necessita um mínimo de dados retidos para aplicação continuada, vem sendo comprovada como a mais precisa entre os modelos concorrentes de seu tipo, e tem a capacidade de se adaptar às mudanças fundamentais nos dados de previsão. Essa técnica é um tipo de média móvel, em que as observações passadas não recebem peso igual. Ao invés disso, as observações mais recentes são sempre mais valorizadas do que as mais antigas.

Para isso, foram realizadas simulações dos preços do feijão retrospectivamente, alimentando o modelo de Holt Winters com dados até o ano de 2022 e prevendo 2023. Isso foi feito dessa forma pois foi necessário realizar uma amostragem aleatória a partir de previsões para os meses posteriores a agosto. Isso está em linha com o que foi proposto na análise determinística, de modo que agora possamos utilizar de estatística e probabilidade para simular os cenários arbitrados anteriormente. Na sequência, repete-se o passo para o ano de 2021/2022 e assim sucessivamente, até que se atingisse 90 pontos simulados. Com isso, foi possível definir a amostra aleatória dos preços do feijão, processo que será explicitado a seguir.

GRÁFICO 7 - PREVISÃO HOLT WINTERS 22-23



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No gráfico 7, apresenta-se a previsão feita para a safra 22/23, iniciando em agosto de 2022. Com os valores exportados para uma planilha no Excel, foi possível realizar os passos descritos na tabela 11. Antes disso, segue a estrutura de dados no Excel:

TABELA 11 - DADOS DE PREVISÕES EXTRAÍDOS DO RSTUDIO E DEFINIÇÃO DAS VARIÂNCIAS

Data	Previsao	Valor Real Período	Desvio Padrão	Variância	Limite_Inferior.80	Limite_Inferior.95	Limite_Superior.80	Limite_Superior.95
01/09/2022	R\$ 296,94	275,77	R\$ 14,97	224,05	R\$ 246,78	R\$ 220,23	R\$ 347,09	R\$ 373,64
01/10/2022	R\$ 293,34	272,06	R\$ 15,05	226,39	R\$ 206,77	R\$ 160,94	R\$ 379,90	R\$ 425,73
01/11/2022	R\$ 293,40	280,06	R\$ 9,43	88,98	R\$ 181,72	R\$ 122,60	R\$ 405,08	R\$ 464,20
01/12/2022	R\$ 292,36	345,67	R\$ 37,70	1.421,27	R\$ 160,26	R\$ 90,33	R\$ 424,46	R\$ 494,39
01/01/2023	R\$ 298,18	360,93	R\$ 44,37	1.968,91	R\$ 148,42	R\$ 69,14	R\$ 447,94	R\$ 527,22
02/01/2023	R\$ 302,61	356,24	R\$ 37,92	1.437,99	R\$ 137,06	R\$ 49,42	R\$ 468,16	R\$ 555,80
03/01/2023	R\$ 306,69	368,50	R\$ 43,70	1.910,09	R\$ 126,73	R\$ 31,47	R\$ 486,65	R\$ 581,91
04/01/2023	R\$ 306,32	386,12	R\$ 56,43	3.184,09	R\$ 113,02	R\$ 10,70	R\$ 499,62	R\$ 601,94
05/01/2023	R\$ 324,36	337,06	R\$ 8,98	80,61	R\$ 118,59	R\$ 9,66	R\$ 530,13	R\$ 639,06
06/01/2023	R\$ 322,10	293,86	R\$ 19,97	398,85	R\$ 104,57	-R\$ 10,58	R\$ 539,63	R\$ 654,79
07/01/2023	R\$ 308,67	235,87	R\$ 51,48	2.650,17	R\$ 79,99	-R\$ 41,07	R\$ 537,36	R\$ 658,42
08/01/2023	R\$ 301,54	207,31	R\$ 66,63	4.439,42	R\$ 62,22	-R\$ 64,47	R\$ 540,86	R\$ 667,55

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Após realizada a previsão, comparou-se os valores obtidos com os reais. Isso forma a estrutura de aplicação exigida pelo teorema do valor central. Assim, foi possível estimar uma média e um somatório de variâncias médio, conforme descrito pelo método e pelas equações apresentadas na seção 2. Assim, realizou-se a mesma análise para os 10 períodos anteriores, formando um espaço amostral com 100 experiências aleatórias. Essas experiências podem ser representadas como variáveis aleatórias independentes, sendo que cada X_i possui uma distribuição de probabilidade arbitrária definida por $P(x_1, x_2, \dots, x_N)$ com $N \in [0,90]$. Assim, toma-se X_1, X_2, \dots, X_N como uma série de N variáveis aleatórias e independentes, sendo que cada X_i possui uma distribuição de probabilidade arbitrária definida por $P(x_1, x_2, \dots, x_N)$ com média μ_i e uma variância finita σ^2_i . Assim, a forma normal é dada como expõe a fórmula a seguir, possuindo uma função distribuição cumulativa que possui uma aproximação normal.

$$X_{norm} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i - \sum_{i=1}^N \mu_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma^2_i}} \quad (2.10)$$

Dessa forma, ao se aplicar essa fórmula para os dados da experiência realizada, obtém-se os valores representados a seguir. Os valores necessários para a distribuição normalizada são somente média e desvio padrão, representadas por R\$269,77 e R\$85,70 respectivamente.

TABELA 12 - COMPONENTES DO VPL PARA MESES DE ESTOQUE

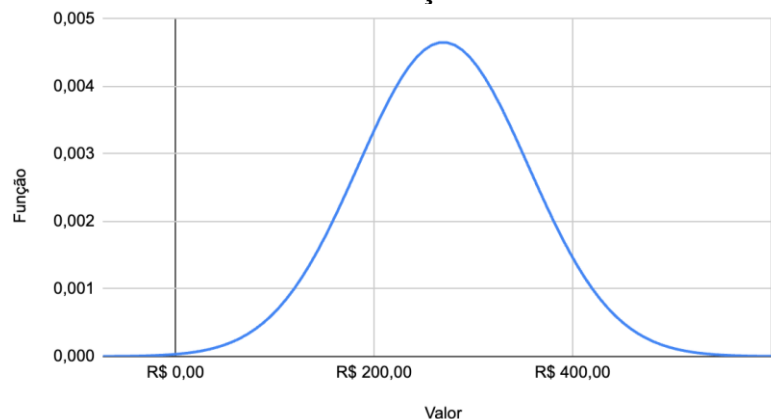
E(x)	R\$ 269,77
Soma Variâncias	7.345
Desvio Padrão Amostra	R\$ 85,70
Média + 4DP	R\$ 612,58
Média - 4DP	-R\$ 73,04
QTD pontos	90
Incremento	7,70

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Assim, sob condições adicionais para a distribuição a ser somada, a densidade de probabilidade também pode ser aproximada pela normal padrão, com média $\mu_i = 0$ e variância $\sigma^2_i = 1$, modelagem que pode ser facilmente implementada com o comando de *dist.norm*([Z, μ , σ]) do excel. Além disso, vale comentar que um modelo mais complexo e realista consideraria uma análise de limites, tanto inferiores quanto superiores, de modo a minimizar os erros do modelo. Assim, é necessário assumir que houve simplificações que na prática deveriam ser corrigidas e melhoradas.

Assim, foi possível normalizar a distribuição de probabilidade associada aos preços do feijão. Isso servirá para a realização das inferências probabilísticas dos estados médios observados na seção determinística. Com isso, será possível aplicar a regra do valor esperado para o modelo determinístico apresentado e também realizar as inferências bayesianas correspondentes às alternativas decisórias apresentadas anteriormente. A partir disso, será estimado qual seria o valor esperado do VPL caso a análise incluísse a inferência bayesiana de estados, anteriormente referenciada.

Isso permitiu a obtenção da distribuição normalizada, que fornece as probabilidades para as inferências realizadas posteriormente. Essa função está representada a seguir.

GRÁFICO 8 - DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE NORMAL DA AMOSTRA ALEATÓRIA PREÇO DO FEIJÃO

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

3.3.4 VPL pela regra do valor esperado

Conforme foi amplamente abordado anteriormente, foi realizada uma modelagem que, em sua essência, buscou minimizar as incertezas relacionadas ao modelo determinístico. Para isso, foi elaborado um VPL que será ajustado pela regra do valor esperado, mencionada no referencial teórico. Utilizou-se da mesma estrutura anterior, sem nenhuma alteração no modelo de estimação do VPL anteriormente apresentado. No entanto, a diferença reside na aplicação da regra do valor esperado para a variável objetivo determinística spread de 3, 6 e 9 meses.

Para isso, foi determinada a probabilidade de obtenção de cada componente que originou os spreads de receita anteriormente apresentados. Isso pode ser visualizado na tabela 13.

TABELA 13 - SPREAD DE RECEITA PARA 3 MESES COM O AJUSTE DA REGRA DO VALOR ESPERADO

Safra em Análise	Preço Data Colheita 3a Safra	Preço 3 Meses Após colheita	Probabilidade Evento	Spread Futuro 3 meses	Expectância Receita
Safra 22-23	R\$ 306,27	R\$ 336,06	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 260.260,23
Safra 21-22	R\$ 299,35	R\$ 265,59	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 260.260,23
Safra 20-21	R\$ 246,85	R\$ 299,60	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 260.260,23
Safra 19-20	R\$ 175,84	R\$ 268,14	50,76%	R\$ 92,30	R\$ 1.405.514,18
Safra 18-19	R\$ 127,12	R\$ 123,29	4,37%	-R\$ 3,84	-R\$ 5.029,11
Safra 17-18	R\$ 177,35	R\$ 138,05	6,22%	-R\$ 39,30	-R\$ 73.278,50
Safra 16-17	R\$ 526,61	R\$ 304,95	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 260.260,23
Safra 15-16	R\$ 211,28	R\$ 231,26	32,66%	R\$ 19,98	R\$ 195.717,90
Safra 14-15	R\$ 134,25	R\$ 129,74	5,11%	-R\$ 4,50	-R\$ 6.910,98
Safra 13-14	R\$ 291,29	R\$ 245,67	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 260.260,23
Safra 12-13	R\$ 257,77	R\$ 253,00	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 260.260,23

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

TABELA 14 - SPREAD DE RECEITA PARA 6 MESES COM O AJUSTE DA REGRA DO VALOR ESPERADO

Safra em Análise	Preço Data Colheita 3a Safra	Preço 6 Meses Após colheita	Probabilidade Evento	Spread Futuro 6 meses	Spread de Receita
Safra 22-23	R\$ 306,27	R\$ 345,00	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 173.506,82
Safra 21-22	R\$ 299,35	R\$ 310,75	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 173.506,82
Safra 20-21	R\$ 246,85	R\$ 306,46	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 173.506,82
Safra 19-20	R\$ 175,84	R\$ 233,76	66,28%	R\$ 57,92	R\$ 1.151.760,86
Safra 18-19	R\$ 127,12	R\$ 317,15	29,02%	R\$ 190,03	R\$ 1.654.243,85
Safra 17-18	R\$ 177,35	R\$ 124,08	4,46%	-R\$ 53,27	-R\$ 71.226,73
Safra 16-17	R\$ 526,61	R\$ 188,48	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 173.506,82
Safra 15-16	R\$ 211,28	R\$ 271,06	49,40%	R\$ 59,78	R\$ 885.894,15
Safra 14-15	R\$ 134,25	R\$ 199,34	20,56%	R\$ 65,09	R\$ 401.464,57
Safra 13-14	R\$ 291,29	R\$ 153,24	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 173.506,82
Safra 12-13	R\$ 257,77	R\$ 315,60	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 173.506,82

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

TABELA 15 - SPREAD DE RECEITA PARA 9 MESES COM O AJUSTE DA REGRA DO VALOR ESPERADO

Safra em Análise	Preço Data Colheita 3a Safra	Preço 9 Meses Após colheita	Probabilidade Evento	Spread Futuro 9 meses	Spread de Receita
Safra 22-23	R\$ 306,27	R\$ 316,78	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 86.753,41
Safra 21-22	R\$ 299,35	R\$ 357,46	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 86.753,41
Safra 20-21	R\$ 246,85	R\$ 264,80	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 86.753,41
Safra 19-20	R\$ 175,84	R\$ 314,96	29,90%	R\$ 204,41	R\$ 1.833.476,59
Safra 18-19	R\$ 127,12	R\$ 202,07	21,48%	R\$ 186,23	R\$ 1.200.005,74
Safra 17-18	R\$ 177,35	R\$ 104,46	2,69%	-R\$ 51,32	-R\$ 41.371,19
Safra 16-17	R\$ 526,61	R\$ 161,21	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 86.753,41
Safra 15-16	R\$ 211,28	R\$ 222,94	70,76%	R\$ 104,67	R\$ 2.222.099,48
Safra 14-15	R\$ 134,25	R\$ 141,83	93,23%	R\$ 94,85	R\$ 2.652.815,04
Safra 13-14	R\$ 291,29	R\$ 113,32	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 86.753,41
Safra 12-13	R\$ 257,77	R\$ 226,03	32,13%	R\$ 0,00	R\$ 86.753,41

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Na coluna designada de *Probabilidade Evento*, estimou-se a probabilidade uma por uma de cada acontecimento. Para isso, foi utilizada a função normalizada apresentada anteriormente. Com os dados de média e desvio padrão obtidos, é possível utilizar o comando $dist.norm([Z, \mu, \sigma])$, sendo que Z é o valor da variável objetivo que corresponde ao preço 3 meses após a colheita, μ a média da amostra simulada e σ o desvio padrão obtido.

Com isso, foi possível realizar um ajuste nos valores de VPL obtidos no modelo determinístico. Além disso, vale comentar que, dada a utilização dessa metodologia, assumiu-se que o decisor é neutro em relação ao risco, ou seja, não importa com os eventos de cauda,

extremos. Isso é facilmente compreendido analisando os *spreads* mencionados; nos anos em que o preço após 3 meses se encontrava distante da média da distribuição, o valor de *spread* de receita foi minimizado, similarmente à média ponderada exposta no referencial teórico.

Assim, é necessário comentar que, nos anos em que a regra de decisão zerou o valor do *spread*, o decisor esteve apto a alugar a sua capacidade ociosa por R\$810.000,00. No entanto, ao analisarmos as tabelas mencionadas, esse valor foi reduzido a R\$260.260,23, pois foi ponderado pela probabilidade de que o preço do feijão estivesse acima de R\$230,00. Isso foi realizado dessa forma porque sempre que o decisor via preços acima de R\$230,00, ele vendia sua produção, liberando a possibilidade de venda da ociosidade. Além disso, a ponderação descrita anteriormente diminui a estimativa de R\$810.000,00, que era oriunda de um método com diversas simplificações e premissas. Isso faz com que a confiabilidade do VPL aumente, dado que esse ajuste reduz os valores de *spread* muito acima da média.

Além desse aspecto, também vale comentar a diminuição que houve no valor do *spread* futuro para a safra de 17/18, ou seja, dada a baixa probabilidade de ocorrência do preço visualizado, o valor esperado foi reduzido e praticamente não surte efeito para o valor médio das receitas. Ainda assim, é necessário comentar que as probabilidades estimadas não levaram em consideração o condicional que consideraria o preço no momento da colheita, isso deve-se à complexidade que isso traria ao modelo, além de que posteriormente será feita uma análise de condicionalidade para a determinação do VPL probabilístico. Para fins de continuidade deste estudo, certamente é necessário incluir um modelo dinâmico estocástico, para a partir disso determinar um VPL mais preciso, além de otimizar o modelo decisório do agricultor, ressaltando que são sugestões para futuros trabalhos de outros acadêmicos.

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DETERMINÍSTICA

A seguir, expõe-se o VPL completo que foi inicialmente comentado na seção de metodologia. Aqui apresenta-se os 3 cenários, que conforme foi mencionado anteriormente, compuseram o escopo de análise deste estudo. Como foi explicado anteriormente cada componente desta estrutura, serão omitidas explicações posteriores, objetivando precisão de análise somente dos resultados obtidos.

TABELA 16 - VPL PARA ALTERNATIVA DE 3 MESES

PLANILHA DE ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA - 3M		2023	2024	2025	2029	2032	2033
Investimentos		-R\$ 850.000,00					R\$ 85.000,00
Entradas Anuais			R\$ 1.108.962,99	R\$ 1.108.962,99	R\$ 1.108.962,99	R\$ 1.108.962,99	R\$ 1.108.962,99
Imposto Funrural	1,30%		-R\$ 14.416,52	-R\$ 14.416,52	-R\$ 14.416,52	-R\$ 14.416,52	-R\$ 14.416,52
Custos			-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00
Juros Financiamento			-R\$ 68.000,00	-R\$ 62.560,00	-R\$ 44.817,54	-R\$ 34.898,88	-R\$ 32.106,97
Depreciação			-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00
Resultado Tributável			R\$ 581.046,47	R\$ 586.486,47	R\$ 604.228,92	R\$ 614.147,58	R\$ 616.939,50
Imposto de Renda (25%)	25%		-R\$ 145.261,62	-R\$ 146.621,62	-R\$ 151.057,23	-R\$ 153.536,90	-R\$ 154.234,87
CSSL	9%		-R\$ 52.294,18	-R\$ 52.783,78	-R\$ 54.380,60	-R\$ 55.273,28	-R\$ 55.524,55
Fluxo Empreendimento Final	(850.000)	(850.000)	451.491	449.641	443.609	440.236	524.287
Amortização do Financiamento							
Fluxo do Acionista Final		(850.000)	383.491	387.081	398.791	405.337	492.180
Índices de Análise do Empreendimento							
TMA	12% VPL		R\$ 1.697.189,56				
TIR			-%				
PAY BACK DESCONTADO				(88.432)	991.294	1.528.383	1.697.190
Índices de Análise do Acionista							
VPL	12%		R\$ 1.404.742,45				
TIR			-%				
PAY BACK DESCONTADO				(199.019)	755.742	1.246.274	1.404.742

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

TABELA 17 - VPL PARA ALTERNATIVA DE 6 MESES

PLANILHA DE ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA - 6M		2023	2024	2025	2029	2032	2033
Investimentos		-R\$ 850.000,00					R\$ 85.000,00
Entradas Anuais			R\$ 1.985.891,46	R\$ 1.985.891,46	R\$ 1.985.891,46	R\$ 1.985.891,46	R\$ 1.985.891,46
Imposto Funnrural	1,30%		-R\$ 25.816,59	-R\$ 25.816,59	-R\$ 25.816,59	-R\$ 25.816,59	-R\$ 25.816,59
Saídas Anuais			-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00
Juros Financiamento			-R\$ 68.000,00	-R\$ 62.560,00	-R\$ 44.817,54	-R\$ 34.898,88	-R\$ 32.106,97
Depreciação			-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00
Resultado Tributável			R\$ 1.446.574,87	R\$ 1.452.014,87	R\$ 1.469.757,33	R\$ 1.479.675,99	R\$ 1.482.467,90
Imposto de Renda (25%)	25%		-R\$ 361.643,72	-R\$ 363.003,72	-R\$ 367.439,33	-R\$ 369.919,00	-R\$ 370.616,97
CSSL	9%		-R\$ 130.191,74	-R\$ 130.681,34	-R\$ 132.278,16	-R\$ 133.170,84	-R\$ 133.422,11
Fluxo Empreendimento Final	(850.000)	(850.000)	1.022.739	1.020.890	1.014.857	1.011.485	1.095.536
Amortização do Financiamento							
Fluxo do Acionista Final		(850.000)	954.739	958.330	970.040	976.586	1.063.429
Índices de Análise do Empreendimento							
TMA	12% VPL		R\$ 4.924.872,38				
TIR			-%				
PAY BACK DESCONTADO				(66.958)	2.132.081	3.232.267	3.547.207
Índices de Análise do Acionista							
VPL	12%		R\$ 4.632.425,28				
TIR			-%				
PAY BACK DESCONTADO				(850.000)	(850.000)	(850.000)	(850.000)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)~

TABELA 18 - VPL PARA ALTERNATIVA DE 9 MESES

PLANILHA DE ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA - 9M		2023	2024	2025	2029	2032	2033
Investimentos		-R\$ 850.000,00					R\$ 85.000,00
Entradas Anuais			R\$ 1.593.547,71	R\$ 1.593.547,71	R\$ 1.593.547,71	R\$ 1.593.547,71	R\$ 1.593.547,71
Imposto Funnrural	1,30%		-R\$ 20.716,12	-R\$ 20.716,12	-R\$ 20.716,12	-R\$ 20.716,12	-R\$ 20.716,12
Saídas Anuais			-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00
Juros Financiamento			-R\$ 68.000,00	-R\$ 62.560,00	-R\$ 44.817,54	-R\$ 34.898,88	-R\$ 32.106,97
Depreciação			-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00
Resultado Tributável			R\$ 1.080.047,71	R\$ 1.085.487,71	R\$ 1.103.230,16	R\$ 1.113.148,82	R\$ 1.115.940,74
Imposto de Renda (25%)	25%		-R\$ 270.011,93	-R\$ 271.371,93	-R\$ 275.807,54	-R\$ 278.287,21	-R\$ 278.985,18
CSSL	9%		-R\$ 97.204,29	-R\$ 97.693,89	-R\$ 99.290,71	-R\$ 100.183,39	-R\$ 100.434,67
Fluxo Empreendimento Final	(850.000)	(850.000)	760.115	758.266	752.233	748.861	832.912
Amortização do Financiamento							
Fluxo do Acionista Final		(850.000)	692.115	695.706	707.416	713.962	800.805
Índices de Análise do Empreendimento							
TMA	12% VPL		R\$ 3.440.987,94				
TIR			-%				
PAY BACK DESCONTADO				(463.251)	1.168.014	1.982.868	2.222.311
Índices de Análise do Acionista							
VPL	12%		R\$ 3.148.540,83				
TIR			-%				
PAY BACK DESCONTADO				(561.989)	957.700	1.730.985	1.961.197

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

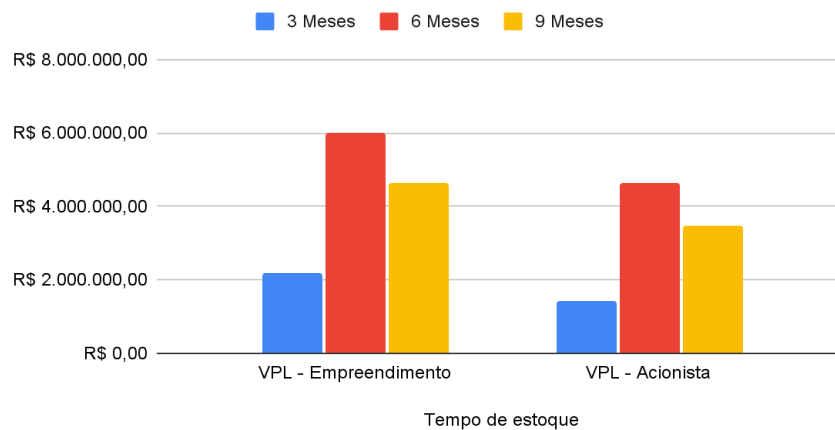
Em seguida, apresenta-se o resumo dos VPLs calculados para os cenários estimados.

TABELA 19 - VPL DETERMINÍSTICO PARA OS 3 TIPOS DE ALTERNATIVAS

Tempo de estoque	3 Meses	6 Meses	9 Meses
VPL - Empreendimento	R\$ 1.697.189,56	R\$ 4.924.872,38	R\$ 3.440.987,94
VPL - Acionista	R\$ 1.404.742,45	R\$ 4.632.425,28	R\$ 3.148.540,83

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

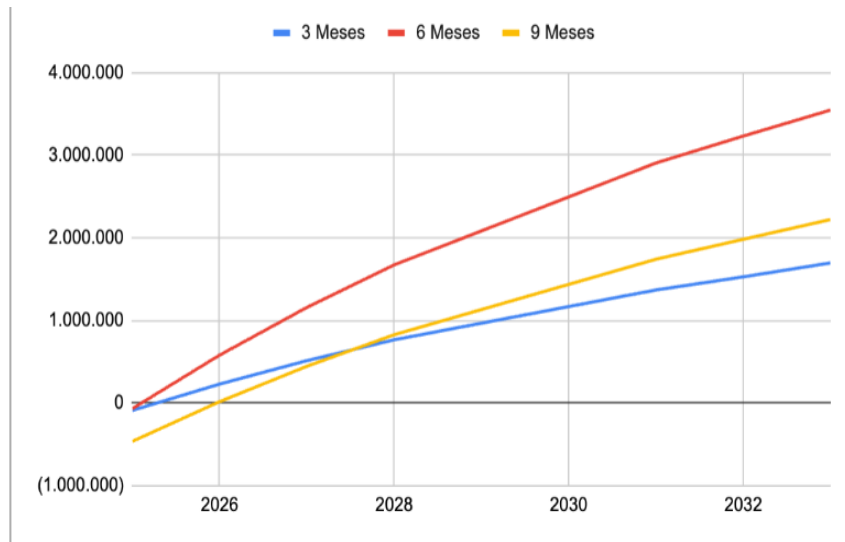
Nessas tabelas, expõe-se os valores obtidos para o VPL, tanto do acionista quanto do empreendimento. É perceptível que a alternativa de 6 meses continua dominando, mesmo tendo incrementando os custos totais para armazenar durante 6 meses. Sendo assim, é esperado que o decisor racional por trás do empreendimento, iria obter valores de VPL parecidos com o apresentado. A seguir, se expõe esses dados de forma gráfica, permitindo uma fácil distinção entre qual alternativa é preferível.

GRÁFICO 9 - VPL PARA OS 3 TIPOS DE ALTERNATIVAS

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Além disso, foi possível estimar o *payback* descontado do empreendimento a partir do ano de 2025, conforme Figura 36. Novamente apresentando que existe uma dominância do estoque de 6 meses perante as outras alternativas.

GRÁFICO 10 - PAYBACK DESCONTADO



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No entanto, é necessário compreender que o modelo determinístico não inclui aspectos relacionados à variabilidade futura dos preços do feijão. Isso cria uma distorção à realidade do problema e omite a característica de variável aleatória que o preço realmente é. Para isso foi feita a correção mencionada no tópico 3.

4.2 ANÁLISE DETERMINÍSTICA CORRIGIDA PELA REGRA DO VALOR ESPERADO

Como foi explicitado anteriormente, a correção pela regra do valor esperado foi aplicada ao modelo de geração de receitas do modelo determinístico, repetindo-se a mesma estrutura do anterior. No entanto, houve uma ponderação probabilística da possibilidade de acontecimento do fato gerador de receitas determinísticas. Para isso, segue conforme as tabelas a seguir.

TABELA 20 - VPL AJUSTADO 3 MESES

PLANILHA DE ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA - 3M		2023	2024	2025	2029	2030	2033
Investimentos		-R\$ 850.000,00					R\$ 85.000,00
Entradas Anuais			R\$ 1.200.362,22	R\$ 1.200.362,22	R\$ 1.200.362,22	R\$ 1.200.362,22	R\$ 1.200.362,22
Imposto Funrural	1,30%		-R\$ 15.604,71	-R\$ 15.604,71	-R\$ 15.604,71	-R\$ 15.604,71	-R\$ 15.604,71
Custos			-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00	-R\$ 445.500,00
Juros Financiamento			-R\$ 68.000,00	-R\$ 62.560,00	-R\$ 44.817,54	-R\$ 41.232,14	-R\$ 32.106,97
Depreciação			-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00
Resultado Tributável			R\$ 671.257,51	R\$ 676.697,51	R\$ 694.439,96	R\$ 698.025,37	R\$ 707.150,53
Imposto de Renda (25%)	25%		-R\$ 167.814,38	-R\$ 169.174,38	-R\$ 173.609,99	-R\$ 174.506,34	-R\$ 176.787,63
CSSL	9%		-R\$ 60.413,18	-R\$ 60.902,78	-R\$ 62.499,60	-R\$ 62.822,28	-R\$ 63.643,55
Fluxo Empreendimento Final	(850.000)	(850.000)	511.030	509.180	503.148	501.929	583.826
Amortização do Financiamento							
Fluxo do Acionista Final	(850.000)	443.030	446.620	458.330	460.697	551.719	

Índices de Análise do Empreendimento

TMA	12% VPL	R\$ 2.033.599,80					
TIR		-%					
PAY BACK DESCONTADO				12.192	1.236.084	1.463.132	2.033.600

Índices de Análise do Acionista

VPL	12%	R\$ 1.741.152,70					
TIR		-%					
PAY BACK DESCONTADO				(98.395)	1.000.532	1.208.928	1.741.153

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

TABELA 21 - VPL AJUSTADO 6 MESES

PLANILHA DE ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA - 6M		2023	2024	2025	2029	2030	2033
Investimentos		-R\$ 850.000,00					R\$ 85.000,00
Entradas Anuais			R\$ 1.270.222,66	R\$ 1.270.222,66	R\$ 1.270.222,66	R\$ 1.270.222,66	R\$ 1.270.222,66
Imposto Funrural	1,30%		-R\$ 16.512,89	-R\$ 16.512,89	-R\$ 16.512,89	-R\$ 16.512,89	-R\$ 16.512,89
Saídas Anuais			-R\$ 441.225,00	-R\$ 441.225,00	-R\$ 441.225,00	-R\$ 441.225,00	-R\$ 441.225,00
Juros Financiamento			-R\$ 68.000,00	-R\$ 62.560,00	-R\$ 44.817,54	-R\$ 41.232,14	-R\$ 32.106,97
Depreciação			-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00
Resultado Tributável			R\$ 744.484,77	R\$ 749.924,77	R\$ 767.667,23	R\$ 771.252,63	R\$ 780.377,80
Imposto de Renda (25%)	25%		-R\$ 186.121,19	-R\$ 187.481,19	-R\$ 191.916,81	-R\$ 192.813,16	-R\$ 195.094,45
CSSL	9%		-R\$ 67.003,63	-R\$ 67.493,23	-R\$ 69.090,05	-R\$ 69.412,74	-R\$ 70.234,00
Fluxo Empreendimento Final	(850.000)	(850.000)	559.360	557.510	551.478	550.259	632.156
Amortização do Financiamento							
Fluxo do Acionista Final	(850.000)	491.360	494.950	506.660	509.027	600.049	

Índices de Análise do Empreendimento

TMA	12% VPL	R\$ 2.306.675,04					
TIR		-%					
PAY BACK DESCONTADO				(766.185)	431.061	653.302	1.209.531

Índices de Análise do Acionista

VPL	12%	R\$ 2.014.227,94					
TIR		-%					
PAY BACK DESCONTADO				(850.000)	(850.000)	(850.000)	(850.000)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

TABELA 22 - VPL AJUSTADO 9 MESES

PLANILHA DE ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA - 9M						
	2023	2024	2025	2029	2030	2033
Investimentos	-R\$ 850.000,00					R\$ 85.000,00
Entradas Anuais		R\$ 1.265.618,13	R\$ 1.265.618,13	R\$ 1.265.618,13	R\$ 1.265.618,13	R\$ 1.265.618,13
Imposto Funrural	1,30%	-R\$ 16.453,04	-R\$ 16.453,04	-R\$ 16.453,04	-R\$ 16.453,04	-R\$ 16.453,04
Saídas Anuais		-R\$ 441.225,00	-R\$ 441.225,00	-R\$ 441.225,00	-R\$ 441.225,00	-R\$ 441.225,00
Juros Financiamento		-R\$ 68.000,00	-R\$ 62.560,00	-R\$ 44.817,54	-R\$ 41.232,14	-R\$ 32.106,97
Depreciação		-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00	-R\$ 85.500,00
Resultado Tributável		R\$ 756.393,13	R\$ 761.833,13	R\$ 779.575,59	R\$ 783.160,99	R\$ 792.286,16
Imposto de Renda (25%)	25%	-R\$ 189.098,28	-R\$ 190.458,28	-R\$ 194.893,90	-R\$ 195.790,25	-R\$ 198.071,54
CSSL	9%	-R\$ 68.075,38	-R\$ 68.564,98	-R\$ 70.161,80	-R\$ 70.484,49	-R\$ 71.305,75
Fluxo Empreendimento Final	(850.000)	(850.000)	550.766	548.917	542.884	541.665
Amortização do Financiamento						
Fluxo do Acionista Final	(850.000)	482.766	486.357	498.067	500.433	591.456

Índices de Análise do Empreendimento

TMA	12% VPL	R\$ 2.258.119,76				
TIR		-%				
PAY BACK DESCONTADO			(779.153)	399.515	618.285	1.166.178

Índices de Análise do Acionista

VPL	12%	R\$ 1.965.672,65				
TIR		-%				
PAY BACK DESCONTADO			(877.891)	189.201	391.317	905.065

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Seguindo a mesma estrutura de exposição do tópico determinístico, os modelos geradores do VPL probabilístico foram gerados pela aplicação da regra do valor esperado. Da análise dos dados supracitados, vale comentar que houve mudanças nas entradas dos 3 modelos. Para o primeiro caso, de 3 meses, observa-se que houve um aumento da entrada esperada para o modelo, isso está relacionado à correção que houve nos valores que geraram o spread médio de receita desse modelo. Como havia spreads negativos, ocasionados por um preço após 3 meses sucintamente inferior à colheita, o valor médio aumentou pois a probabilidade de ocorrência deste evento diminuiu sua perda esperada.

Em seguida, apresenta-se a seguir o resumo dos VPLs calculados para os cenários estimados.

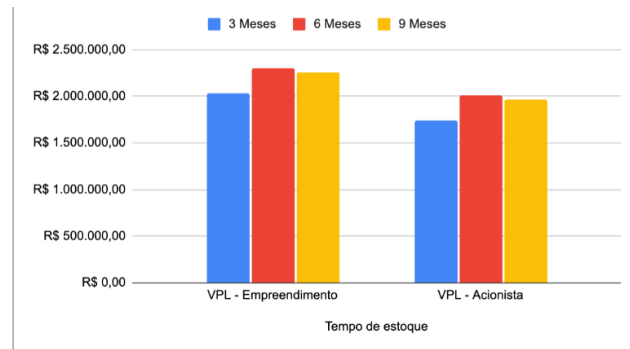
TABELA 23 - VPL PARA OS 3 TIPOS DE ALTERNATIVAS

Tempo de estoque	3 Meses	6 Meses	9 Meses
VPL - Empreendimento	R\$ 2.033.599,80	R\$ 2.306.675,04	R\$ 2.258.119,76
VPL - Acionista	R\$ 1.741.152,70	R\$ 2.014.227,94	R\$ 1.965.672,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Que irá fornecer o seguinte gráfico de VPL ajustado pela expectância, que está exposto.

GRÁFICO 11 - VPL AJUSTADO

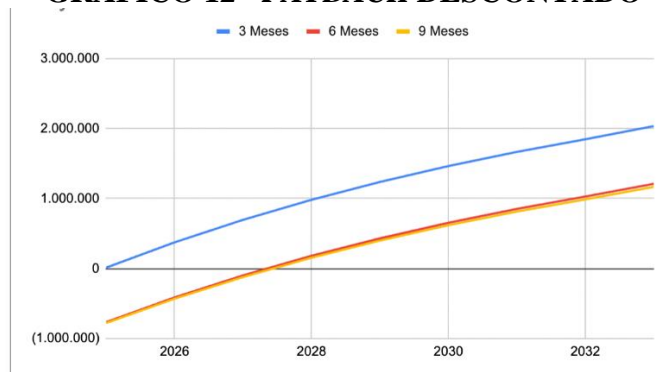


Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Conforme mencionado, ao fazer-se o ajuste pelo valor esperado, era previsível uma alteração nos valores que iriam gerar as entradas do VPL. Como a essência desse método gira em torno da premissa de que valores extremos não são considerados importantes para o decisor, tanto os valores muito acima da média quanto abaixo foram ponderados por uma expectativa corrigida menor. Além disso, ao observar a diminuição dos valores extremos e uma relativa aproximação dos valores para as 3 alternativas, é possível concluir que o modelo apresenta uma coerência com o esperado pela aplicação dessa regra, de modo que os valores tendem a se aproximar.

A seguir expõe-se o *payback* descontado para as alternativas, valendo ressaltar o destaque dado à alternativa de 3 meses, que foi ponderada positivamente em relação às demais. Para finalizar, expõe-se o gráfico do *payback* descontado para as alternativas.

GRÁFICO 12 - PAYBACK DESCONTADO



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A seguir, fica que a alternativa 3 possui um *payback* descontado que se positiva anteriormente aos demais. Isso é interessante de observar, pois é evidente que os desvios observados com 6 e 9 meses foram sucintamente mitigados, diminuindo o peso que spreads

muito acima da média teriam. Isso fez com que a alternativa de estoque de 3 meses, apesar de fornecer uma média de receitas inferior aos demais, acaba prevalecendo.

Isso reflete a característica intrínseca apresentada pela regra do valor esperado, de que ela é útil em cenários cuja neutralidade ao risco é observada, de modo que resultados extremos possuem peso pequeno para o decisor, que se preocupa em obter valores próximos da média.

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

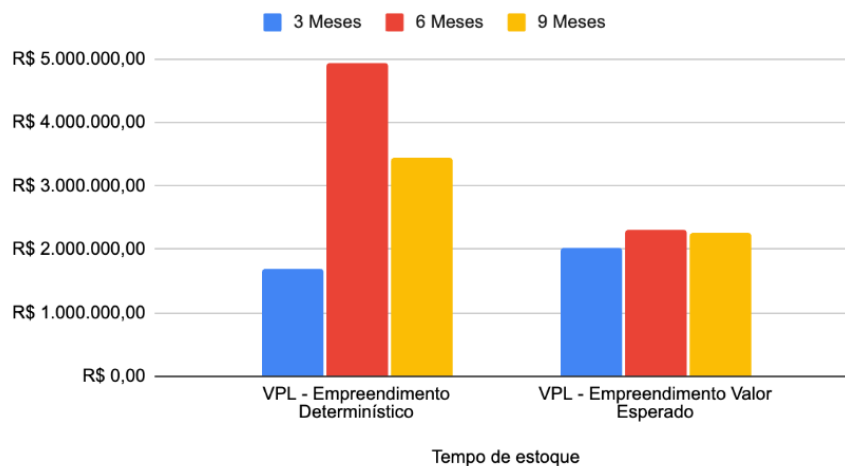
A partir dos resultados estudados, é possível resumir a aplicação dos métodos a partir da imagem a seguir, que expõe os valores de VPL para as duas alternativas metodológicas. A partir da interpretação dos resultados de spread corrigidos apresentados anteriormente, é possível compreender as modificações que resultaram da aplicação da regra do valor esperado. Vale mencionar o aumento do VPL observado para a alternativa 3, tendo ocorrido graças ao aumento do *spread* médio observado, dado que os *spreads* negativos tiveram um valor reduzido, dado que foi corrigido pela probabilidade de ocorrência.

TABELA 24 - PAYBACK DESCONTADO

Tempo de estoque	3 Meses	6 Meses	9 Meses
VPL - Empreendimento Determinístico	R\$ 2.033.599,80	R\$ 2.306.675,04	R\$ 2.258.119,76
VPL - Empreendimento Valor Esperado	R\$ 1.697.189,56	R\$ 4.924.872,38	R\$ 3.440.987,94

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

GRÁFICO 13 - COMPARAÇÃO RESULTADOS VPL



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Além disso, pode-se mencionar as mudanças observadas nos cenários de 6 e 9 meses, tendo havido uma significativa queda no valor do VPL. Isso está de acordo com o esperado, pois os spreads obtidos nos cenários de 6 e 9 meses foram reduzidos pela probabilidade a priori de ocorrência dos estados que geraram os spreads médios dessas alternativas. Isso está de acordo com a aplicação da regra do valor esperado, que parte da premissa de que uma análise por dominância estocástica não foi possível de ser realizada, e conforme foi mencionado anteriormente, este é um ponto de partida para qualquer pessoa que queira aprofundar neste estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste trabalho refletem um esforço em desenvolver um modelo de Valor Presente Líquido robusto e adaptado à realidade da infraestrutura de armazenamento de grãos de feijão, um setor vital para a economia agrícola e a segurança alimentar do Brasil. O estudo abordou a complexidade das decisões de investimento sob incerteza, aplicando uma combinação inovadora de métodos determinísticos e probabilísticos para criar um modelo que não apenas prevê resultados financeiros, mas também incorpora a variabilidade inerente ao preço do feijão no mercado.

Ao longo da pesquisa, foi realizada uma projeção de fluxo de caixa baseada em dados históricos, que permitiu estabelecer as médias de spread de receita associadas ao estoque pós-colheita. Este método retrospectivo forneceu uma base sólida para a projeção futura e para a formulação de estratégias de gestão otimizadas para o armazém, almejando a maximização do retorno financeiro. O modelo proposto neste trabalho destacou-se pela sua aplicação prática e potencial para servir como ferramenta de decisão em investimentos agrícolas. Os resultados obtidos apontam para a viabilidade econômica do investimento em um refrigerador de grãos, considerando as flutuações do mercado e as receitas adicionais decorrentes do armazenamento estratégico.

Por fim, este estudo contribui significativamente para a literatura ao preencher uma lacuna de pesquisa identificada e ao fornecer um modelo replicável e escalável para outros contextos dentro do setor agrícola. As metodologias adotadas e as descobertas realizadas oferecem um novo horizonte para a análise de viabilidade econômica em infraestruturas de armazenagem, com um impacto potencial sobre as práticas correntes de gestão e planejamento no agronegócio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. A. C. BARROS NETO, J. P. B.; HEINECK, L. F. M. Avaliação econômica de empreendimentos imobiliários residenciais: uma análise comparativa. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro. *Anais eletrônicos...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/6066/1/2008_eve_jpbarrosneto_avaliacao.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.

BARONI, G. D.; BENEDETTI, P. H.; SEIDEL, D. J. Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. *Revista Thema*, Pelotas, v. 14, n. 4, p. 55-64, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.55-64.452>. Acesso em: 12 jul. 2023.

BERNSTEIN, Peter. *Against the gods: the remarkable story of risk*. New Jersey: John Wiley & Sons, 1996.

BEVINGTON, P. R. *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences*. New York: McGraw-Hill, 1969.

BRAGANTINI, Cláudio. *Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005.

BUENO, G.; ORIANI E PAULOLLO, L. F. DE; MEIRELLES, J.L.F. D - Custo médio ponderado de capital e criação de valor das empresas do agronegócio listadas na B3 entre 2012 e 2019. *Custos e @gronegócio online*, v. 16, Ed. especial, p. 374-396, 2020. Disponível em: <http://www.custoseagronegocionline.com.br/especialv16/OK%2016%20WAAC.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2023.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE B. H. *Análise de investimentos*. São Paulo: Atlas, 2010.

CONTINI, Elísio; ARAGÃO, Adalberto. O Agro Brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas. *Embrapa*, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/26187851/Popula%C3%A7%C3%A3o+alimentada+pelo+Brasil/5bf465fc-ebb5-7ea2-970d-f53930b0ec25?version=1.0&download=true>. Acesso em: 27 jun. 2023.

DA SILVA, D. A.; COSTA, D. F. A utilização do modelo Holt Winters na elaboração de um orçamento de resultado de uma cooperativa de crédito rural. *Anais do Congresso Brasileiro*

de Custos - ABC, [s.l.], Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/774>. Acesso em: 10 jun. 2023.

DANTAS, Jackson. Feijão: produção e mercados. *Caderno Setorial ETENE*, ano 6, n. 197, p. 1-9, 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1031/1/2021_CDS_197.pdf. Acesso em: 06 jun. 2023.

DISTRIBUIÇÃO Normal (Gaussiana). *INF UFSC*, Florianópolis, [s.d.]. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~andre.zibetti/probabilidade/normal.html>. Acesso em: 12 jul. 2023.

EMBRAPA. *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. Brasília: Embrapa, 2018.

EXPORTAÇÃO de feijão do Brasil atinge recorde em 2021. *Canal Rural*, [s. l.], 08 dez. 2021. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/programas/mercado-e-cia/exportacao-de-feijao-do-brasil-atinge-recorde-em-2021/#:~:text=O%20Brasil%20atingiu%20o%20maior,e%20faturou%20US%24%201%20bilh%C3%A3o>. Acesso em: 27 jun. 2023.

FERNANDES, Leandro Maia. Retorno financeiro e risco de preço da cultura do feijão irrigado via pivô central na região noroeste de Minas Gerais. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 42, n. 1, 2012. Disponível em: www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/IE/2012/tec4-0112.pdf. Acesso em: 27 jun. 2023.

FONSECA, Yonara Daltro. *Técnicas de avaliação de investimentos: uma breve revisão da literatura*. Caderno de Análise Regional – Desenhahia/UNIFACS, artigo 5, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/25449>. Acesso em: 10 jun. 2023.

FRANCO, F. W. *Armazenamento refrigerado, em atmosfera modificada e controlada na conservação das qualidades físico-químicas e sensoriais de cultivares de feijão carioca*. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5789/FRANCO%2C%20FERNANDA%20WOUTERS.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 jun. 2023.

FRIES, Carlos Ernani. *Teoria da Decisão: apostila*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

GABAN, A. C.; MORELLI, F.; BRISOLA, M. V.; GUARNIERI, P. Evolução da produção de grãos e armazenagem: perspectivas do agronegócio brasileiro para 2024/25. *iGepec*, Toledo, v. 21, n. 1, p. 28-47, 2017. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/15407/11649>. Acesso em: 12 jul. 2023.

GAZZOLA, R.; SOUZA, M. F.; CASTRO, G. S. A. *Evolução da capacidade de armazenagem no Brasil de 2009 a 2019*. Campinas: EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226226/1/5964.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

GITMAN, L. J.; JUCHAU, R.; FLANAGAN, J. *Principles of managerial finance*. 6. Ed. Frenchs Forest: Pearson Australia, 2011.

GRANADO, Fernanda Serra. *Tendência temporal no consumo alimentar tradicional de feijão no país e sua relação com o estado nutricional da população adulta brasileira*. 2022. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/49935/4/GRANADO%20FS%202022.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2023.

HOLT, W. Aditivo e multiplicativo. *Sillas Gonzaga*, [s.l.], 2022. Disponível em: http://sillasgonzaga.com/material/curso_series_temporais/suavizacao.html. Acesso em: 27 jun. 2023.

HYNDMAN, R. *et al.* (2023). *Forecast: Forecasting functions for time series and linear models*. Software, R package, 2018. Disponível em: <https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/forecast-forecasting-functions-for-time-series-and-linear-models>. Acesso em: 20 jun. 2023.

JORDAN, R. W. *Fundamentos de administração financeira*. 9. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

KASSAI, José Roberto *et al.* *Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial*. São Paulo: Atlas, 2000.

KRISHNAN, Venkatarama. *Probability and Random Processes*. Massachusetts: Wiley Interscience, 2006.

LENTZ, G. S. *Análise de viabilidade econômica e financeira de unidade de armazenagem de grãos em propriedade rural: estudo de caso*. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis) - Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/24738/Guilherme%20Speroni%20Lentz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 jul. 2023.

MAIA, F. N. C. da S.; AGUIAR, D. R. D. Estratégias de hedge com os contratos futuros de soja da Chicago Board of Trade. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17, n. 3, p. 617-626, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/sHtCDRxtPk6NchPhNtxptJS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 jul. 2023.

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

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. *Análise de investimentos*. São Paulo: Atlas, 2002.

PALAZZI, Rafael; MAÇAIRA, Paula; MEIRA, Erick; KLOTZLE, Marcelo. Forecasting commodity prices in Brazil through hybrid SSA-complex seasonality models. *Production*, v. 33, e20220025, 2023. Disponível em: <https://www.prod.org.br/article/doi/10.1590/0103-6513.20220025>. Acesso em: 14 jun. 2023.

PARAGINSKI, Ricardo Tadeu. Armazenamento de feijão e os desafios da pós-colheita. *Campo & Negócios*, Uberlândia, 10 out. 2016. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/armazenamento-de-feijao-e-os-desafios-da-pos-colheita/>. Acesso em: 27 jun. 2023.

PENIDO, E. *Matemática financeira essencial*. São Paulo: Atlas, 2008.

PRODUÇÃO agrícola municipal. *IBGE*, Brasília, 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=producao_a_gropecuaria. Acesso em: 23 jun. 2023.

Quais são os principais produtores de grãos do mundo? *Summit Agro*, [s.l.], 27 maio de 2022. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/comercio-exterior/quais-sao-os-principais-produtores-de-graos-do-mundo>. Acesso em: 23 jun. 2023.

SCHROEDER, Jocimar; SCHROEDER, Ivanir; COSTA, Reinaldo Pacheco da; SHINODA, Carlos. O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento. *Revista Gestão Industrial*, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 33-42, 2005. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/163>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SILVA, E. L. da; FERREIRA, M. A. M.; MONTEIRO, D. A. A. Viabilidade financeira da produção de feijão em sistema automatizado de irrigação por miniaspersão. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, [s. l.], v. 13, n. 2, 2011. Disponível em: <http://www.revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/357>. Acesso em: 27 jun. 2023.

SILVA, L. C. da; QUEIROZ, D. M. de; FLORES, R. A. Estimativa de custos operacionais em unidades armazenadoras de grãos por meio de simulação. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, n. 1, 2006. Disponível em:

http://www.agais.com/manuscript/custos_operacionais_ua.pdf. Acesso em: 12 jul. 2023.

SINGH, R. K.; CHAUDHARY, N.; SAXENA, N. Selection of warehouse location for a global supply chain: a case study. *IIMB Management Review*, v. 30, n. 4, p. 343-356, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.08.009>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SLOWINSKI, R. (Ed.). *Fuzzy sets in decision analysis, operations research and statistics*. Berlim: Springer Science; Business Media, 1998.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações*. São Paulo: Atlas, 1997.

ZIMMERMANN, H. J. *Fuzzy Sets, Decision Making, and Expert Systems*. Berlim: Springer, 1997.