



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**DOMINGOS SÁVIO COELHO NEGRÃO**

**MODELO DE APOIO À DECISÃO  
PARA A DISTRIBUIÇÃO ÓTIMA DE MILHO  
DO PROGRAMA DE VENDA EM BALCÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Brasília/DF  
Dezembro/2022**

**DOMINGOS SÁVIO COELHO NEGRÃO**

**MODELO DE APOIO À DECISÃO  
PARA A DISTRIBUIÇÃO ÓTIMA DE MILHO  
DO PROGRAMA DE VENDA EM BALCÃO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios.

**Orientador: Profa. Dra. Silvia Araújo dos Reis**

**Brasília/DF  
Dezembro/2022**

NEGRÃO, D. S. C. **Modelo de Apoio à Decisão para a distribuição ótima de milho do Programa de Venda em Balcão**. 2022, 89 f. Dissertação. (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e achase arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Cn385m	Coelho Negrão, Domingos Sávio Modelo de Apoio à Decisão para a Distribuição Ótima de Milho do Programa Vendas em Balcão / Domingos Sávio Coelho Negrão; orientador Sílvia Araújo dos Reis. -- Brasília, 2022. 89 p.
	Dissertação (Mestrado em Agronegócios) -- Universidade de Brasília, 2022.
	1. Programa de Vendas em Balcão. 2. Logística. 3. Pesquisa Operacional. 4. Programação Matemática Linear. I. Araújo dos Reis, Sílvia, orient. II. Título.

**DOMINGOS SÁVIO COELHO NEGRÃO**

**MODELO DE APOIO À DECISÃO  
PARA A DISTRIBUIÇÃO ÓTIMA DE MILHO  
DO PROGRAMA DE VENDA EM BALCÃO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios.

**Aprovada pela seguinte Banca Examinadora:**

---

**Prof. Dra. Sílvia Araújo dos Reis – UnB  
(ORIENTADORA)**

---

**Prof. Dr. Armando Fornazier – UnB  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**Prof. Dra. Vérica Marconi Freitas de Paula – UFU  
(EXAMINADORA EXTERNA)**

---

**Prof. Dr. Victor Rafael Rezende Celestino – UnB  
(SUPLENTE)**

**Brasília, 22 de dezembro de 2022.**

A Deus e aos meus familiares, pelo apoio e incentivo em mais uma etapa de minha carreira.

À professora Dra. Sílvia Araújo dos Reis, cuja orientação foi fundamental para a realização da pesquisa. Sou grato pela sua paciência e cordialidade!

Aos meus pais e aos meus filhos, Ingrid e Ian, pelo amor e carinho, e à Francisca, por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos.

À minha prima Brenda.

A todos, muito obrigado!

Dá instrução ao sábio, e ele se fará mais sábio; ensina o justo e ele aumentará em entendimento.

Provérbios 9:9

## RESUMO

O Programa de Venda em Balcão tem por finalidade o acesso, por parte dos pequenos produtores, aos estoques públicos de milho do Governo Federal a preços subsidiados. Tem-se ali um custo operacional representativo, ao passo que reduzir tal custo via otimização do fluxo de distribuição do milho, partindo de uma estimativa de oferta de quatro municípios localizados em uma região produtora, utilizando como armazéns intermediários três unidades armazenadoras da Companhia Nacional de Abastecimento, foi a proposta do presente estudo. Poucos estudos foram encontrados sobre o fluxo de grãos dentro do território nacional para atendimento do mercado interno. Nesse viés, propôs-se um modelo de Programação Matemática Linear para apoio à decisão sobre o melhor fluxo de milho para atendimento ao Programa em questão. Empreenderam-se extrações de dados secundários junto a órgãos governamentais, sendo tabulados, aplicados ao modelo matemático e analisados os resultados fazendo uso do Solver do Microsoft Excel. Vários cenários foram analisados e apresentados. Como resultado, o modelo apontou a utilização de armazéns de terceiros quando considerada a capacidade atual dos armazéns intermediários da Companhia Nacional de Abastecimento. Mas, a partir do aumento da capacidade em 25%, o modelo começou a utilizar os armazéns intermediários da Companhia supramencionada, mesmo com um aumento de até 695% no custo operacional de manutenção dos armazéns.

**Palavras-chave:** Programa de Venda em Balcão. Armazenagem. Logística. Pesquisa Operacional. Transporte. Programação Matemática Linear.

## ABSTRACT

The Venda em Balcão Program aims to provide small producers with access to the Federal Government's public maize stocks at subsidized prices. There is a representative operating cost, while reducing such cost via optimization of the maize distribution flow, starting from an estimate of the supply of four municipalities located in a producing region, using three storage units of the Companhia Nacional de Abastecimento was the purpose of this study. Few studies were found on the flow of grains within the national territory to serve the domestic market. In this bias, a Linear Mathematical Programming model was proposed to support the decision on the best maize flow to attend the Program in question. Secondary data were extracted from government agencies, tabulated, applied to the mathematical model and the results analyzed using the Microsoft Excel Solver. Several scenarios were analyzed and presented. As a result, the model pointed to the use of third-party warehouses when considering the current capacity of the intermediary warehouses of the National Supply Company. But after the 25% increase in capacity, the model began to use the aforementioned Company's intermediate warehouses, even with an increase of up to 695% in the operational cost of maintaining the warehouses.

**Keywords:** Over-the-Counter Sales Program. Storage. Logistics. Operational Research. Transport. Linear Mathematical Programming

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fases de um estudo em Pesquisa Operacional.....	33
Figura 2 – Rede estudada.....	43
Figura 3 – Rede modelada no Modelo Matemático para Apoio à Decisão.....	44
Figura 4 – Oferta estimada atual de 132.000 toneladas e capacidade intermediária atual.....	59
Figura 5 – Oferta estimada atual de 132.000 toneladas e capacidade intermediária aumentada em 25%.....	62
Figura 6 – Oferta estimada atual de 132.000 toneladas e capacidade intermediária aumentada em 50%.....	65
Figura 7 – Oferta estimada aumentada para 200.000 toneladas e capacidade intermediária atual.....	68
Figura 8 – Oferta estimada aumentada para 200.000 toneladas e capacidade intermediária aumentada em 25%.....	71
Figura 9 – Oferta estimada aumentada para 200.000 toneladas e capacidade intermediária aumentada em 50%.....	74

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Parâmetros.....	44
Quadro 2 –	Variáveis.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa de fretes entre a origem e o destino (em R\$/t).....	48
Tabela 2 – Gasto com transporte para a região analisada (em R\$).....	49
Tabela 3 – Médias estimadas de demanda em milho (em t).....	51
Tabela 4 – Estimativa de oferta por município mato-grossense (em t).....	52
Tabela 5 – Gasto com armazenagem e terceiros no Estado do Mato Grosso (em R\$).....	53
Tabela 6 – Custo operacional anual dos armazéns próprios (em R\$).....	54
Tabela 7 – Valores consolidados da operação do Programa de Venda em Balcão para região analisada (em R\$).....	55
Tabela 8 – Quadro comparativo dos custos operacionais dos seis cenários analisados (em R\$).....	75

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Armazéns
AC	Acre
AGF	Aquisição do Governo Federal
AL	Alagoas
AM	Amazonas
AP	Amapá
art.	Artigo
BA	Bahia
BR	Brasil
CE	Ceará
CFP	Companhia de Financiamento da Produção
CIBRAZEM	Companhia Brasileira de Armazenamento
COBAL	Companhia Brasileira de Alimentos
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
D	Destinos
DECEX	Departamento de Operações de Comércio Exterior
DF	Distrito Federal
Dr.	Doutor
Dra.	Doutora
ES	Espírito Santo
EUA	Estados Unidos da América
FAV	Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
GO	Goiás
inc.	Inciso
kg	Kilograma
MA	Maranhão
MAD	Modelo de Apoio à Decisão
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MG	Minas Gerais
nº	Número
O	Origem
p.	Página
PA	Pará
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
PGPM	Política de Garantia de Preços Mínimos
PI	Piauí
PIB	Produto Interno Bruto
PO	Pesquisa Operacional
PR	Paraná
Prof.	Professor
Profa.	Professora
PROPAGA	Programa de Pós-Graduação em Agronegócios
ProVB	Programa de Venda em Balcão
R\$	Reais
RJ	Rio de Janeiro
RN	Rio Grande do Norte
RO	Rondônia
RR	Roraima
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SE	Sergipe
SP	São Paulo
t	Tonelada
TO	Tocantins
UF	Unidade da Federação
UnB	Universidade de Brasília

## SUMÁRIO

### **1 INTRODUÇÃO**15

#### **1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA**15

#### **1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA**18

#### **1.3 OBJETIVOS**19

##### *1.3.1 Objetivo Geral*19

##### *1.3.2 Objetivos Específicos*19

#### **1.4 JUSTIFICATIVA**20

### **2 REFERENCIAL TEÓRICO**23

#### **2.1 MARCO LEGAL DO PROGRAMA DE VENDA EM BALCÃO**23

#### **2.2 AGRONEGÓCIO, CONCEITO DE LOGÍSTICA E SUA IMPORTÂNCIA**25

#### **2.3 O AGRONEGÓCIO E A LOGÍSTICA DE ARMAZENAGEM**27

#### **2.4 PESQUISA OPERACIONAL E MODELOS DE APOIO À DECISÃO**30

### **3 METODOLOGIA**35

#### **3.1 TIPO E DESCRIÇÃO GERAL DA PESQUISA**36

#### **3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO**37

#### **3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA**37

#### **3.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DE DADOS**38

### **4 MODELO MATEMÁTICO PROPOSTO**41

#### **4.1 EXPLICITAÇÃO DO PROBLEMA**41

#### **4.2 MODELO MATEMÁTICO**44

##### *4.2.1 Função Objetivo*45

### **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**47

#### **5.1 CENÁRIO 1 – OFERTA ESTIMADA ATUAL DE 132.000 TONELADAS E CAPACIDADE INTERMEDIÁRIA ATUAL**56

#### **5.2 CENÁRIO 2 – OFERTA ESTIMADA ATUAL DE 132.000 TONELADAS E CAPACIDADE INTERMEDIÁRIA AUMENTADA EM 25%**60

#### **5.3 CENÁRIO 3 – OFERTA ESTIMADA ATUAL DE 132.000 TONELADAS E CAPACIDADE INTERMEDIÁRIA AUMENTADA EM 50%**63

#### **5.4 CENÁRIO 4 – OFERTA ESTIMADA AUMENTADA PARA 200.000 TONELADAS E CAPACIDADE INTERMEDIÁRIA ATUAL**66

**5.5 CENÁRIO 5 – OFERTA ESTIMADA AUMENTADA PARA 200.000 TONELADAS E CAPACIDADE INTERMEDIÁRIA AUMENTADA EM 25%<sup>69</sup>**

**5.6 CENÁRIO 6 – OFERTA ESTIMADA AUMENTADA PARA 200.000 TONELADAS E CAPACIDADE INTERMEDIÁRIA AUMENTADA EM 50%<sup>72</sup>**

**6 CONSIDERAÇÕES FINAIS<sup>77</sup>**

**REFERÊNCIAS<sup>80</sup>**

**APÊNDICE<sup>85</sup>**

**APÊNDICE A – DADOS DE VENDA DE MILHO DO PROVB NO BRASIL – PERÍODO 2012-2021<sup>86</sup>**

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação do Tema

O desenvolvimento da agricultura se deu com o passar do tempo, tornando-se um grande negócio para vários países. Em meados do século XX, o termo “*agribusiness*” foi apresentado por Davis e Goldberg (2021) como o conjunto de todas as atividades envolvidas na fabricação dos insumos e posterior distribuição desses. Além dos insumos, há também a produção na fazenda, o armazenamento, o processamento e a distribuição não apenas dos produtos agrícolas, mas de todos os itens feitos a partir deles (DAVIS; GOLDBERG, 2021).

Com o Brasil não foi diferente, pois, em função de sua extensão territorial de terras férteis, com alta produtividade e culturas variadas (MACHADO JÚNIOR; REIS NETO, 2021), o país vem se consolidando, nas últimas décadas, como um grande *player* do agronegócio mundial, sendo um dos maiores produtores agrícolas do mundo (USDA, 2022).

Segundo Gaban *et al.* (2017, p. 35), “[...] o Brasil é um país baseado economicamente na exportação de *commodities* e que, ao longo dos anos, as exportações do setor vêm contribuindo significativamente para uma balança comercial favorável ao país”. Corroborando com essa afirmativa, Arruda, Silva Neto e Bastos (2014) informam que o agronegócio é um setor pujante no país, sendo um dos principais componentes do Produto Interno Bruto (PIB).

O aumento da produção desses bens no Brasil se deu em função do aumento da área cultivada, somada à evolução tecnológica no setor agrícola (BARONI; BENEDETI; SEIDEL, 2017). Além disso, é conhecido que a produção brasileira de grãos tende a crescer ainda mais nos próximos anos pois, com a introdução de novas tecnologias no campo e com o desenvolvimento das técnicas de cultivo, a produtividade vem aumentando de forma desproporcional em relação à quantidade de terras disponíveis (SILVA NETO; SANTOS, 2019).

Segundo o 3º levantamento de safras realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e apresentado em dezembro de 2022, “[...] a estimativa para a safra 2022/23 indica a produção de 312,2 milhões de toneladas, 15% ou 40,8 milhões de toneladas superior à obtida em 2021/22” (CONAB, 2022a).

Em relação à produção de grãos, o Brasil vem se destacando, constituindo-se em um grande protagonista do agronegócio. O país vem ganhando reconhecimento em função do aumento anual de sua produção agrícola (SILVA NETO; SANTOS, 2019). Entretanto, o aumento da produção de grãos não vem sendo acompanhado pelo aumento da capacidade de armazenagem de grãos (BARONI; BENEDETI; SEIDEL, 2017).

Dessa forma, a armazenagem, também conhecida como capacidade de armazenagem estática ou simplesmente capacidade estática, tem, segundo Azevedo *et al.* (2008), o objetivo de proteger e dar segurança ao produto. Para Biagi, Bertol e Carneiro (2002), a atividade armazenadora envolve a guarda e a conservação do produto, contribuindo para a diminuição das perdas por meio das técnicas de armazenagem existentes.

Nesse sentido, a referida capacidade de armazenagem é de fundamental importância para o setor agrícola por tratar-se de várias atividades associadas, tais como: guarda do produto, limpeza, secagem, tratamento fitossanitário, transporte, classificação, entre outras, com o intuito de preservar as qualidades físicas e químicas do produto, a partir da colheita até o abastecimento (ELIAS, 2016 *apud* SILVA NETO; SANTOS, 2019).

Tal capacidade estática é importante na cadeia produtiva como um todo e, conforme Silva Neto e Santos (2019), é possível afirmar que a armazenagem tem enorme importância não apenas no conceito micro, ou seja, o do armazém em si, mas também no macro, abrangendo todas as funções de armazenagem na cadeia produtiva, auxiliando, inclusive, na distribuição dos grãos.

Isso significa que, além das instalações propriamente ditas, a localização do armazém é de fundamental importância e essencial para a movimentação da mercadoria, uma vez que pouco adianta ter um armazém caro e moderno em uma área onde a rede armazenadora será pouco utilizada para a armazenagem e posterior movimentação da mercadoria ao longo do território.

Contribuindo para esse entendimento, Ballou (1992) atenta que os armazéns ou centrais de distribuição são fundamentais e executam um papel-chave para otimizar a movimentação de mercadorias.

No início do século XX, segundo Beskow e Deckers (2002), as estruturas armazenadoras existentes no Brasil pertenciam majoritariamente ao setor privado, localizadas nas regiões produtoras de café, no interior do Estado de São Paulo (SP), ou

em regiões portuárias, como, por exemplo, a cidade de Santos, no litoral de SP, e a capital do Estado do Rio de Janeiro (RJ).

Na década de 1970, o poder público contribuiu significativamente para a expansão da rede armazenadora para o interior do Brasil. Assim, historicamente, a armazenagem de grãos apresentou várias intervenções de caráter político, com a finalidade de ajustar eficientemente a distribuição dos armazéns no país, pois desde sua origem até o início da década de 1970, a rede armazenadora brasileira se concentrava majoritariamente no litoral (SILVA, 2000 *apud* AMORIM *et al.*, 2015).

Nesse contexto, a função desempenhada pelas armazenadoras estatais contribuiu significativamente para consolidar o setor produtivo no território brasileiro, tendo papel fundamental quando da expansão da fronteira agrícola para a região Centro-Oeste do país, pois cumpriu uma função para a qual não havia substituto em decorrência do desinteresse do setor privado em correr o risco de desbravar uma região distante dos grandes centros (BESKOW; DECKERS, 2002).

No que pese a intervenção do poder público na rede armazenadora brasileira, a partir da década de 1970, o Governo Federal deixou de investir em unidades armazenadoras próprias nos últimos anos do século XX e início do século XXI e, com o aumento da produção agrícola, a estrutura de armazenagem se tornou mal localizada e escassa (PEREIRA; ROSSI, 2015).

Diante do exposto, tem-se que a produção e distribuição de grãos para o abastecimento, tanto do mercado interno quanto do externo, são temas de extrema relevância para a economia brasileira, pois não basta apenas produzir em grande quantidade, sendo necessário transportar e estocar a produção ao longo do território nacional para atendimento das necessidades do setor produtivo, bem como da sociedade brasileira como um todo.

Especificamente em relação ao mercado interno, a CONAB tem papel de destaque nas ações de aquisição, armazenagem, transporte e distribuição de grãos, sobretudo, em relação ao milho.

A CONAB é uma empresa pública federal vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), constituída na forma da Lei nº 8.029, de 12 de abril de 1990 (BRASIL, 1990), por meio da fusão das seguintes empresas públicas federais: Companhia Brasileira de Alimentos (COBAL), Companhia Brasileira de Armazenamento (CIBRAZEM) e Companhia de Financiamento da Produção (CFP) (SOARES, 2017).

Assim, o Brasil é um dos maiores produtores de grãos, principalmente de soja e de milho e, especificamente em relação a esse último, o produto é utilizado como alimento para rebanhos diversos espalhados pelo país. Em consequência, com o intuito de auxiliar o pequeno produtor com o seu negócio, o Governo Federal criou o Programa de Vendas em Balcão (ProVB), destinado a viabilizar o acesso do pequeno produtor rural aos estoques governamentais (CONAB, 2022c).

O ProVB abrange todas as Unidades da Federação (UFs). Entretanto, para o presente estudo, apenas a região Nordeste e mais os Estados do Pará (PA) e do Espírito Santo (ES) foram analisados em função da representatividade dos mesmos.

## **1.2 Formulação do Problema de Pesquisa**

O ProVB tem como área de abrangência todo o território brasileiro, tendo como principal fornecedor de milho para o programa o estado do Mato Grosso (MT), maior produtor do grão em território nacional (CONAB, 2022b).

Nesse viés, o presente estudo teve como recorte de pesquisa a região Nordeste do Brasil e dois Estados (ES e PA) adjacentes a essa. Tal região é atualmente a maior beneficiada pelo programa em função das constantes secas que assolam aquela parte do país – o que obriga o Governo Federal a transportar quantidade significativa de milho para aquela região.

Conforme dados extraídos para a pesquisa, apurou-se que a quantidade removida para a região em comento corresponde a quase 70% do milho do ProVB comercializado no período analisado. Por isso, o recorte da pesquisa contemplou a região em questão.

De fato, escoar o produto a partir do MT é dispendioso. A expansão da fronteira agrícola para a região Centro-Oeste nos últimos anos expôs as dificuldades para o escoamento dos grãos a partir daquele Estado, pois, a infraestrutura de transporte naquela região ainda é bastante deficitária, sendo a rede armazenadora insuficiente para estocar os grãos (SILVA NETO; SANTOS, 2019).

Para otimizar os recursos financeiros da CONAB, faz-se importante um Modelo de Apoio à Decisão (MAD) sobre o fluxo ótimo de milho a partir do MT para abastecimento do ProVB na região Nordeste e nos Estados do ES e PA.

No modelo de fluxo ótimo, a CONAB poderá utilizar ou não unidades armazenadoras intermediárias para estoque do milho e posterior abastecimento das demais unidades armazenadoras terminais da Companhia espalhadas pela região Nordeste e nos Estados do PA e ES.

O fluxo ótimo é um tema relevante no agronegócio brasileiro, pois contribui significativamente para a diminuição dos custos operacionais no setor. Estudos sobre o tema ainda são poucos, ao passo que o presente estudo buscou contribuir para um melhor entendimento da melhor forma de escoar a produção a partir da região Centro-Oeste e, mais especificamente, do MT, para abastecimento do ProVB e para as operações logísticas similares àquele Programa.

Diante do exposto, questionou-se: qual o fluxo ótimo de milho para o atendimento ao ProVB na região Nordeste do Brasil e nos Estados adjacentes do PA e do ES utilizando unidades armazenadoras intermediárias da CONAB?

Entende-se por fluxo ótimo o volume de milho que deve ser transportado até os armazéns intermediários da CONAB e dos armazéns intermediários até os armazéns finais receptores, minimizando custos e atendendo a demanda e oferta de milho.

### **1.3 Objetivos**

#### *1.3.1 Objetivo Geral*

Apresentar um MAD, já contemplando os custos de transporte e de armazenagem, para o fluxo ótimo de milho a partir do MT para atendimento do ProVB da CONAB na região Nordeste e nos Estados adjacentes do PA e ES, utilizando unidades armazenadoras intermediárias da CONAB.

#### *1.3.2 Objetivos Específicos*

- Mapear a demanda do produto (milho);
- Estimar a oferta do produto (milho);

- Propor um MAD sobre o fluxo ótimo de transporte de milho entre a principal região produtora do país e os principais destinos consumidores;
- Validar e aplicar o MAD; e
- Analisar os resultados.

#### 1.4 Justificativa

A logística do agronegócio pode ser visualizada antes da porteira (logística de suprimentos), dentro da porteira (logística atrelada à produção) e depois da porteira (logística de distribuição), conforme propõem Ahumada e Villalobos (2009), sendo que o presente estudo tratou dos problemas inerentes a este último, ou seja, a logística de distribuição utilizando ou não armazéns próprios da CONAB.

Nesse ínterim, as linhas que se seguem analisaram o fluxo ótimo de milho partindo de quatro municípios de uma região produtora localizada no MT para unidades armazenadoras intermediárias, a fim de abastecer, posteriormente, as unidades armazenadoras terminais da própria CONAB localizadas nos Estados da região Nordeste e em dois Estados adjacentes, utilizando como referência suas respectivas capitais.

Para tanto, é lugar-comum falar que o agronegócio brasileiro é competitivo na parte da produção. Entretanto, quando se trata de distribuição, o país vem enfrentando dificuldades há um bom tempo. Desde o início do século XXI, alguns artigos vêm tratando do assunto. Bem Noro *et al.* (2005), por exemplo, já destacavam que o transporte de grãos a partir de regiões produtoras tinha um alto custo para o produtor brasileiro.

Naquela época, dados obtidos do Departamento de Operações de Comércio Exterior (DECEX) do então Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) já afirmavam que “[...] enquanto nos EUA, os custos logísticos estão na casa de 7,5% e na Europa entre 8,5 e 10,2%, no Brasil os custos são três vezes maiores chegando à casa dos 25% em algumas empresas” (BEM NORO *et al.*, 2005, p. 5).

Segundo Viana (2020), nos últimos anos, os custos logísticos das empresas brasileiras vêm aumentando consideravelmente, passando de 11,52%, do faturamento em 2014, para 12,37%, em 2017. Trata-se de um valor médio, pois, o

impacto dos custos logístico é diferente entre empresas de setores distintos, tendo um peso maior naquelas empresas de setores com baixo valor agregado (mineração e agronegócio, por exemplo). Assim, enquanto na indústria farmacêutica tal custo é de apenas 4,7%, na mineração, chega a 26,1% (VIANA, 2020).

Para Pimenta (1998 *apud* MARTINS *et al.*, 2005), o conhecimento dos custos de uma atividade econômica proporciona a criação de vantagens competitivas para qualquer organização, sendo que a gestão dos referidos custos é fundamental para a utilização das ferramentas de apoio na tomada de decisão.

O gerenciamento dos custos é essencial para a competitividade empresarial, sendo que um dos desafios na gestão é gerenciar a relação entre custos e nível de serviço – *trade-off* –, pois cada vez mais o cliente está exigindo um melhor nível de serviço sem, no entanto, querer pagar mais por isso, cabendo à logística o papel de agregar valor ao produto por meio dos seus serviços.

Ainda segundo Martins *et al.* (2005), as decisões logísticas relacionam-se à definição do arranjo entre os diferentes componentes logísticos, quais sejam: estrutura de instalações; processamento de pedidos; manutenção de informações; transporte; manutenção de estoques; armazenagem; e, manuseio.

Jank, Nassar e Tachinardi (2005) atentam que a logística é peça fundamental no agronegócio por representar a atividade final que coroa todo o esforço relacionado à pesquisa, à implementação tecnológica, à expansão da fronteira agrícola, entre outros, e que contribui para alavancar o agronegócio brasileiro.

Nesse contexto, mostra-se importante o desenvolvimento de um MAD para o presente trabalho devido ao alto custo e ao impacto na tomada de decisão sobre a armazenagem e o fluxo ótimo de milho no agronegócio brasileiro. Especificamente em relação à CONAB, os custos operacionais do ProVB demandam somas elevadas de recursos da União – o que gera críticas por parte de alguns setores da sociedade.

Em suma, o presente estudo mostrou-se de grande importância para a Academia e para o mercado, uma vez que o estudo do fluxo ótimo é um fator importante para a logística de distribuição, sendo vital para o agronegócio, pois trata-se de produtos de baixo valor agregado, com a necessidade de otimizar o escoamento dos grãos, a fim de agregar valor ao produto.

Diante do exposto, as linhas que se seguem foram assim divididas: introdução; referencial teórico; metodologia; modelo matemático proposto; resultados e discussão; e, considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo buscou empreender uma revisão de literatura que fundamentasse o presente estudo, abordando os seguintes temas: “marco legal do Programa de Venda em Balcão (ProVB)”; “agronegócio”; “logística de transporte, de armazenagem e de distribuição”; “Pesquisa Operacional (PO)”; e, “Modelo de Apoio à Decisão (MAD)”.

### 2.1 Marco Legal do Programa de Venda em Balcão

Por meio da Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) adquire produtos agropecuários – objetos da referida Política – em locais onde o excesso de produção possa comprometer o preço mínimo do produto contemplado, prejudicando, com isso, a renda do produtor rural.

Após a definição de quais produtos serão objetos da PGPM, um dos instrumentos do Governo Federal para adquirir tais produtos e formar estoques públicos é a Aquisição do Governo Federal (AGF).

Após a formação de tais estoques públicos, uma das formas do pequeno produtor ter acesso aos estoques governamentais é por meio do ProVB. A CONAB é a responsável pela operacionalização do ProVB e, na página institucional da companhia na *internet*, consta o que se segue:

[...] o Programa de Vendas em Balcão (ProVB) tem como objetivo viabilizar o acesso de criadores rurais de pequeno porte de animais e micro agroindústrias aos estoques de produtos agrícolas sob gestão da Conab por meio de vendas diretas, a preços compatíveis com os praticados em pregões públicos ou com os dos mercados atacadistas locais (CONAB, 2022c).

Em síntese, o ProVB tem como principal objetivo a manutenção dos custos de produção acessíveis ao pequeno produtor rural, garantindo a sua renda e, conseqüentemente, contribuindo para a manutenção do empreendimento rural do pequeno criador, e combatendo, com isso, o seu êxodo para os grandes centros urbanos.

O marco legal do Programa em comento é a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991 (BRASIL, 1991), a Portaria Interministerial nº 182, de 25, de agosto de 1994 (BRASIL, 1994), e a Portaria Interministerial nº 38, de 09 de março de 2004 (BRASIL, 2004).

De acordo com o art. 1º da Lei nº 8.171/1991, *in verbis*:

Esta lei fixa os fundamentos, define os objetivos e as competências institucionais, prevê os recursos e estabelece as ações e instrumentos da política agrícola, relativamente às atividades agropecuárias, agroindustriais e de planejamento das atividades pesqueira e florestal.

Assim, o objetivo da referida Lei nº 8.171 foi fixar os fundamentos e definir os objetivos e as competências da Política Agrícola Nacional.

Em seu art. 2º, a Lei nº 8.171 lista os pressupostos que fundamentam a Política Agrícola, onde destaca para fins do ProVB:

[...] II - o setor agrícola é constituído por segmentos como: produção, insumos, agroindústria, comércio, abastecimento e afins, os quais respondem diferenciadamente às políticas públicas e às forças de mercado;  
III - como atividade econômica, a agricultura deve proporcionar, aos que a ela se dediquem, rentabilidade compatível com a de outros setores da economia;  
IV - o adequado abastecimento alimentar é condição básica para garantir a tranquilidade social, a ordem pública e o processo de desenvolvimento econômico-social.

Já em seu art. 3º, a Lei nº 8.171 lista os principais objetivos da Política Agrícola, sendo que novamente destaca-se para fins do ProVB:

I - na forma como dispõe o art. 174 da Constituição, o Estado exercerá função de planejamento, que será determinante para o setor público e indicativo para o setor privado, destinado a promover, regular, fiscalizar, controlar, avaliar atividade e suprir necessidades, visando assegurar o incremento da produção e da produtividade agrícolas, a regularidade do abastecimento interno, especialmente alimentar, e a redução das disparidades regionais;  
III - eliminar as distorções que afetam o desempenho das funções econômica e social da agricultura;  
X - prestar apoio institucional ao produtor rural, com prioridade de atendimento ao pequeno produtor e sua família;  
XVII – melhorar a renda e a qualidade de vida no meio rural.

Em seu Art. 4º, que trata das ações e instrumentos de política agrícola, destaca-se “VII - produção, comercialização, abastecimento e armazenagem”.

Portanto, percebe-se que, em vários artigos da Lei nº 8.171, fixa-se os fundamentos e define-se os objetivos e as competências da Política Agrícola Nacional e são mencionadas as atividades que justificam a existência do ProVB.

Além da supracitada Lei, temos a Portaria Interministerial nº 182 e a Portaria Interministerial nº 38 como marcos reguladores do Programa.

A Portaria Interministerial nº 182 traz:

Título II - Dos estoques públicos  
Capítulo II - Da formação dos estoques públicos  
Art. 8º A localização do estoque estratégico deverá obedecer aos critérios de demanda potencial de mercado e de programas emergenciais de segurança alimentar, de conformidade com regulamentação específica, o estoque deverá ser prioritariamente colocado em armazéns da Conab.

A portaria Interministerial nº 38 estabelece que a formação e a manutenção de estoques públicos de produtos agropecuários serão realizadas pela Conab.

Mais recentemente houve a Medida Provisória nº 1.064, de 17 de agosto de 2021, que em sua ementa assevera, *in verbis*:

Instituição do Programa de Venda em Balcão para promover o acesso do pequeno criador de animais ao estoque público de milho, incluído o aqüicultor, vedada a participação de produtores integrados e integradores, sendo autorizada a aquisição de milho e de sacaria pela Conab.

E, por fim, em 04 de janeiro de 2022, a referida Medida Provisória nº 1.064/2021 foi convertida na Lei nº 14.293.

## **2.2 Agronegócio, Conceito de Logística e sua Importância**

Conforme já mencionado na introdução, o termo *agribusiness* foi elaborado em 1957 por John Davis e Ray Goldberg e, conforme o entendimento de Souza (2019, p. 03), é “a soma total de todas as operações feitas dentro e fora da fazenda e que envolvem a produção de suprimentos agrícolas e posteriormente o processo e distribuição de produtos”.

Assim, as atividades do agronegócio vão muito além do plantio e da colheita, pois há toda uma cadeia para que o setor alcance os seus resultados e a logística é

peça fundamental que impacta diretamente na competitividade e lucratividade do setor. A logística se faz presente desde a cadeia de suprimentos, passando pela produção, e posterior distribuição, sendo que os custos logísticos estão presentes já naquele primeiro momento (SILVA *et al.*, 2021).

É no pós-colheita que a situação logística se agrava. É nesse momento que o transporte e a armazenagem são necessários para que o produto chegue ao consumidor final ou à indústria de transformação a um custo ótimo, levando em consideração alguns agravantes como as características perecíveis dos produtos, a sua sazonalidade, a flutuação dos preços no mercado internacional, dentre outros. (SILVA *et al.*, 2021).

O *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2022), em sua página institucional na Internet define que:

[...] o gerenciamento da cadeia de suprimentos abrange o planejamento e o gerenciamento de todas as atividades envolvidas no fornecimento e aquisição, conversão e todas as atividades de gerenciamento de logística. É importante ressaltar que também inclui coordenação e colaboração com parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, provedores de serviços terceirizados e clientes. Em essência, o gerenciamento da cadeia de suprimentos integra o gerenciamento da oferta e da demanda dentro e entre as empresas.

Ainda segundo o CSCMP (2022), a

[...] gestão da logística é a parte da gestão da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla o fluxo e o armazenamento de mercadorias, serviços e informações relacionadas de forma eficiente e eficaz entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de atender aos requisitos dos clientes.

Vale destacar ainda um conceito antigo da mesma instituição: é o de que

[...] logística é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes (BALLOU, 1992, p. 27).

Trata-se de uma atividade de vital importância para a economia em geral e principalmente para o agronegócio brasileiro, uma vez que, em virtude da expansão da fronteira agrícola para áreas mais centrais do Brasil, gargalos logísticos se fizeram

notar quando “as novas áreas de cultivo passaram a se localizar cada vez mais distantes tanto dos principais centros consumidores (localizados nas regiões Sul e Sudeste) quanto dos principais portos, para onde parte da produção deve se destinar com objetivo de ser exportada” (CASTRO, 2015, p. 7).

Ainda segundo Castro (2015, p. 7), “esta distância cada vez maior dos centros exportadores agravou um dos maiores gargalos da competitividade econômica da produção agropecuária brasileira: a infraestrutura de transportes”.

Na logística do agronegócio, além dos transportes, é preciso falar da armazenagem de grãos, pois as unidades armazenadoras podem estar localizadas tanto fora quanto dentro das fazendas e, no que pese ter ocorrido um aumento na produção com a expansão da fronteira agrícola para a região central do Brasil, é notório a questão do *déficit* de armazenagem no país, lembrando que a atividade é fundamental para o funcionamento dos sistemas agroindustriais (SANTOS e PEREIRA, 2019).

### **2.3 O Agronegócio e a Logística de Armazenagem**

Segundo Souza (2019) o agronegócio ocorre antes, dentro e depois da porteira, sendo que antes da porteira estão as atividades relacionadas à aquisição de sementes, mudas, fertilizantes, agroquímicos, tratores e implementos. Dentro da porteira seria a produção em si e como exemplo há as produções de café, soja, milho, arroz, feijão, pecuária, dentre outros. Já o beneficiamento, transporte, armazenamento, processamento ou industrialização seriam as atividades relacionadas ao depois da porteira.

O contínuo aumento da produção agropecuária brasileira nos últimos anos destacou a importância de uma infraestrutura logística eficiente no Brasil, tendo a capacidade de armazenagem como um dos gargalos logísticos a ser mitigado, pois não basta apenas produzir, é preciso ter uma capacidade de armazenamento que atenda a crescente demanda nacional por espaços apropriados para a correta armazenagem e posterior distribuição de grãos (SILVA *et al.*, 2021).

A atividade de transporte e armazenagem são de extrema importância para um agronegócio cada dia mais produtivo. Assim, com o aumento dessas atividades, faz-se necessária a disponibilidade de instalações adequadas para a guarda e

conservação de grãos, além de ser uma das atividades logísticas mais importantes para a competitividade do agronegócio nacional no cenário mundial (COSTA e MARJOTTA-MAISTRO, 2017).

Em relação à legislação, a Lei nº 9.973, de 29/05/2000, dispõe sobre o sistema de armazenagem de produtos agropecuários no Brasil. A referida Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 3.855, de 03/07/2001.

Ainda no âmbito legislativo, destaca-se a Instrução Normativa nº 29 do Mapa, de 08 de junho de 2011 (IN/MAPA nº 29/2011) que regulamenta o Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras no Brasil, definido como sendo o “conjunto das unidades armazenadoras do país destinado à guarda e conservação de produtos agropecuários, seus derivados, subprodutos e resíduos de valor econômico”.

A referida IN nº 29/2011 define também as unidades armazenadoras como “edificações, instalações e equipamentos organizados funcionalmente para a guarda e conservação dos produtos agropecuários, seus derivados, subprodutos e resíduos de valor econômico”.

Uma outra definição importante que consta na IN nº 29/2011 e que se destaca para o presente trabalho são as definições de unidade armazenadora como: Unidade Armazenadora “em nível de Fazenda”, Unidade Armazenadora Coletora, Unidade Armazenadora Intermediária e Unidade Armazenadora Terminal.

A Unidade Armazenadora “em nível de Fazenda”, como o próprio nome já diz, é a unidade localizada na propriedade rural e com a capacidade estática e estrutura para atender as necessidades do próprio produtor (IN/MAPA nº 29, 2011).

A Unidade Armazenadora Coletora está localizada na zona rural, incluindo nas propriedades rurais, bem como na zona urbana e que possuem características operacionais próprias, são dotadas de “equipamentos para processamento de limpeza, secagem e armazenagem com capacidade operacional compatível com a demanda local” (IN/MAPA nº 29, 2011).

As Unidades Armazenadoras Intermediárias, são objeto do presente trabalho, localizam-se em pontos estratégicos, a fim de facilitar “a recepção e o escoamento dos produtos provenientes das unidades armazenadoras coletoras” (IN/MAPA nº 29, 2011). Ainda segundo a IN nº 29/2011, essas unidades permitem a “concentração de grandes estoques em locais destinados a facilitar o processo de comercialização, industrialização ou exportação”.

Por fim, há a Unidade Armazenadora Terminal, que é a

[...] unidade armazenadora localizada junto aos grandes centros consumidores ou nos portos, dotadas de condições para a rápida recepção e o rápido escoamento do produto, caracterizando-a como unidade armazenadora de alta rotatividade (IN/MAPA nº 29, 2011)

Quanto aos gargalos existentes nesse segmento, um dos principais é o *déficit* de espaço para a armazenagem dos produtos agrícolas em função do significativo aumento da produção e da produtividade de grãos que o país vem apresentando a cada nova safra (FILIPPI *et al.*, 2018).

Além disso, um outro gargalo ainda pouco estudado nesse segmento é a questão da localização dos armazéns para a diminuição de custos operacionais e contribuição para o fluxo ótimo da produção ao longo do território brasileiro.

A localização de instalações fabris constitui-se em fator chave para qualquer empreendimento e, segundo Gaither e Frazier (2002), as decisões não devem ser tomadas de maneira apressada.

Ritzman e Krajewski (2004) afirmam que localização das instalações se refere ao processo para determinar a localização geográfica para as operações de uma empresa, sendo que muitos fatores são levados em consideração na avaliação da localização ótima de unidades fabris, como por exemplo: proximidade dos clientes e fornecedores, custos de mão de obra e custos de transportes.

Ainda segundo Gaither e Frazier (2002), há vários fatores que afetam a decisão quanto à localização, como por exemplo: proximidade de concentrações de clientes e cidadãos; disponibilidade e custos de mão de obra; atratividade da comunidade para recrutar profissionais; grau de organização sindical, custos de construção e terrenos; proximidade de instalações de transportes; custos de transporte das entradas; custos de transporte das saídas, disponibilidade e custos de serviços públicos, proximidades de matérias-primas e suprimentos, restrições de zoneamento e impacto ambiental, dentre outras.

Assim, decidir qual é a localização ótima de armazéns para um fluxo ótimo de produtos agropecuários é uma tarefa complexa, pois dificilmente haverá um local específico que reúna todas as condições para a operação da unidade fabril, pelo

contrário, haverá diversas localizações em condições de receber a referida unidade (GAITHER; FRAZIER, 2002).

## 2.4 Pesquisa Operacional e Modelos de Apoio à Decisão

A modelagem matemática vem sendo bastante utilizada para a otimização dos limitados recursos organizacionais por meio da maximização ou minimização dos objetivos da função e para corroborar com essa afirmação, apresenta-se a seguir diversos estudos que utilizaram a modelagem matemática para a resolução dos seus problemas.

Akgül e Seçkiner (2019) desenvolveram um modelo matemático que objetivava maximizar o Valor Presente Líquido (VPL) do investimento otimizando a cadeia de fornecimento de biomassa em uma região da Turquia. Aras e Bilge (2018), também na Turquia, desenvolveram um modelo matemático que objetivava minimizar o custo total de vários componentes relacionados à operação de uma empresa do setor de alimentos que atuava no mercado de salgadinhos.

Já Bilir *et al.* (2017) propuseram um modelo matemático com os objetivos de maximizar, tanto o lucro como o valor total das vendas, e minimizar os riscos inerentes às cadeias de suprimentos. O modelo proposto por Chaiwuttisak *et al.* (2016) procurou otimizar o fornecimento de hemoderivados e reduzir os custos de transportes na distribuição de sangue na Tailândia sob uma restrição orçamentária reduzida. Kim *et al.* (2020) propuseram uma metodologia para um plano estratégico de implantação de estações de reabastecimento de hidrogênio de veículos com células de combustível de hidrogênio na República da Coreia, popularmente conhecida como Coreia do Sul.

Liu *et al.* (2020), utilizando-se de técnicas de programação linear, propuseram um modelo com o objetivo de determinar as localizações, bem como as respectivas capacidades ideais de fábricas, armazéns e centros de distribuição.

Em relação ao setor agrário, Biere (2001) afirma que a sazonalidade impõe limites à agricultura e conseqüentemente leva os produtores a questionar como e quais os locais onde os produtos agrícolas podem ser armazenados de forma mais

econômica para facilitar a posterior distribuição dos produtos e minimizar os custos de distribuição.

Nesse sentido, um modelo matemático sobre o fluxo ótimo utilizando armazéns intermediários da Conab poderá reduzir custos operacionais, melhorar a disponibilidade e tempo de entrega do milho e, conseqüentemente, ajudar na operacionalização do ProVB.

Para tanto, uma das ferramentas utilizadas dentro da área de Pesquisa Operacional para a tomada de decisão é o MAD, ferramenta essa de extrema importância para o processo decisório, pois permite que o problema seja modelado e estruturado de forma a dirimir eventuais falhas no processo de decisão.

Conforme Lachtermacher (2016), os referidos modelos:

- Forçam os decisores a tornarem explícitos seus objetivos;
- Forçam a identificação e o armazenamento das diferentes decisões que influenciam os objetivos;
- Forçam a identificação e o armazenamento dos relacionamentos entre as decisões;
- Forçam a identificação das variáveis a serem incluídas e em que termos elas serão quantificáveis;
- Forçam o reconhecimento de limitações; e
- Permitem a comunicação de suas ideias e seu entendimento para facilitar o trabalho de grupo.

O termo Pesquisa Operacional (PO) foi elaborado para caracterizar o uso de cientistas para analisar problemas de ordem militar, sobretudo na época da Segunda Guerra Mundial. Com o fim do conflito, as atividades relacionadas à PO foram estendidas para as organizações civis (MOREIRA, 2010).

A Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (Sobrapo) define PO como sendo “uma ciência aplicada voltada para a resolução de problemas reais, que, tendo como foco a tomada de decisão, aplica conceitos e métodos de outras áreas específicas para concepção, planejamento ou operação de sistemas para atingir seus objetivos” (MORABITO, 2008, p. 158).

A PO, especificamente nas organizações, originou-se da necessidade de se encontrar resoluções para problemas operacionais complexos, pois com o

crescimento das organizações, houve a divisão de atividades, entretanto, a referida divisão trouxe consequências negativas como por exemplo, uma maior autonomia por parte das unidades organizacionais o que fez com que elas perdessem, muitas vezes, a visão do todo e com isso gerou-se dificuldades na alocação de recursos (HILLIER; LIBERMAN, 2006).

Para Andrade (2015) as fases de um estudo em PO são: definição do problema, construção do modelo, solução do modelo, validação do modelo, implementação da solução e avaliação final.

Figura 1 – Fases de um estudo em Pesquisa Operacional



Fonte: Adaptado de Andrade (2015).

Ainda segundo o autor (2015), a metodologia utilizada na PO é mais propensa a utilizar soluções de problemas que sejam representados por modelos matemáticos.

Segundo Lachtermacer (2016), ao selecionar uma linha de ação para a identificação de um problema ou para uma oportunidade, passa-se por um processo denominado de tomada de decisão. A fim de facilitar o processo de tomada de decisão dentro da área de PO, uma das ferramentas utilizadas é o MAD, que pode ser classificado em: físicos, análogos e matemáticos ou simbólicos. Os modelos matemáticos são os mais utilizados em situações gerenciais e será o tipo utilizado no presente trabalho.

O autor segue informando que nos modelos matemáticos onde há variáveis representando uma decisão gerencial a ser tomada são chamados de modelos de decisão. Os modelos matemáticos sempre serão uma simplificação da realidade e que detalhes deverão ser incorporados aos modelos a fim de que os resultados atinjam suas necessidades, as informações disponíveis sejam consistentes e que o tempo disponível seja suficiente para ser modelado e analisado (LACHTERMACER, 2016).

Uma outra característica dos modelos matemáticos é a sua classificação em relação ao nível de incerteza entre as variáveis que são: determinísticas e probabilísticas (estocásticos). Os determinísticos têm informações relevantes assumidas como conhecidas, já nos probabilísticos, uma ou mais variáveis de decisão não são conhecidas com certeza (LACHTERMACER, 2016). No presente trabalho, utilizou-se o determinístico.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo, procurar-se-á apresentar os métodos e as técnicas de pesquisa científica adotados no trabalho e, para tanto, serão apresentados inicialmente o conceito de pesquisa, as suas características e o seu objetivo, onde segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 48):

A pesquisa científica é uma atividade humana, cujo objetivo é conhecer e explicar os fenômenos, fornecendo respostas às questões significativas para a compreensão da natureza. Para essa tarefa, o pesquisador utiliza o conhecimento anterior acumulado e manipula cuidadosamente os diferentes métodos e técnicas para obter resultado pertinentes às suas indagações.

Ainda segundo os autores, "a Pesquisa Científica visa a conhecer cientificamente um ou mais aspectos de um determinado assunto. Para tanto, deve ser sistemática, metódica e crítica" (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 49).

Conforme Gil (2008, p.26) "o objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos".

Assim, para a presente pesquisa, realizou-se ao longo de 2022 uma revisão da literatura por meio da *Web of Science*, onde foram pesquisados 40 artigos internacionais, escritos no idioma inglês e que contribuíram para o embasamento do presente trabalho.

Utilizou-se também o Google Acadêmico, onde foram pesquisados artigos nacionais que contribuíram também para o trabalho. Foram extraídos os artigos pelas seguintes palavras-chave: "Logística do Agronegócio no Brasil", "Armazenagem no Brasil" e "Localização de Armazém no Brasil".

Em "Logística do Agronegócio no Brasil" foram selecionados 19 artigos escritos no período de 2005 a 2021 e que tratavam do tema sobre logística do agronegócio com o objetivo de obter um panorama do que vinha sendo discutido sobre o assunto. Os artigos foram ordenados por ano de publicação e analisados um a um.

Em "Armazenagem no Brasil", foram relacionados 30 artigos escritos no período de 2003 a 2021 e que tratavam sobre a armazenagem de grãos no Brasil. Os artigos foram igualmente ordenados por ano de publicação e analisados um a um.

Por fim, em "Localização de Armazém no Brasil", apenas um único artigo de 2007 foi selecionado, o que caracteriza a lacuna de pesquisa do presente trabalho.

Percebe-se que nos trabalhos consultados os temas abordam logística de um modo geral, abordando a questão dos transportes e seus modais, as condições das vias, a matriz de transporte não balanceada, a questão do *déficit* de armazenagem e a sua importância para o agronegócio, porém objetivos relacionados à localização dos armazéns intermediários para um fluxo ótimo de produtos agropecuários foram raramente encontrados.

Quando se trata do tema proposto pelo presente trabalho, objetiva-se encontrar quais Unidades Armazenadoras Intermediárias e terminais da Conab poderão ser utilizadas e quais são os melhores trechos origem-destino para um fluxo ótimo do milho ProVB.

### **3.1 Tipo e Descrição Geral da Pesquisa**

Para a realização do presente trabalho e conforme exposto, foram adotados métodos científicos, e conforme definições de Prodanov e Freitas (2013), a presente pesquisa tem a seguinte classificação:

- De acordo com a sua natureza: pesquisa aplicada, pois tem a intenção de gerar conhecimento à ciência com a resolução do problema estudado;
- De acordo com os seus objetivos: pesquisa exploratória, pois assume a forma de uma pesquisa bibliográfica;
- De acordo com os procedimentos técnicos: pesquisa documental, pois foram analisados dados sem um tratamento analítico prévio;
- De acordo com a forma de abordagem do problema: pesquisa quantitativa, pois foram extraídos dados com o objetivo de propor um modelo matemático de apoio à decisão para um fluxo ótimo do milho para atendimento do ProVB a partir de uma região produtora do Mato Grosso.

O procedimento técnico ou abordagem de pesquisa é a modelagem proveniente da PO. No entendimento de Matias-Pereira (2019, p. 87), sob o enfoque da abordagem quantitativa, "tudo pode ser mensurado numericamente, ou seja, pode ser traduzido em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las".

Assim, o presente trabalho analisou dados referentes à operação do ProVB a fim de subsidiar a pesquisa.

### **3.2 Caracterização da Organização**

A Conab é uma Empresa Pública Federal vinculada ao Mapa, sendo responsável pela execução de políticas públicas relacionadas ao agronegócio.

O protocolo de fusão da Conab informa que o Poder Executivo, em conformidade com o artigo 16, inciso II, da referida Lei nº 8.029, ficou autorizado a promover a fusão das três Empresas Públicas Federais (Cobal, Cibrazem e CFP), sendo que a fusão ocorreria em 1º de janeiro de 1991 e o início das atividades da nova companhia seria em 02 de janeiro do mesmo ano (Conab, 2017).

Conforme dito, uma das atividades da Companhia é a execução do ProVB e para realizar tal atividade de forma satisfatória, a Companhia necessita de um estudo do fluxo ótimo do milho para atendimento do ProVB utilizando uma rede armazenadora intermediária própria e que atenda às necessidades do programa a um custo operacional ótimo.

### **3.3 População e Amostra**

A amostra dos dados da presente pesquisa compreende a quantidade de milho do ProVB comercializado no Brasil em geral, por região e por unidade da federação. A amostra em questão foi retirada do período de janeiro de 2012 a dezembro de 2021, totalizando 10 (dez) anos, onde verificou-se a demanda do milho do ProVB, bem como a quantidade transportada para cada unidade da federação no período.

Além da demanda do milho do ProVB, utilizou-se dados de fretes rodoviários de envio direto do produto, a partir de quatro municípios do Mato Grosso, ou seja, Sorriso (MT), Primavera do Leste (MT), Diamantino (MT) e Gaúcha do Norte (MT), os quais representam uma grande região produtora e de onde originou-se, em parte, o milho ProVB para o abastecimento das três unidades armazenadoras da Conab localizadas em Brasília (DF), Imperatriz (MA) e Irecê (BA), bem como para as capitais ou regiões metropolitanas da região em estudo.

Para o cálculo dos volumes ótimos de carga entre as diversas origens e diversos destinos, incluindo os mencionados armazéns intermediários (Brasília,

Imperatriz e Irecê), foram consolidados fretes contratados pela Conab em seus Leilões de Fretes, a preços correntes, entre 2017 e 2021, disponibilizados nos resultados dos Avisos de Fretes.<sup>1</sup>

Os preços de frete praticados, nas unidades Real/Tonelada e Real /Tonelada/Quilômetro, foram atualizados para o mês de dezembro de 2021, utilizando-se o Índice Nacional do Custo de Transporte de Carga (INCT), produzido pelo departamento de economia da Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC & Logística), o Decope. A NTC & Logística representa os empresários do transporte de cargas em âmbito nacional.

#### O INCT<sup>2</sup>

[...] é um índice de inflação, à semelhança do IPCA, IGP e INPC, por exemplo, porém, apenas em relação ao setor de transporte (insumos, salários, etc.). Sendo assim, ele é corrigido do mesmo modo que a inflação, ou seja, de acordo com a variação dos preços de determinados produtos e o seu peso na formação do custo.

As modalidades principais do INCT são a carga fracionada (INCTF) e a carga lotação (INCTL). Para o estudo em tela, utilizou-se a modalidade carga lotação, na qual um único produto (no caso o milho) é transportado por caminhão.

Utilizou-se a série histórica do índice para percursos longos (percursos de até 2.400 km), haja vista que a maior distância a ser percorrida, nos anos assinalados, é entre Sorriso (MT) e Imperatriz (MA), 2.929 km.

### 3.4 Instrumentos e Procedimentos para Coleta e Análise de Dados

A pesquisa foi feita por meio da extração de dados secundários de livre acesso obtidos junto à Conab. Para a referida extração dos dados sobre as vendas do milho

---

1 Fonte: (<https://www.conab.gov.br/estoques/remocao-de-estoques/contratacao-de-fretes?start=30>)

2 Fonte: <https://setcemg.org.br/indice-nacional-do-custo-de-transporte-de-carga/>. Acesso em 18/06/2022

do ProVB, no período compreendido entre janeiro de 2012 a dezembro de 2021, foram gerados relatórios a partir do sistema Extração de Dados Venda Balcão - EDVB, sistema esse administrado pela Conab e consolidados em uma planilha.

O período da extração dos dados em tela foram os meses de março e abril de 2022, onde procurou-se estratificá-los, ano a ano, primeiramente em âmbito nacional para saber quanto foi comercializado de milho do ProVB no Brasil no período objeto da pesquisa.

Posteriormente, os dados foram estratificados por região (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste), também ano a ano, onde foi analisado quanto foi vendido de milho ProVB por região, a fim de ter um melhor entendimento do fluxo do milho a partir do Mato Grosso.

Foi escolhida a Região Nordeste como objeto deste estudo, mais os estados adjacentes do Pará e do Espírito Santo, pois são os maiores beneficiários do ProVB, representando 67,3% das vendas totais do programa nos últimos dez anos (janeiro de 2012 a dezembro de 2021).

Houve também uma estratificação por unidade da federação, onde pôde-se verificar o quanto foi destinado para cada unidade federativa a fim de se conhecer quais entes federativos, em cada região, tem uma maior demanda do milho.

Em relação aos fretes, para os percursos dos quais não havia séries históricas de fretes contratados pela Conab, obteve-se estimativas de frete produzidas pela Gerência de Programação em Logística (GELOG) da própria Conab. Essas estimativas foram deflacionadas para o mês de dezembro de 2021, de modo que os valores fossem representativos de um mesmo ponto no tempo.

Igualmente, foram estimadas as respectivas ofertas de milho a partir do Mato Grosso, mais precisamente da região formada pelos municípios de Sorriso (MT), Primavera do Leste (MT), Diamantino (MT) e Gaúcha do Norte (MT), bem como as demandas nos estados nordestinos (representados por suas capitais) e os estados adjacentes à região que foram o Pará e o Espírito Santo (representados também por suas respectivas capitais).

Além dos dados acima, há também os valores pagos pela Conab a armazéns de terceiros no Mato Grosso de 2017 a 2021, bem como as despesas com as três unidades armazenadoras próprios localizados no Distrito Federal, Maranhão e Bahia. Os referidos dados foram obtidos junto à Superintendência de Orçamento e Finanças (SUOFI) da Conab e estão disponíveis no site do Tesouro Gerencial na internet.

Com todos os dados à disposição, construiu-se um modelo matemático que pudesse atender aos objetivos da pesquisa em demonstrar o fluxo ótimo do milho para atendimento do programa na Região Nordeste.

## 4 MODELO MATEMÁTICO PROPOSTO

Para o trabalho em questão foi utilizado modelo de Programação Linear (PL) para verificar os volumes ótimos de toneladas de milho origem e destino, sendo considerado como origens os quatro municípios do Mato Grosso, representando uma grande região produtora, e os destinos, os estados da Região Nordeste mais dois estados adjacentes à região, que foram o Pará e o Espírito Santo, todos eles representados por suas respectivas capitais.

O trabalho inclui também o uso de armazéns próprios da Conab localizados nas cidades de Imperatriz (MA), Irecê (BA) e Brasília (DF) como armazéns intermediários.

A PL é uma “técnica de otimização, pois busca a solução ótima, a melhor combinação das variáveis, tal como a busca de um melhor resultado possível” (RODRIGUES *et al.*, 214, p. 6).

A PL consiste na representação das características de um problema em forma de um conjunto de equações lineares. Um modelo de PL é a tradução das características do problema para uma linguagem matemática.

A PL requer identificar a chamada função objetivo, que deverá ser otimizada, seja por minimização (no caso de custo ótimo, por exemplo) ou maximização (no caso de lucro ótimo, por exemplo), na forma linear.

Entretanto, a função objetivo é sujeita a um sistema de equações igualmente lineares que representam as restrições do problema. Essas restrições podem tomar a forma de igualdades ou desigualdades. Por fim, existem as restrições de não negatividade, por não haver custos ou lucros negativos.

### 4.1 Explicitação do Problema

Para atendimento do ProVB, a Conab compra, por meio de leilões públicos, milho direto dos produtores para a formação de estoques governamentais. O milho é comprado e ao mesmo tempo é designado um armazém de terceiro, geralmente localizado no Mato Grosso, a fim de estocar o produto para posterior transporte para unidades armazenadoras terminais da própria Conab localizados em diversas Unidades da Federação (UF).

Para transportar o produto, a Conab contrata transportadoras, também por meio de leilões públicos, para realizar o transporte do milho a partir de armazéns terceirizados localizados no Mato Grosso. O milho sai a granel por meio do modal rodoviário e vai diretamente para as unidades armazenadoras terminais da Companhia distribuídas pelo país.

Nas unidades armazenadoras de destino, unidades essas em sua maioria do tipo convencional, o milho é ensacado e estocado em pilhas a fim de ser vendido para pequenos produtores cadastrados no programa. O referido transporte tem um custo considerável, bem como a armazenagem do produto em armazéns de terceiros na origem.

Assim, recentemente, a fim de diminuir custos operacionais, sobretudo com armazenagem em unidades armazenadoras de terceiros na região produtora, a Conab está estocando o milho em unidades próprias localizadas em Uberlândia e Uberaba, ambas localizadas na região do Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais, sudeste brasileiro.

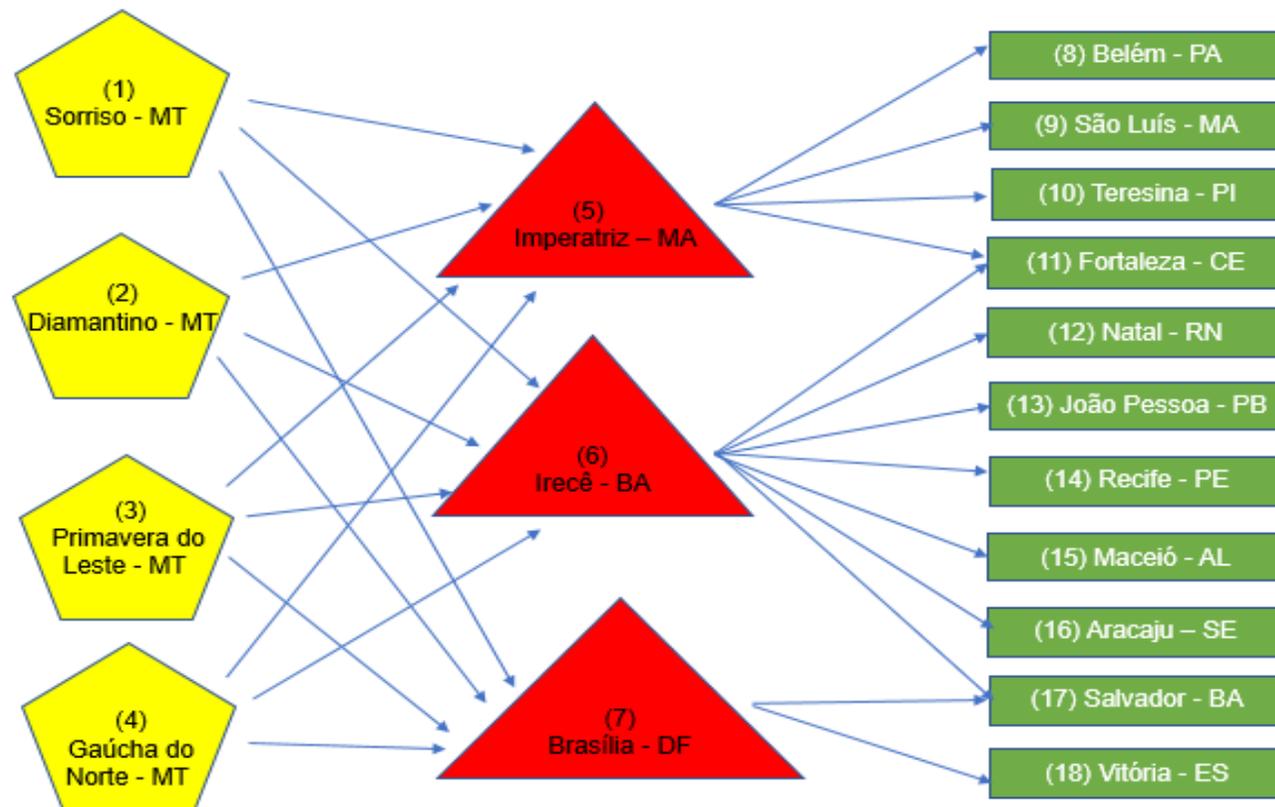
No que pese as duas unidades serem próprias e estarem, aparentemente, contribuindo para a redução de custos operacionais com armazenagem, ambas estão localizadas em uma região distante do Nordeste brasileiro, que conforme exposto, é o principal consumidor do milho ProVB. Todo esse processo coloca em questionamento a eficiência do processo com relação à minimização de custos de distribuição.

Assim, faz-se necessário um estudo do fluxo ótimo do milho a partir de municípios localizados em uma região produtora localizada no Mato Grosso e destinados às unidades armazenadoras da Conab localizadas na Região Nordeste e estados adjacentes.

Para o referido estudo do fluxo ótimo, utilizou-se como armazéns intermediários três unidades armazenadoras da própria Conab localizadas em Brasília (DF), Irecê (BA) e Imperatriz (MA).

A figura 2 ilustra a rede que foi estudada.

Figura 2 – Rede estudada



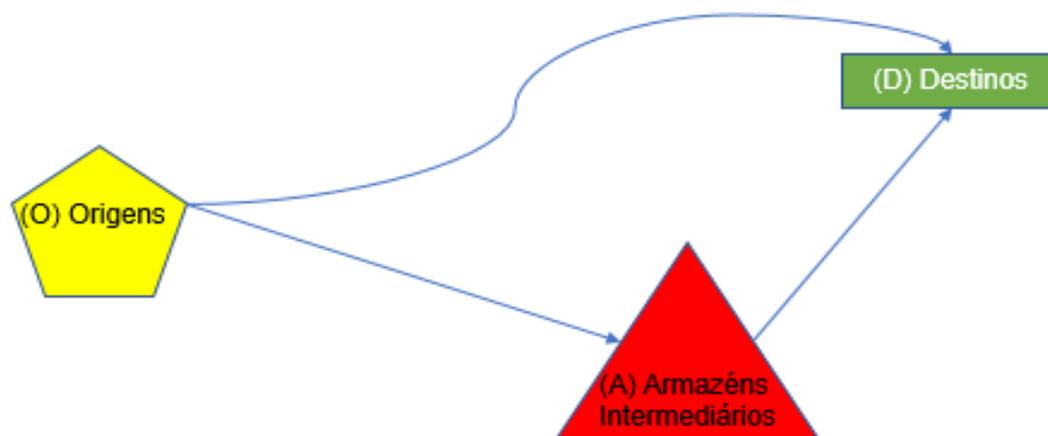
Onde: AL – Alagoas; BA – Bahia; CE – Ceará; DF – Distrito Federal; ES – Espírito Santo; MA – Maranhão; MT – Mato Grosso; PA – Pará; PB – Paraíba; PE – Pernambuco; PI – Piauí; RN – Rio Grande do Norte; SE – Sergipe.

Fonte: Elaboração própria.

## 4.2 Modelo Matemático

A Figura 3 ilustra a Rede modelada no Modelo Matemático para Apoio à Decisão.

Figura 3 – Rede modelada no Modelo Matemático para Apoio à Decisão



Onde: O – Origem (do milho); A – Armazéns Intermediários; e, D – Destinos (do milho).

Fonte: Elaboração própria.

Nesse viés, no Quadro 1 tem-se os parâmetros e as variáveis concernentes.

Quadro 1 – Parâmetros.

Parâmetro	Significado
Oferta <sub>o</sub>	Volume de milho, em toneladas, ofertado por cada município sob análise, no Mato Grosso
Demanda <sub>d</sub>	Volume de milho, em toneladas, demandado por cada estado sob análise
Capacidade <sub>a</sub>	Capacidade de cada Armazém Intermediário
Frete <sub>oa</sub>	Valor em R\$/tonelada entre cada Origem e Armazém Intermediário
Frete <sub>ad</sub>	Valor em R\$/tonelada entre cada Armazém Intermediário e o Destino
Frete <sub>od</sub>	Valor em R\$/tonelada entre cada Origem e Destino
Capacidade <sub>d</sub>	Capacidade de cada armazém da Conab em cada estado destino
Manutenção <sub>a</sub>	Custo anual de Manutenção dos Armazéns Intermediários
Ampliação <sub>a</sub>	Custo de ampliação dos Armazéns Intermediários

Onde: O – Origem (do milho); A – Armazéns Intermediários; D – Destinos (do milho); e, R\$ - Reais.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 2 – Variáveis.

Variável	Significado
$X_{oa}$	Volume de milho, em toneladas, que deverá ser enviado de cada Origem para cada Armazém Intermediário, no ponto ótimo.
$X_{ad}$	Volume de milho, em toneladas, que deverá ser enviado de cada Armazém intermediário para cada Destino, no ponto ótimo.
$X_{od}$	Volume de milho, em toneladas, que deverá ser enviado de cada Origem para cada Destino, no ponto ótimo.
$B_a$	Variável binária que informará se vale a pena ampliar o Armazém Intermediário
$(X_{oa}, X_{ad}, X_{od}) \in \mathbb{R}$	Variáveis não negativas
$B_a \in \mathbb{Z}$	Variável binária

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.2.1 Função Objetivo

- Função Objetivo:

$$\begin{aligned} \text{Min} Z = & \sum_{oa} \text{Frete}_{oa} * X_{oa} + \sum_{ad} \text{Frete}_{ad} * X_{ad} \\ & + \sum_{od} \text{Frete}_{od} * X_{od} + \sum_a \text{Manutenção}_a * B_a + \sum_a \text{Ampliação}_a * B_a \end{aligned} \quad (1)$$

- Restrições:

$$\sum_{ad} X_{oa} + X_{od} \leq \text{Oferta}_o \quad (2)$$

$$\sum_{oa} X_{od} + X_{ad} = \text{Demanda}_d \quad (3)$$

$$\sum_o X_{oa} = \sum_d X_{ad} \quad (4)$$

$$\sum_o X_{oa} \leq \text{Capacidade}_a \quad (5)$$

$$\sum_o X_{oa} \leq \text{BiGM} * B_a \quad (6)$$

$$X_{oa}, X_{ad}, X_{od} \in R^+ \quad (7)$$

$$B_a \in Z^+ \quad (8)$$

A equação (1) indica a minimização do custo de transporte entre os municípios de origem, os armazéns intermediários e os estados de destino (representados pelos nomes das respectivas capitais), bem como o possível custo de ampliação e de manutenção de armazéns intermediários.

A inequação (2) indica que o volume transportado de cada um dos municípios de origem para os armazéns intermediários e para os estados de destino são menores ou igual à oferta desses municípios (Restrição de oferta).

A inequação (3) informa que a soma do volume que chega oriundo dos armazéns intermediários e das origens atendem à demanda total de cada destino.

A inequação (4) mostra que as entradas de milho nos armazéns intermediários devem ser iguais às saídas dos armazéns intermediários para os destinos no Nordeste, no Pará e no Espírito Santo.

A inequação (5) expõe o fato de que não são transportadas cargas das origens aos armazéns intermediários além da sua capacidade.

A inequação (6) liga a variável binária quando for vantajoso ampliar o armazém.

A equação (7) apresenta as condições de não negatividade (CNN).

Por último, a equação (8) indica que a variável binária pode assumir um valor inteiro, “zero” ou “um”. Ela é utilizada para problemas nos quais os recursos em questão têm apenas duas possibilidades: serem utilizados ou não.

Cabe observar que o estudo não assume, *a priori*, a necessidade de construção de novos armazéns.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para validar o modelo matemático proposto, foram utilizados dados reais e estimados obtidos junto à Conab. Os referidos dados encontram-se nas tabelas apresentadas ao longo do texto.

Os dados coletados foram os fretes pagos, reais e estimados, pela Conab a partir dos municípios tomados como origem até os municípios tomados como destinos, os gastos com transportes até a região analisada para atendimento do programa, a média estimada para a demanda de milho para cada unidade da federação analisada, a estimativa de oferta de milho de cada município da origem analisado, gastos com armazenagem de terceiros no Mato Grosso, custos com a manutenção de três armazéns próprios que serviram como intermediários e o valor total da operação do programa.

Na tabela 1 há as estimativas de fretes pagos pela Conab entre as origens no Mato Grosso, os armazéns intermediários e os destinos.

Tabela 1 – Estimativa de fretes entre a origem e o destino (em R\$/t).

Origem	Destino													
	Irecê – BA	Imperatriz – MA	Brasília – DF	Belém – PA	São Luís – MA	Teresina – PI	Fortaleza – CE	Natal – RN	João Pessoa – PB	Recife – PE	Maceió – AL	Aracaju – SE	Salvador – BA	Vitória – ES
Sorriso – MT	520,75	568,82	291,64	419,71	469,50	451,12	567,69	643,14	631,82	621,68	607,68	558,71	514,49	502,09
Primavera do Leste – MT	389,74	548,92	186,11	446,15	490,13	477,50	570,46	619,43	603,41	588,24	547,17	495,90	449,83	423,89
Diamantino – MT	469,07	407,46	330,77	479,00	522,60	504,44	626,05	689,06	677,74	667,70	640,57	589,95	543,12	491,62
Gaúcha do Norte – MT	658,39	398,72	225,24	391,03	440,75	422,38	530,72	579,86	568,75	558,50	531,36	486,36	443,13	434,91
Imperatriz – MA	-	-	-	165,91	177,30	171,19	339,35	-	-	-	-	-	-	-
Irecê – BA	-	-	-	-	-	-	322,19	338,06	314,70	299,36	243,13	186,76	141,13	-
Brasília – DF	-	-	-	426,48	425,83	370,15	424,75	518,76	482,65	463,23	413,95	360,48	363,20	321,68

Onde: AL – Alagoas; BA – Bahia; CE – Ceará; DF – Distrito Federal; ES – Espírito Santo; MA – Maranhão; MT – Mato Grosso; PA – Pará; PB – Paraíba; PE – Pernambuco; PI – Piauí; RN – Rio Grande do Norte; SE – Sergipe; t – Tonelada; e, R\$ - Reais.

Fonte: Adaptado de CONAB (2022a).

Na Tabela 1, conforme informado, para os percursos dos quais não havia séries históricas de fretes contratados, obteve-se estimativas de frete junto à GELOG, gerência responsável pela contratação de transportes da Conab e que utiliza metodologia própria para a definição dos parâmetros de preços que serão utilizados nos leilões da Companhia.

Conforme relatado, as capitais dos estados representam as unidades da federação para onde o milho foi transportado. Os fretes obtidos e estimadas são de transportes rodoviários a partir de quatro municípios no Mato Grosso: Sorriso (MT), Primavera do Leste (MT), Diamantino (MT) e Gaúcha do Norte (MT), municípios que representam uma grande região produtora.

Além das origens no Mato Grosso, foram feitos levantamentos e as estimativas de fretes a partir de três armazéns próprios da Conab que serviram como armazéns intermediários para o estudo. Os referidos armazéns próprios estão localizados em Imperatriz (MA), Irecê (BA) e Brasília (DF).

Na Tabela 2 há os valores anuais gastos com transportes pela Conab nos cinco períodos analisados. Esses valores vieram decrescendo a partir de 2018 em função da mudança na política de formação de estoques públicos, o que diminuiu os estoques governamentais e conseqüentemente a necessidade de transportar o milho.

Tabela 2 – **Gasto com transporte para a região analisada (em R\$).**

<b>Ano</b>	<b>Valor (R\$)</b>
2017	113.768.081,45
2018	120.724.500,40
2019	40.842.032,15
2020	51.889.507,13
2021	17.912.896,47
<b>Média</b>	<b>69.027.403,52</b>

Onde: R\$ - Reais.

Fonte: Adaptado de CONAB (2022a).

Na Tabela 3, são apresentadas as médias estimadas, em toneladas, das demandas de milho por unidade da federação na região analisada.

Para o modelo matemático proposto, era necessário estimar quanto de milho ProVB cada unidade da federação deverá receber para atender os produtores cadastrados em cada uma das unidades.

Tabela 3 – Médias estimadas de demanda em milho (em t).

UF	Ano					Média	Desvio-Padrão
	2017	2018	2019	2020	2021		
AL	7.439,76	8.871,13	3.570,10	3.879,88	2.517,72	5.255,72	2.741,90
BA	4.337,18	5.434,58	2.312,56	2.232,09	1.602,07	3.183,70	1.625,04
CE	47.022,67	57.727,38	27.829,08	30.652,66	22.130,65	37.072,49	14.794,80
ES	7.630,63	14.105,08	7.992,63	7.324,22	3.904,59	8.191,43	3.689,66
MA	4.282,38	4.684,95	2.185,74	5.367,38	1.705,71	3.645,23	1.608,15
PA	527,41	816,99	461,57	857,89	223,74	577,52	263,19
PB	29.763,73	27.926,54	16.532,12	12.611,09	8.286,71	19.024,04	9.450,15
PE	12.810,97	11.638,29	6.588,04	6.646,22	5.393,26	8.615,36	3.358,22
PI	16.790,53	20.466,97	14.291,13	17.504,08	12.851,45	16.380,83	2.955,90
RN	41.623,99	42.862,30	23.934,69	20.135,98	17.048,83	29.121,16	12.232,27
SE	619,59	936,17	1.537,49	1.048,10	537,06	935,68	398,00

Onde: AL – Alagoas; BA – Bahia; CE – Ceará; ES – Espírito Santo; MA – Maranhão; PA – Pará; PB – Paraíba; PE – Pernambuco; PI – Piauí; RN – Rio Grande do Norte; SE – Sergipe; t – Tonelada; e, UF – Unidade da Federação.

Fonte: Adaptado de CONAB (2022a).

Para mapear a demanda de milho para atendimento do ProVB na região analisada, na Tabela 3, foram calculadas de forma estimada, as demandas nos estados de destino utilizando dados de venda do produto dentro do programa ProVB no período de 2017 a 2021.

A partir do sistema EDVB administrado pela Conab, foi extraída a quantidade de milho vendida por meio do ProVB nos cinco anos analisados, ou seja, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, em cada uma das unidades da federação da região analisada.

Após a extração dos números referentes às quantidades de milho vendido, foram retiradas as médias, por unidade da federação, a fim de termos uma projeção de demanda mais próxima da realidade para cada estado.

Tabela 4 – Estimativa de oferta por município mato-grossense (em t).

<b>Estimativa de Demanda por UF</b>	<b>t</b>
AL	5.255,72
BA	3.183,70
CE	37.072,49
ES	8.191,43
MA	3.645,23
PA	577,52
PB	19.024,04
PE	8.615,36
PI	16.380,83
RN	29.121,16
SE	935,68
<b>Total</b>	<b>132.003,16</b>
<b>Oferta média por município mato-grossense</b>	<b>33.000,79</b>

Onde: AL – Alagoas; BA – Bahia; CE – Ceará; ES – Espírito Santo; MA – Maranhão; PA – Pará; PB – Paraíba; PE – Pernambuco; PI – Piauí; RN – Rio Grande do Norte; SE – Sergipe; t – Tonelada; e, UF – Unidade da Federação.

Fonte: Adaptado de CONAB (2022a).

Na Tabela 4, para estimar a oferta do milho para atendimento do ProVB a partir dos quatro municípios escolhidos que representam uma região produtora no Mato Grosso, somou-se a média das demandas de todos os estados sob análise e se dividiu por quatro, ou seja, 33.000 t em média, para cada município produtor, sendo que os quatro municípios formam uma região de onde originam-se boa parte do milho

produzido no País e que provavelmente será a origem do milho para atendimento do ProVB.

Partindo da premissa que a oferta de milho será atendida, pois as vendas dentro do Programa ProVB na região analisada não representam nem 1% da oferta global do Mato Grosso, ou seja, a produção de milho, safra 2020/2021, no estado foi mais de 30 milhões de toneladas<sup>3</sup> e a média anual da demanda do milho no período de 2012 a 2021 para atendimento do ProVB na referida região foi pouco mais de 180 mil toneladas, ou seja, menos de 1% da produção mato-grossense (Conab, 2022).

Assume-se, portanto, que toda demanda dentro do programa poderá ser atendida com embarques de milho na região formada pelos quatro municípios mato-grossenses.

Na Tabela 5, há os valores anuais que a Conab gastou com armazenagem nos cinco períodos analisados. Esses valores vieram decrescendo a partir de 2018 em função da mudança na política de formação de estoques, o que diminuiu os estoques governamentais e conseqüentemente a necessidade de transportar o milho.

Tabela 5 – Gasto com armazenagem de terceiros no Estado do Mato Grosso (em R\$).

Ano	Valor (R\$)
2017	39.044.612,98
2018	80.581.014,07
2019	47.752.914,62
2020	18.825.579,72
2021	3.723.377,68
<b>Média</b>	<b>37.985.499,81</b>

Onde: R\$ - Reais.

Fonte: Adaptado de CONAB (2022a).

Na Tabela 5, os valores pagos pela Conab a armazéns de terceiros no Mato Grosso no período de 2017 a 2021. A fim facilitar a utilização dos dados no modelo matemático, foi calculada também a média dos valores totais pagos por ano no período analisado entre 2017 e 2021.

3 Fonte: (<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/910-Milho>). Acesso em 20.05.2022.

Na Tabela 6, há os valores anuais que a Conab gastou nos cinco períodos analisados na operação das unidades armazenadoras de Irecê, Brasília e Imperatriz.

Tabela 6 – **Custo operacional anual dos armazéns próprios (em R\$).**

Ano	Localidade		
	Irecê – BA	Brasília – DF	Imperatriz – MA
2017	516.758,99	2.950.027,15	444.354,38
2018	471.534,63	2.658.632,91	515.095,77
2019	489.820,05	2.365.866,07	443.235,54
2020	441.545,96	2.335.667,90	427.488,76
2021	452.430,81	2.596.506,71	519.609,64
Média	474.418,09	2.581.340,15	469.955,62

Onde: BA – Bahia; Distrito Federal – DF; MA – Maranhão; e, R\$ - Reais.

Fonte: Adaptado de CONAB (2022a).

Na Tabela 6, são apresentados os custos de operação anual de três armazéns próprios que servirão como armazéns intermediários para o modelo matemático. A fim facilitar a utilização dos dados no referido modelo, foi tirado a média dos valores totais pagos por ano no período analisado para cada um dos armazéns.

Apenas para efeito de comparação, a Tabela 7 mostra, aproximadamente, quanto a Conab gastou com armazenagem na origem e quanto gastou em transporte de milho com origem no Mato Grosso para a região analisadas nos anos de 2017, 2018, 2018, 2020 e 2021.

Tabela 7 – Valores consolidados da operação do Programa de Venda em Balcão para região analisada (em R\$).

Ano	Volume Transportado (t)	Gasto com Armazenagem de Terceiros no MT	Gasto com Transportes para a Região Analisada – (R\$)	Valor Total da Operação do Programa de Venda em Balcão para a Região Analisada (R\$)	R\$/t
2017	172.848,84	39.044.612,98	113.768.081,45	152.812.694,43	884,08
2018	195.470,38	80.581.014,07	120.724.500,40	201.305.514,47	1.029,85
2019	107.235,15	47.752.914,62	40.842.032,15	88.594.946,77	826,17
2020	108.259,59	18.825.579,72	51.889.507,13	70.715.086,86	653,20
2021	76.201,79	3.723.377,68	17.912.896,47	21.636.274,15	283,93
<b>Média</b>	<b>132.003,15</b>	<b>37.985.499,81</b>	<b>69.027.403,52</b>	<b>107.012.903,34</b>	<b>810,68</b>

Onde: MT – Mato Grosso; t – Tonelada; e, R\$ - Reais.

Fonte: Adaptado de CONAB (2022a).

Percebe-se que, em média, o valor total da operacionalização anual do ProVB para a região analisada, nos últimos cinco anos, foi de R\$ 107.012.903,34 (cento e sete milhões, doze mil, novecentos e três reais e trinta e quatro centavos) para uma média anual de volume transportado de 132.003,15 toneladas, lembrando que a partir de 2018 ambos vieram decrescendo em função da política adotada pelo Governo Federal de redução de estoques públicos.

O indicador utilizado no presente estudo é o Reais por tonelada (R\$/tonelada), onde pegou-se os valores totais anuais das operações do ProVB para a região analisada e dividiu-se pelos respectivos volumes transportados em cada ano.

Salienta-se, mais uma vez, que os custos com a operação vieram diminuindo em função da política governamental de redução de estoques estratégicos públicos, entretanto, há uma tendência de mudança de paradigma no próximo governo.

O Modelo foi aplicado e validado no *software* Microsoft Excel 2016. Os dados supracitados foram inseridos no modelo e seis cenários foram analisados:

- Cenário 1 - Oferta estimada atual de 132.000t e capacidade intermediária atual;
- Cenário 2 - Oferta estimada atual de 132.000t e capacidade intermediária aumentada em 25%;
- Cenário 3 - Oferta estimada atual de 132.000t e capacidade intermediária aumentada em 50%;

- Cenário 4 - Oferta estimada aumentada para 200.000t e capacidade intermediária atual;
- Cenário 5 - Oferta estimada aumentada para 200.000t e capacidade intermediária aumentada em 25%;
- Cenário 6 - Oferta estimada aumentada para 200.000t e capacidade intermediária aumentada em 50%.

O motivo do estudo dos seis cenários propostos foi para permitir uma análise e fazer uma comparação entre as situações de aumento de oferta e de aumento da capacidade estática intermediária para otimizar a distribuição e a redução dos custos operacionais do programa.

A demanda de 200.000t foi estipulada em função da Lei 14.293/2022 restringir essa quantidade a ser adquirida pelo Governo Federal anualmente para fins de ProVB.

### **5.1 Cenário 1 – Oferta Estimada Atual de 132.000 Toneladas e Capacidade Intermediária Atual**

No primeiro cenário analisado, a oferta estimada no período de um ano para cada município produtor foi de 33.000 toneladas.

Ainda no primeiro cenário, as capacidades atuais dos armazéns intermediários foram: 41.000 toneladas para Imperatriz (MA), 23.090 toneladas para Irecê (BA) e 63.050 toneladas para Brasília (DF). Essas são as respectivas capacidades estáticas atuais dos armazéns conforme dados obtidos junto à Gerência de Cadastros de Armazéns (GECAD) da própria Conab.

Utilizou-se também os valores, em Reais por toneladas, de fretes a partir dos quatro municípios produtores para todas as unidades da federação analisadas representadas pelas suas respectivas capitais, bem como para os três armazéns intermediários (Brasília, Irecê e Imperatriz). Esses valores não variaram nos demais cenários analisados, permanecendo os mesmos para todas as análises subsequentes.

Os dados referentes às médias estimadas de demanda de milho de cada unidade da federação encontrados na Tabela 3, também em toneladas, foram

retirados utilizando dados de vendas do milho dentro do programa ProVB no período de 2017 a 2021. A partir das vendas realizadas no ProVB no período, retiramos as médias de cada unidade da federação e utilizamos na função objetivo na planilha Excel.

Já o gasto com armazéns de terceiros no Mato Grosso encontrados na Tabela 5 foi retirado da média do que a Conab gastou com terceiros, por ano, no período de 2017 a 2018, ou seja, R\$ 37.985.499,81 (trinta e sete milhões, novecentos e oitenta e cinco mil, quatrocentos e noventa e nove reais e oitenta e um centavos). Esse valor também não variou nos demais cenários analisados, permanecendo o mesmo valor para todas as análises subsequentes.

Por fim, as médias dos custos operacionais para os três armazéns intermediários que são: R\$ 474.418,09 para Irecê, R\$ 2.581.340,15 para Brasília e R\$ 469.955,62 para Imperatriz. Esses valores encontram-se na Tabela 6 e permaneceram iguais em todos os cenários analisados.

Assim, no primeiro cenário em questão, após devidamente preenchidos os valores nas células correspondentes na planilha Excel, utilizou-se o Solver do Microsoft Excel para rodar os dados coletados. O Solver é um suplemento do Microsoft Excel utilizados em testes de hipóteses.

O resultado obtido para esse primeiro cenário foi que a Conab utilizasse a armazenagem de terceiros no Mato Grosso e não utilizasse os armazéns intermediários.

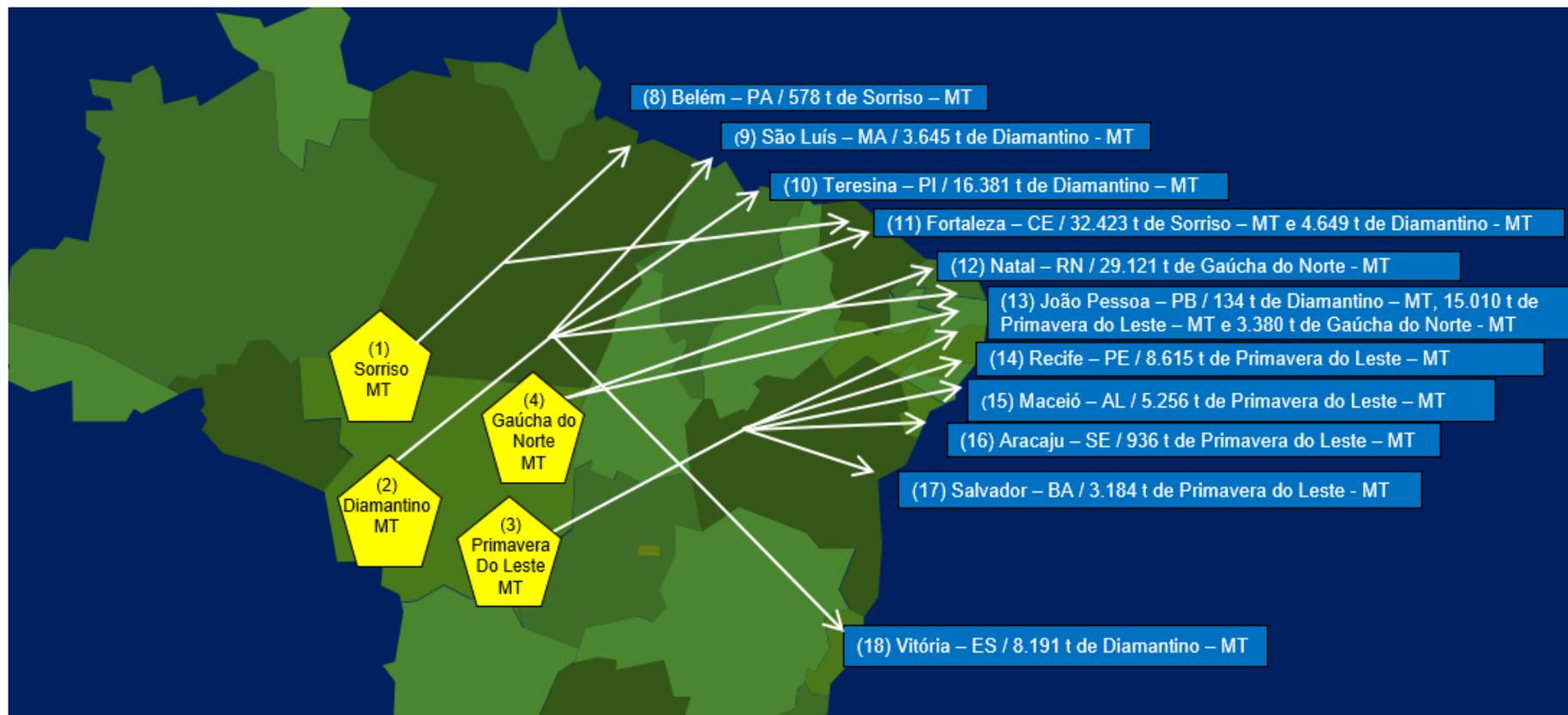
Da soma das ofertas de milho a partir dos quatro municípios no Mato Grosso, a planilha deu os seguintes resultados para o período de um ano:

- Para o abastecimento do estado do Pará: 578 toneladas deverão sair do município de Sorriso (MT);
- Para o abastecimento do estado do Maranhão: 3.645 toneladas deverão sair do município de Diamantino (MT);
- Para o abastecimento do estado do Piauí: 16.381 toneladas deverão sair do município de Diamantino (MT);
- Para o abastecimento do estado do Ceará: 32.423 toneladas deverão sair do município de Sorriso (MT) e 4.649 toneladas do município de Diamantino (MT);
- Para o abastecimento do estado do Rio Grande do Norte: 29.121 toneladas deverão sair do município de Gaúcha do Norte (MT);

- Para o abastecimento do estado da Paraíba: 134 toneladas deverão sair do município de Diamantino (MT), 15.010 toneladas do município de Primavera do Leste (MT) e 3.880 toneladas do município de Gaúcha do Norte (MT);
- Para o abastecimento do estado de Pernambuco: 8.615 toneladas deverão sair de Primavera do Leste (MT);
- Para o abastecimento do estado de Alagoas: 5.256 toneladas deverão sair do município de Primavera do Leste (MT);
- Para o abastecimento do estado de Sergipe: 936 toneladas deverão sair do município de Primavera do Leste (MT);
- Para o abastecimento do estado da Bahia: 3.184 toneladas deverão sair do município de Primavera do Leste (MT);
- Para o abastecimento do estado do Espírito Santo: 8.191 toneladas deverão sair do município de Diamantino (MT).

A Figura 4 ilustra os resultados encontrados para a oferta estimada atual de 132.000 t e capacidade intermediária atual:

Figura 4 – Oferta estimada atual de 132.000 toneladas e capacidade intermediária atual



Fonte: Elaboração própria.

Nesse primeiro cenário, o valor da função objetivo que totaliza o valor global da operação no período de um ano foi de R\$ 111.820.904,00 (cento e onze milhões, oitocentos e vinte mil, novecentos e quatro reais).

Dessa forma o indicador R\$/Tonelada =  $R\$ 111.820.904,00 / 132.000 = R\$ 847,13$ .

## **5.2 Cenário 2 – Oferta Estimada Atual de 132.000 Toneladas e Capacidade Intermediária Aumentada em 25%**

No segundo cenário analisado foi mantida a oferta estimada no período de um ano para cada município produtor em 33.000 toneladas, entretanto, foi aumentada a capacidade dos armazéns intermediários em 25%, ou seja, 51.250 toneladas para Imperatriz (MA), 28.863 toneladas para Irecê (BA) e 78.813 toneladas para Brasília (DF).

Após devidamente preenchidos os valores nas células correspondentes na planilha Excel e após rodar o Solver, o resultado obtido foi que a Conab não utilizasse a armazenagem de terceiros no Mato Grosso, mas que utilizasse os três armazéns intermediários localizados em Imperatriz (MA), Irecê (BA) e Brasília (DF).

O armazém intermediário localizado em Imperatriz (MA) receberia 33.000 toneladas de Diamantino (MT), o armazém intermediário localizado em Irecê (BA) receberia 20.189 toneladas de Primavera do Leste (MT) e o armazém intermediário localizado em Brasília (DF) receberia 33.001 toneladas de Sorriso (MT), 33.000 toneladas de Gaúcha do Norte (MT) e 12.811 toneladas de Primavera do Leste (MT).

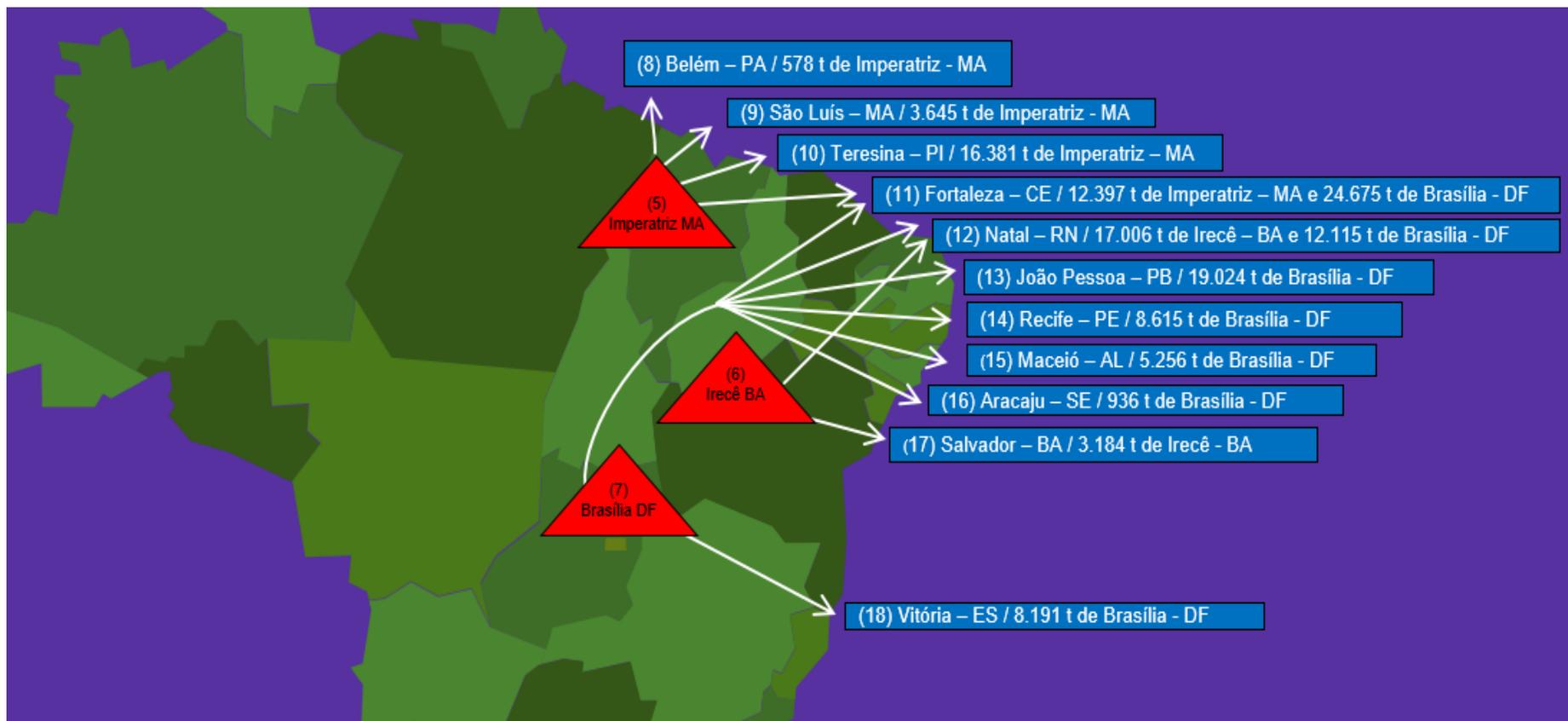
Assim, partindo dos três armazéns intermediários para o abastecimento dos demais estados, os resultados obtidos para o segundo cenário foram:

- Para o abastecimento do estado do Pará: 578 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Maranhão: 3.645 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Piauí: 16.381 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Ceará: 12.397 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA) e 24.675 toneladas de Brasília (DF);

- Para o abastecimento do estado do Rio Grande do Norte: 17.006 toneladas deverão sair do município de Irecê (BA) e 12.115 toneladas de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado da Paraíba: 19.024 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Pernambuco: 8.615 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Alagoas: 5.256 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Sergipe: 936 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado da Bahia: 3.184 toneladas deverão sair do município de Irecê (BA);
- Para o abastecimento do estado do Espírito Santo: 8.191 toneladas deverão sair de Brasília (DF).

A Figura 5 ilustra os resultados encontrados para a oferta estimada atual de 132.000 t e capacidade intermediária aumentada em 25%.

Figura 5 – Oferta estimada atual de 132.000 toneladas e capacidade intermediária aumentada em 25%



Fonte: Elaboração própria.

Nesse segundo cenário, o valor da função objetivo que totaliza o valor global da operação no período de um ano foi de R\$ 90.789.989,00 (noventa milhões, setecentos e oitenta e nove mil, novecentos e oitenta e nove reais).

O indicador R\$/Tonelada alcançado foi =  $R\$ 90.789.989,00 / 132.000 = R\$ 687,80$ .

### **5.3 Cenário 3 – Oferta Estimada Atual de 132.000 Toneladas e Capacidade Intermediária Aumentada em 50%**

No terceiro cenário analisado foi mantida a oferta estimada no período de um ano para cada município produtor em 33.000 toneladas, entretanto, foi aumentada a capacidade dos armazéns intermediários em 50%, ou seja, 61.500 toneladas para Imperatriz (MA), 34.635 toneladas para Irecê (BA) e 94.575 toneladas para Brasília (DF).

Após devidamente preenchidos os valores nas células correspondentes na planilha Excel e após rodar o Solver, o resultado obtido foi que a Conab não utilizasse a armazenagem de terceiros no Mato Grosso e não utilizasse o armazém intermediário em Irecê (BA,) mas que utilizasse os dois armazéns intermediários localizados em Imperatriz (MA) e Brasília (DF).

O armazém intermediário localizado em Imperatriz (MA) receberia 33.001 toneladas de Diamantino (MT) e 4.427 toneladas de Gaúcha do Norte (MT). Já o armazém intermediário localizado em Brasília (DF) receberia 33.000 toneladas de Sorriso (MT), 33.000 toneladas de Primavera do Leste (MT) e 28.573 toneladas de Gaúcha do Norte (MT).

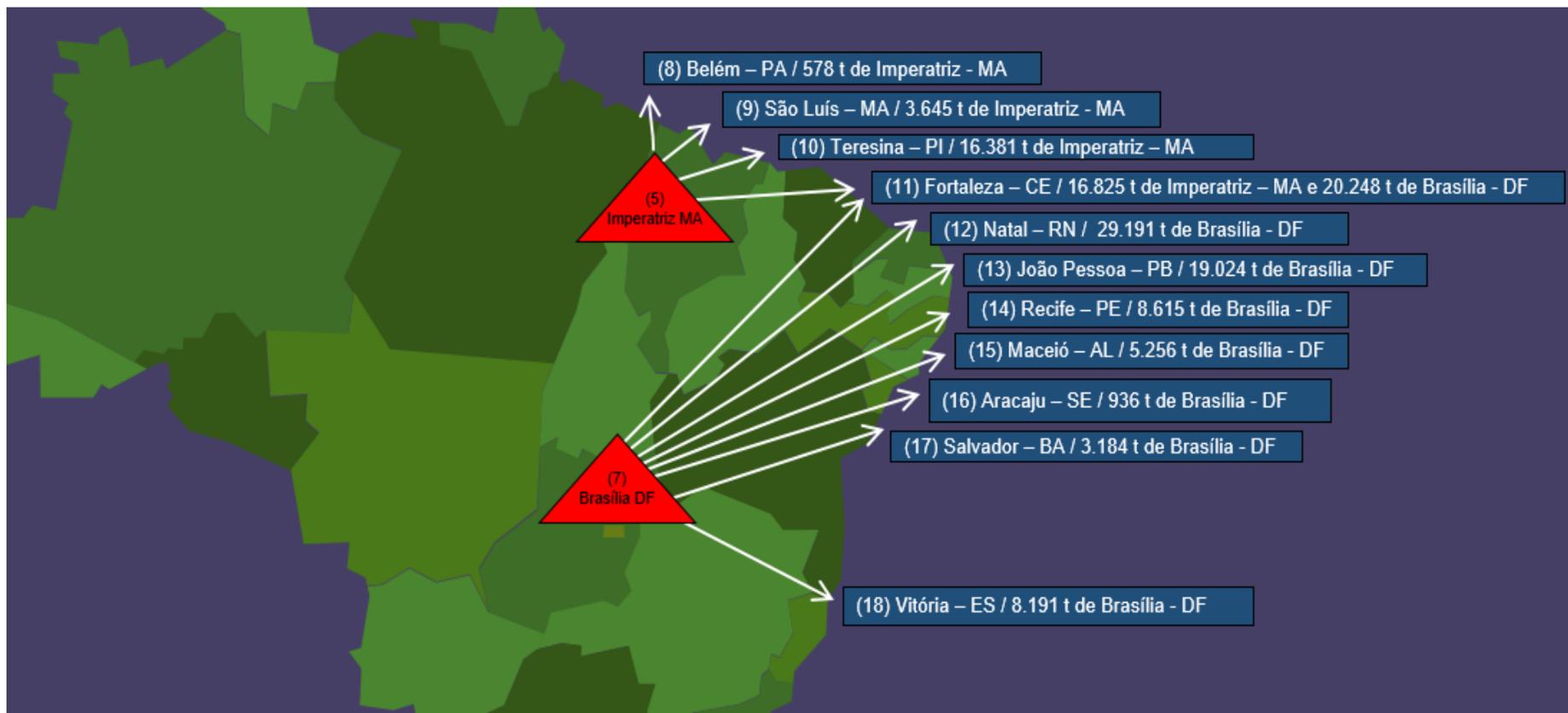
Assim, partindo dos dois armazéns intermediários para o abastecimento dos demais estados, os resultados obtidos para o terceiro cenário foram:

- Para o abastecimento do estado do Pará: 578 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Maranhão: 3.645 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Piauí: 16.381 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);

- Para o abastecimento do estado do Ceará: 16.825 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA) e 20.248 toneladas de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado do Rio Grande do Norte: 29.121 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado da Paraíba: 19.024 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Pernambuco: 8.615 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Alagoas: 5.256 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Sergipe: 936 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado da Bahia: 3.184 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado do Espírito Santo: 8.191 toneladas deverão sair de Brasília (DF).

A Figura 6 ilustra os resultados encontrados para a oferta estimada atual de 132.000 t e capacidade intermediária aumentada em 50%.

Figura 6 – Oferta estimada atual de 132.000 toneladas e capacidade intermediária aumentada em 50%



Fonte: Elaboração própria.

Nesse terceiro cenário, o valor da função objetivo que totaliza o valor global da operação no período de um ano foi de R\$ 90.374.301,00 (noventa milhões, trezentos e setenta e quatro mil, trezentos e um reais).

O indicador R\$/Tonelada alcançado foi =  $R\$ 90.374.301,00/132.000 = R\$ 684,65$ .

#### **5.4 Cenário 4 – Oferta Estimada Aumentada para 200.000 Toneladas e Capacidade Intermediária Atual**

No quarto cenário analisado foi aumentada para 50.000 toneladas a oferta estimada no período de um ano para cada um dos quatro municípios produtores e mantendo a capacidade atual dos armazéns intermediários, ou seja: 41.000 toneladas para Imperatriz (MA), 23.090 toneladas para Irecê (BA) e 63.050 toneladas para Brasília (DF).

Após devidamente preenchidos os valores nas células correspondentes na planilha Excel e após rodar o Solver, o resultado obtido foi que a Conab utilizasse a armazenagem de terceiros em três municípios no Mato Grosso: Sorriso, Primavera do Leste e Gaúcha do Norte. Sugeriu-se também que não fossem utilizados os armazéns intermediários localizados em Irecê (BA), Imperatriz (MA) e Brasília (DF).

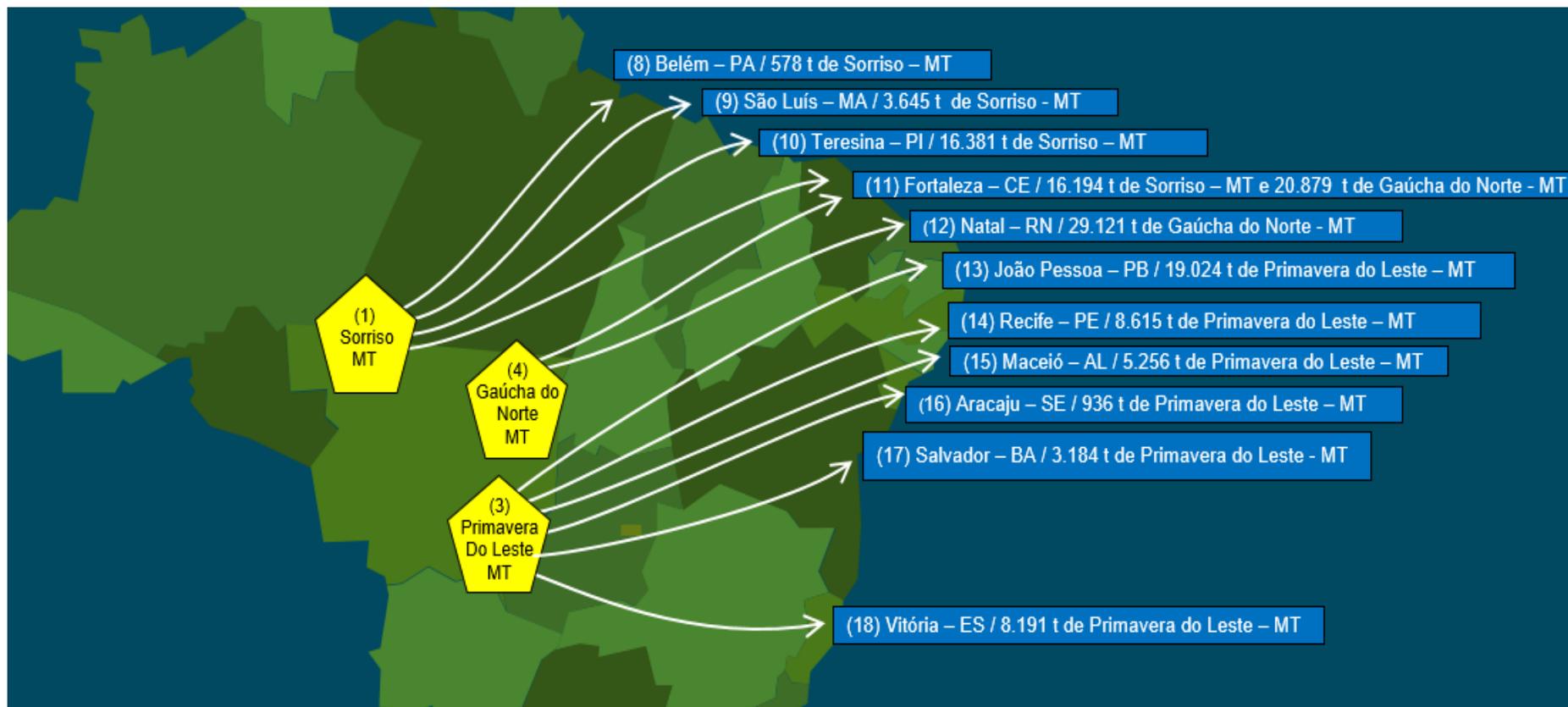
Da soma das ofertas de milho a partir dos quatro municípios no Mato Grosso, ou seja, 50.000 toneladas para cada um, totalizando 200.000 toneladas ofertadas, a planilha deu o seguinte resultado para o período de um ano:

- Para o abastecimento do estado do Pará: 578 toneladas deverão sair do município de Sorriso (MT);
- Para o abastecimento do estado do Maranhão: 3.645 toneladas deverão sair do município de Sorriso (MT);
- Para o abastecimento do estado do Piauí: 16.381 toneladas deverão sair do município de Sorriso (MT);
- Para o abastecimento do estado do Ceará: 16.194 toneladas deverão sair do município de Sorriso (MT) e 20.879 toneladas do município de Gaúcho do Norte (MT);
- Para o abastecimento do estado do Rio Grande do Norte: 29.121 toneladas deverão sair do município de Gaúcha do Norte (MT);

- Para o abastecimento do estado da Paraíba: 19.024 toneladas deverão sair do município de Primavera do Leste (MT);
- Para o abastecimento do estado de Pernambuco: 8.615 toneladas deverão sair do município de Primavera do Leste (MT);
- Para o abastecimento do estado de Alagoas: 5.256 toneladas deverão sair do município de Primavera do Leste (MT);
- Para o abastecimento do estado de Sergipe: 936 toneladas deverão sair do município de Primavera do Leste (MT);
- Para o abastecimento do estado da Bahia: 3.184 toneladas deverão sair do município de Primavera do Leste (MT);
- Para o abastecimento do estado do Espírito Santo: 8.191 toneladas deverão sair do município de Primavera do Leste (MT).

A Figura 7 ilustra os resultados encontrados para a oferta estimada aumentada para 200.000 t e capacidade intermediária atual.

Figura 7 – Oferta estimada aumentada para 200.000 toneladas e capacidade intermediária atual



Fonte: Elaboração própria.

Nesse quarto cenário, o valor da função objetivo que totaliza o valor global da operação no período de um ano foi de R\$ 109.280.394,00 (cento e nove milhões, duzentos e oitenta mil, trezentos e noventa e quatro reais).

O indicador R\$/Tonelada alcançado foi =  $R\$ 109.280.394,00 / 200.000 = R\$ 546,40$ .

### **5.5 Cenário 5 – Oferta Estimada Aumentada para 200.000 Toneladas e Capacidade Intermediária Aumentada em 25%**

No quinto cenário analisado, foi aumentada para 50.000 toneladas a oferta estimada no período de um ano para cada um dos quatro municípios produtores e aumentada a capacidade dos armazéns intermediários em 25%, ou seja: 51.250 toneladas para Imperatriz (MA), 28.863 toneladas para Irecê (BA) e 78.813 toneladas para Brasília (DF).

Após devidamente preenchidos os valores nas células correspondentes na planilha Excel e após rodar o Solver, o resultado obtido foi que a Conab não utilizasse a armazenagem de terceiros no Mato Grosso, mas que utilizasse os três armazéns intermediários localizados em Imperatriz (MA), Irecê (BA) e Brasília (DF).

O armazém intermediário localizado em Imperatriz (MA) receberia 50.000 toneladas de Diamantino (MT) e o armazém intermediário localizado em Irecê (BA) receberia 3.190 toneladas de Primavera do Leste (MT). Já o armazém intermediário localizado em Brasília (DF) receberia 46.810 toneladas de Primavera do Leste (MT) e 32.003 toneladas de Gaúcha do Norte (MT).

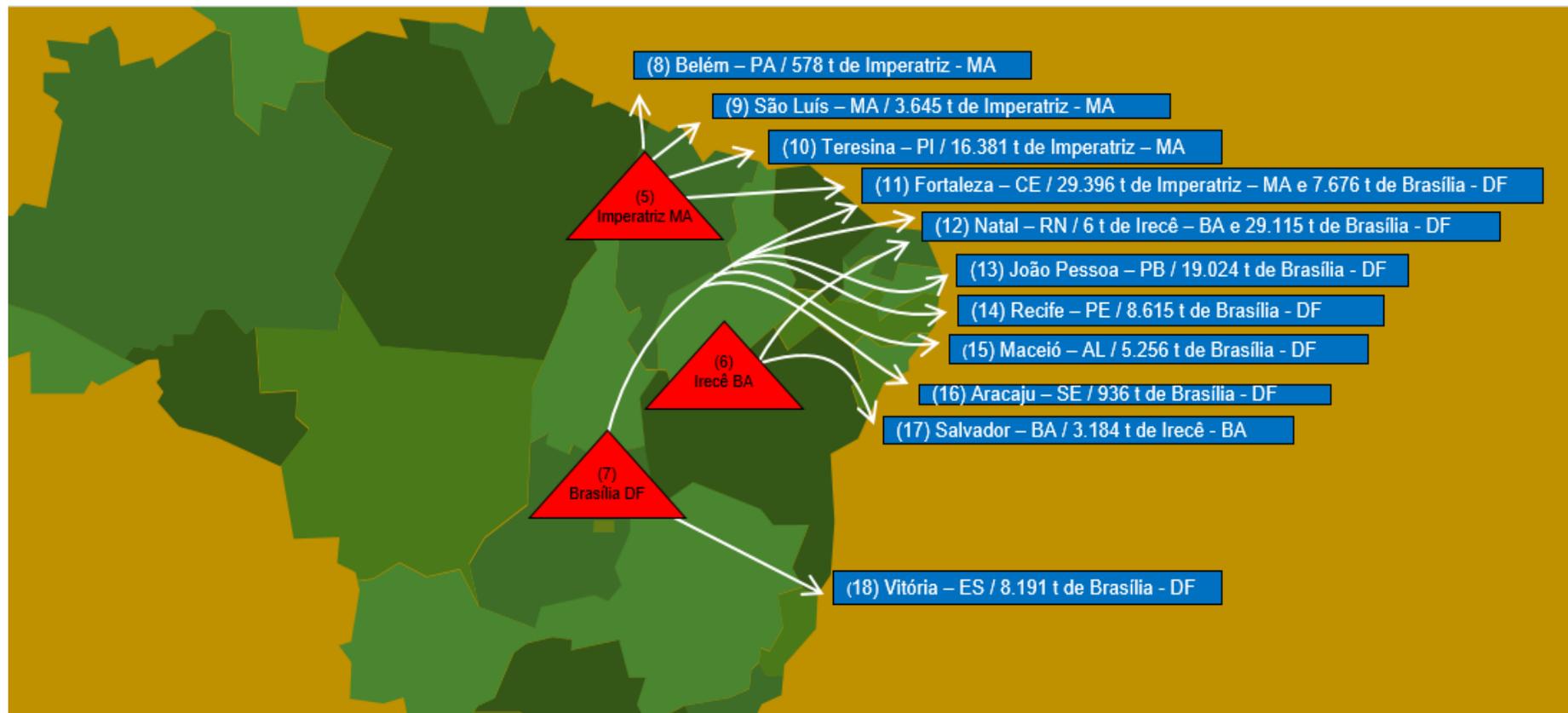
Assim, partindo dos três municípios intermediários para o abastecimento dos demais estados, os resultados obtidos para o quinto cenário foram:

- Para o abastecimento do estado do Pará: 578 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Maranhão: 3.645 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Piauí: 16.381 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Ceará: 29.396 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA) e 7.676 toneladas de Brasília (DF);

- Para o abastecimento do estado do Rio Grande do Norte: 6 toneladas deverão sair do município de Irecê (BA) e 29.115 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado da Paraíba: 19.024 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Pernambuco: 8.615 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Alagoas: 5.256 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Sergipe: 936 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado da Bahia: 3.184 toneladas deverão sair do município de Irecê (BA);
- Para o abastecimento do estado do Espírito Santo: 8.191 toneladas deverão sair de Brasília (DF).

A Figura 8 ilustra os resultados encontrados para a oferta estimada aumentada para 200.000 t e capacidade intermediária aumentada em 25%.

Figura 8 – Oferta estimada aumentada para 200.000 toneladas e capacidade intermediária aumentada em 25%



Fonte: Elaboração própria.

Nesse quinto cenário, o valor da função objetivo que totaliza o valor global da operação no período de um ano foi de R\$ 87.885.959,00 (oitenta e sete milhões, oitocentos e oitenta e cinco mil, novecentos e cinquenta e nove reais).

O indicador R\$/Tonelada alcançado foi =  $R\$ 87.885.959,00 / 200.000 = R\$ 439,43$ .

### **5.6 Cenário 6 – Oferta Estimada Aumentada para 200.000 Toneladas e Capacidade Intermediária Aumentada em 50%**

No sexto e último cenário analisado, foi aumentada para 50.000 toneladas a oferta estimada no período de um ano para cada um dos quatro municípios produtores e aumentada a capacidade dos armazéns intermediários em 50%, ou seja: 61.500 toneladas para Imperatriz (MA), 34.635 toneladas para Irecê (BA) e 94.575 toneladas para Brasília (DF).

Após devidamente preenchidos os valores nas células correspondentes na planilha Excel e após rodar o Solver, o resultado obtido foi que a Conab não utilizasse a armazenagem de terceiros no Mato Grosso e não utilizasse o armazém intermediário em Irecê (BA), mas que utilizasse os dois armazéns intermediários localizados em Imperatriz (MA) e Brasília (DF).

O armazém intermediário localizado em Imperatriz (MA) receberia 37.428 toneladas de Diamantino (MT). Já o armazém intermediário localizado em Brasília (DF) receberia 50.000 toneladas de Primavera do Leste (MT) e 44.575 toneladas de Gaúcha do Norte (MT).

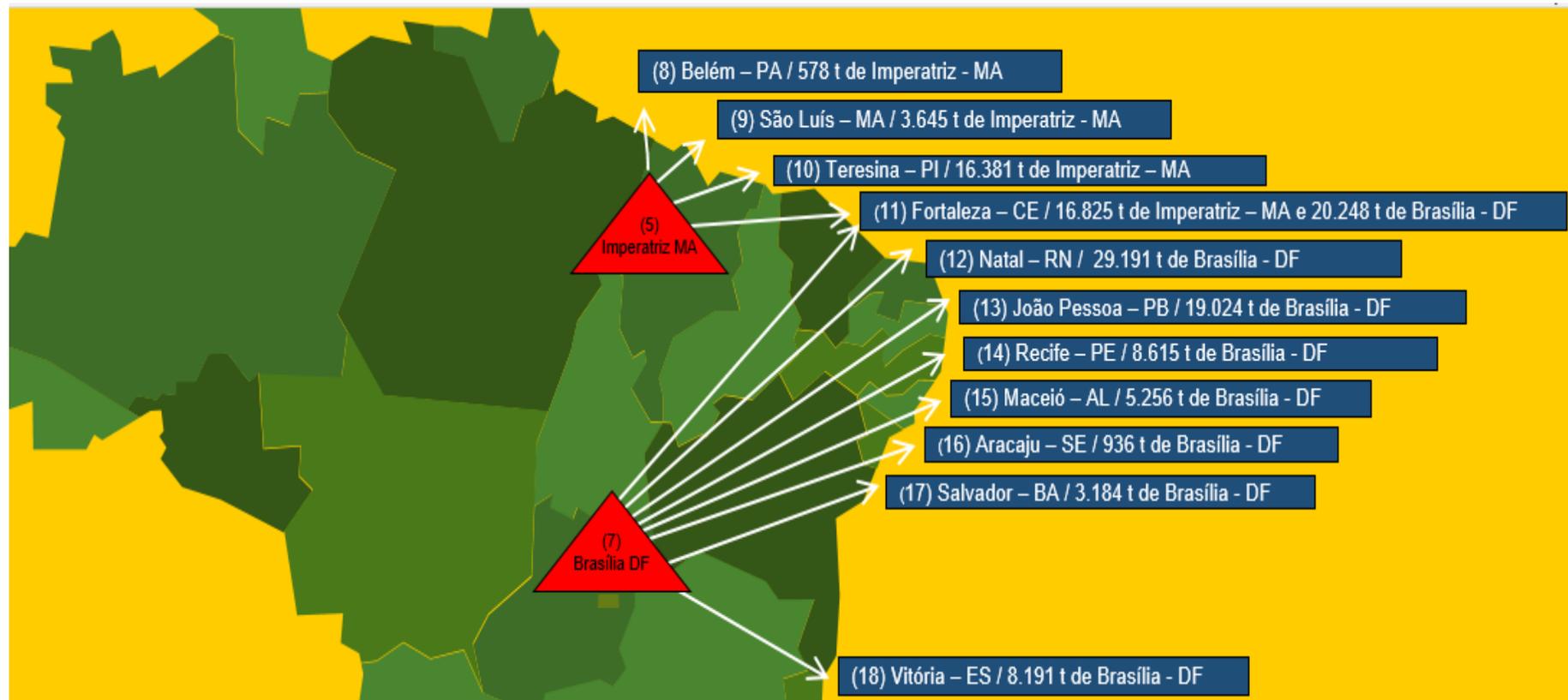
Assim, partindo dos dois municípios intermediários para o abastecimento dos demais estados, os resultados obtidos para o sexto cenário foram:

- Para o abastecimento do estado do Pará: 578 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Maranhão: 3.645 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Piauí: 16.381 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA);
- Para o abastecimento do estado do Ceará: 16.825 toneladas deverão sair do município de Imperatriz (MA) e 20.248 toneladas de Brasília (DF);

- Para o abastecimento do estado do Rio Grande do Norte: 29.121 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado da Paraíba: 19.024 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Pernambuco: 8.615 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Alagoas: 5.256 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado de Sergipe: 936 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado da Bahia: 3.184 toneladas deverão sair de Brasília (DF);
- Para o abastecimento do estado do Espírito Santo: 8.191 toneladas deverão sair de Brasília (DF).

A Figura 9 ilustra os resultados encontrados para a oferta estimada aumentada para 200.000 t e capacidade intermediária aumentada em 50%.

Figura 9 – Oferta estimada aumentada para 200.000 toneladas e capacidade intermediária aumentada em 50%



Fonte: Elaboração própria.

Nesse sexto cenário, o valor da função objetivo que totaliza o valor global da operação no período de um ano foi de R\$ 87.217.030,00 (oitenta e sete milhões, duzentos e dezessete mil e trinta reais).

O indicador R\$/Tonelada alcançado foi =  $R\$ 87.217.030,00 / 200.000 = R\$ 436,08$ .

A tabela 8 traz um resumo e uma breve comparação entre os seis cenários analisados.

Tabela 8 – Quadro comparativo dos custos operacionais dos seis cenários analisados (em R\$).

Cenário	Descrição	Valor (R\$)	R\$/t
1	132.000 t de milho transportadas com capacidade intermediária atual	111.820.904,00	847,13
2	132.000 t de milho transportadas com capacidade intermediária aumentada em 25%	90.789.989,00	687,80
3	132.000 t de milho transportadas com capacidade intermediária aumentada em 50%	90.374.301,00	684,65
4	200.000 t de milho transportadas com capacidade intermediária atual	109.280.394,00	546,40
5	200.000 t de milho transportadas com capacidade intermediária aumentada em 25%	87.885.959,00	439,43
6	200.000 t de milho transportadas com capacidade intermediária aumentada em 50%	87.217.030,00	436,08

Onde: t – Tonelada; e, R\$ - Reais.

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 8 traz um resumo comparativo entre os seis cenários e, comparando os indicadores real por tonelada (R\$/Tonelada) apresentados na referida tabela, os cenários de números 5 e 6 seriam os que apresentam custos operacionais mais vantajosos, ou seja, de R\$ 439,43 e de R\$ 436,08 por tonelada, respectivamente.

Para tanto, seria necessário aumentar a capacidade estática dos três armazéns intermediários localizados em Irecê (BA), Imperatriz (MA) e Brasília (DF) no cenário 5 e dos dois armazéns intermediários localizados em Imperatriz (MA) e Brasília (DF) no cenário 6.

Assim, infere-se que o cenário 6 seja o mais vantajoso porque precisaria adequar apenas duas unidades armazenadoras a um custo operacional praticamente idêntico ao do cenário 5 que precisaria adequar as três unidades intermediárias.

Aumentar a capacidade operacional dos dois armazéns intermediários dar-se-ia por meio de reformas nas duas unidades, ou mesmo construindo novos armazéns graneleiros nas duas unidades selecionadas. As duas unidades têm áreas que possibilitariam tal ampliação, entretanto, o custo total para tal incremento dependerá da capacidade dos novos armazéns, do material utilizado, qual o tipo de graneleiro a ser construído, dentre outros.

Além disso, levando em consideração que o modal de transporte utilizado no presente estudo foi o rodoviário e que o modal ferroviário vem ganhando destaque e que poderá ser utilizado no futuro para o transporte de grãos dentro do território brasileiro, pode-se inferir que os custos operacionais do programa podem diminuir, pois as duas unidades armazenadoras já possuem acesso às suas respectivas instalações por meio do modal ferroviário, o que poderia reduzir consideravelmente os custos com o transporte em um cenário onde o modal ferroviário seja largamente utilizado.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa de Venda em Balcão (ProVB) existe para proporcionar o acesso do pequeno produtor aos estoques públicos do Governo Federal. Trata-se de um Programa federal que atende atualmente milhares de pequenos produtores em todo o território nacional. Especificamente na região Nordeste, em função de ser uma região ainda deficitária na produção de milho para ração animal, é um Programa de grande importância para os pequenos produtores daquela região, pois atende a região do semiárido nordestino assolada pela seca na maior parte do ano.

Além disso, há um déficit de locais para armazenagem de produtos agropecuários na região, o que agrava ainda mais a situação de abastecimento de milho naquela parte do país.

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) vem realizando mudanças no modelo operacional de remoção de estoque existente por meio da utilização de unidades armazenadoras próprias localizadas no Estado de Minas Gerais (MG), mais precisamente nos municípios de Uberlândia e Uberaba – entretanto, municípios distantes do principal centro consumidor. Dessa forma, otimizar o fluxo de transporte de milho a partir da região Centro-Oeste é essencial para a redução do custo operacional de distribuição do ProVB como meio de permitir a continuação do Programa.

Ao otimizar a operação por meio da utilização de armazéns intermediários próprios, além de não depender de armazéns de terceiros, a Conab pode movimentar melhor os seus produtos em um período em que os fretes estejam mais favoráveis, evitando assim a concorrência com os altos preços de fretes praticados na época da colheita da safra.

Além disso, há a questão qualitativa em relação à autonomia dos estoques no que se refere à armazenagem do produto em armazéns próprios da companhia, evitando despesas com fiscalizações permanentes dos estoques públicos em armazéns de terceiros em função dos riscos permanentes de retenções indevidas e até mesmo de desvios (furtos) ou perdas de qualidade dos grãos.

Para atingir o objetivo desta pesquisa, foi proposto um o modelo de programação matemática linear para otimizar o fluxo de milho a partir do Mato Grosso

utilizando ou não três unidades armazenadoras próprias e que se encontram em funcionamento como unidades armazenadoras intermediárias.

Após a obtenção de dados, reais e estimados, e seguindo as fases de um estudo em PO: definição do problema; construção do modelo; solução do modelo; validação do modelo; implementação da solução e avaliação final, o MAD foi rodado em uma planilha Excel 2016 utilizando o Solver do próprio *software*, onde os resultados ótimos foram encontrados e apresentados, cumprindo assim os objetivos do trabalho.

A partir dos resultados ótimos encontrados, pode-se destacar que a capacidade estática atual dos armazéns intermediários da Conab não foi suficiente para escoar toda a oferta estimada de milho prevista nos cenários 1 e 4. O modelo utilizou a armazenagem de terceiros na origem, ou seja, o modelo optou por não utilizar nenhum armazém intermediário no primeiro e no quarto cenários. O modelo começou a utilizá-los somente quando ocorreu o aumento de 25% da capacidade dos armazéns intermediários.

Ao aumentar as capacidades dos armazéns intermediários, tomou-se como premissa que não houve aumento do custo operacional proporcional ao aumento da capacidade por haver capacidade ociosa nas unidades. Entretanto, mesmo aumentando os custos operacionais dos armazéns intermediários da Conab em até 695%, o modelo continuou utilizando os armazéns intermediários, ou seja, até os custos operacionais de R\$ 3.266.192 para Imperatriz (MA), R\$ 3.297.206 para Irecê (BA) e R\$ 17.940.314 para Brasília (DF).

O presente trabalho teve como limitações a obtenção de alguns dados, e por isso houve algumas estimativas, como alguns valores dos fretes a partir dos armazéns intermediários. Além disso, não foram feitos estudos *in loco*, apenas análises documentais e extrações de dados a partir de órgãos governamentais, um trabalho de campo poderia contribuir para o enriquecimento do estudo.

Apesar do estudo ter se restringido a apenas uma região brasileira, o modelo proposto pode ser aplicado a outras regiões de atendimento do ProVB, como na Região Sul, onde o milho ProVB é bastante comercializado. Pode-se realizar também um estudo com o milho oriundo de uma outra região produtora como por exemplo a Região do MATOPIBA, região que abrange os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

Este estudo poderá contribuir para o entendimento e uma melhor tomada de decisão sobre o fluxo ótimo dos produtos agropecuários dentro do território brasileiro, sobretudo o fluxo de grãos a partir da Região Centro-Oeste para as demais regiões brasileiras, entendimento esse que poderá auxiliar o Governo Federal na elaboração de políticas públicas na área de logística para o agronegócio, principalmente nas áreas de transporte e de armazenagem de grãos.

## REFERÊNCIAS

- AHUMADA, O.; VILLALOBOS, J. R. Application of planning models in the agri-food supply chain: a review. *European Journal of Operational Research*, [s. l.], v. 196, n. 1, p. 1-20, jul. 2009.
- AKGÜL, A.; SEÇKINER, S. U. Optimization of biomass to bioenergy supply chain with tri-generation and district heating and cooling network systems. *Computers and Industrial Engineering*, [s. l.], v. 137, n. 3, nov. 2019.
- AMORIM, N. S.; CENTENARO, M.; CAETANO, J. E. B.; FERREIRA, B. M. B. Panorama da infraestrutura de armazenagem de grãos do Estado de Mato Grosso do Sul: um estudo apoiado em Análise Envoltória de Dados (DEA). In: 53 SOBER – Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – Desenvolvimento Rural, territorial e regional, João Pessoa, 2015. *Anais...* João Pessoa, 2015.
- ANDRADE, E. L. *Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. 220 p.
- ARAS, N.; BILGE, Ü. Robust supply chain network design with multi-products for a company in the food sector. *Applied Mathematical Modelling*, [s. l.], v. 60, p. 526-539, ago. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X18301586>. Acesso em: 22 nov. 2022.
- ARRUDA, P. N.; SILVA NETO, W. A.; BASTOS, A. C. A capacidade de armazenagem de grãos no Estado de Goiás. In: Congresso da SOBER, Goiânia, 2014. *Anais...* Goiânia, 2014.
- AZEVEDO, L. F.; OLIVEIRA, T. P.; PORTO A. G.; SILVA, F. S. A capacidade estática de armazenamento de grãos no Brasil. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, 13-16 out. 2008. *Anais...* Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STP\\_069\\_492\\_11589.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_069_492_11589.pdf). Acesso em: 22 nov. 2022.
- BALLOU, R. H. *Logística empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física*. São Paulo: Atlas, 1992. 392 p.
- BARONI, G. D.; BENEDETI, P. H.; SEIDEL, D. J.; Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. *Revista Thema*, [s. l.], v. 14, n. 4, p. 55-64, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/452/681>. Acesso em: 22 nov. 2022.

BEM NORO, G.; OLIVEIRA, J. H. R.; WITTMANN, M.; ZAGO, C. A. A logística como fator determinante para o Sistema de Agronegócio (SAG) do Brasil: um estudo realizado na Bunge Alimentos S.A. In: IX Congresso Brasileiro de Custos, Florianópolis, 28-30 nov. 2005. *Anais...* Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1968/1968>. Acesso em: 16 maio. 2022.

BESKOW, P.; DECKERS, D. Capacidade brasileira de armazenagem de grãos. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Eds.). *Armazenagem de grãos*. Campinas, SP: Instituto Bio Geneziz, 2002. p. 97-115. 983 p.

BIAGI, J. D.; BERTOL, R.; CARNEIRO, M. C. A. Armazéns em unidades centrais de armazenamento. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Eds.). *Armazenagem de grãos*. Campinas, SP: Instituto Bio Geneziz, 2002. p. 157-161. 983 p.

BIERE, A. *Agribusiness logistics: an emerging field in agribusiness education*. Manhattan: [s. n.], [s. d.].

BILIR, C.; EKICI, S. O.; ULENGIN, F. An integrated multi-objective supply chain network and competitive facility location model. *Computers and Industrial Engineering*, [s. l.], v. 108, n. 3, p. 136-148, jun. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 8.029, de 12 de abril de 1990*. Dispõe sobre a extinção e dissolução de entidades da administração Pública Federal, e dá outras providências. Brasília, 1990. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8029cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8029cons.htm). Acesso em: 22 nov. 2022.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991*. Dispõe sobre a política agrícola. Brasília, 1991. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8171.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20pol%C3%ADtica%20agr%C3%ADcola.&text=Art.,das%20atividades%20pesqueira%20e%20florestal](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20pol%C3%ADtica%20agr%C3%ADcola.&text=Art.,das%20atividades%20pesqueira%20e%20florestal). Acesso em: 22 nov. 2022.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Ministério da Fazenda. Portaria Interministerial nº 38, de 9 de março de 2004. Brasília, 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/legislacao/portarias-interministeriais/2004/portaria-38>. Acesso em: 22 nov. 2022.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Ministério da Fazenda. Portaria Interministerial nº 182, de 25 de agosto de 1994. Estabelece as regras disciplinadoras da formação e liberação dos estoques públicos e da intervenção no mercado de produtos agropecuários. Brasília, 1994. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/811/769>. Acesso em: 22 nov. 2022.

CHAIWUTTISAK, P.; SMITH, H.; WU, Y.; POTTS, C.; SAKULDAMRONGPANICH, T.; PATHOMSIRI, S. Location of low-cost blood collection and distribution centres in Thailand. *Operations Research for Health Care*, v. 9, p. 7-15, jun. 2016.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ALIMENTOS – COBAL. Diretoria de Planejamento. *Metodologia de planejamento organizacional para constituição da Companhia Nacional de Abastecimento*. Brasília: COBAL, 1990. 24 f.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. Brasília: CONAB, 2022a.

\_\_\_\_\_. *Milho*. Brasília, 2022b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/910-Milho>. Acesso em: 10 jul. 2022.

\_\_\_\_\_. *Programa de Venda em Balcão*. Brasília, 2022c. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/abastecimento-social/vendas-em-balcao>. Acesso em: 22 fev. 2022.

COSTA, M. S.; MARJOTTA-MAISTRO, M. C. Indicadores de qualidade da Infraestrutura logística brasileira: um estudo para o agronegócio. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, Itapetininga, SP, v. 4, n. 9, p. 67-83, 2017.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS – CSCMP. Lombard, 2022. Disponível em: <https://cscmp.org/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. *A concept of agribusiness*. [S. l.]: Martino Fine Books, 2021. 152 p.

FILIPPI, A. C. G.; GUARNIERI, P.; DINIZ, J. D. A. S. Motivações para a estruturação de condomínios rurais no setor de armazenagem: uma revisão sistemática. *Rev. Agro. Amb.*, Maringá, PR, v.11, n. 4, p. 1061-1087, out./dez. 2018.

GABAN, A. C.; MORELLI, F.; BRISOLA, M. V.; GUARNIERI, P. Evolução da produção de grãos e armazenagem: perspectiva do agronegócio brasileiro para 2024/25. *IGEPEC*, Toledo, PR, v. 21, n. 1. p. 28-47, jan./jun.2017. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/15407/11649>. Acesso em: 16 maio. 2022.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. *Administração da produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.

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

HILLIER, F. S.; LIBERMAN, G. J. *Introdução à pesquisa operacional*. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

JANK, M. S.; NASSAR, A. M.; TACHINARDI, M. H. Agronegócio e comércio exterior brasileiro. *Revista USP*, São Paulo, n. 64, p. 14-27, dez. 2004/fev. 2005. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13387/15205>. Acesso em: 16 maio 2022.

KIM, H.; EOM, M.; KIM, B. Development of strategic hydrogen refueling station deployment plan for Korea. *International Journal of Hydrogen Energy*, [s. l.], v. 45, n. 38, jul. 2020.

LACHTERMACHER, G. *Pesquisa operacional na tomada de decisões*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

LIU, S.; PAPAGEORGIOU, L. G.; SHAH, N. Optimal design of low-cost supply chain networks on the benefits of new product formulations. *Computers and Industrial Engineering*, [s. l.], v. 139, n. 3, jan. 2020.

MACHADO JÚNIOR, P. C.; REIS NETO, S. A. (Orgs.). *Perdas em transporte e armazenagem de grãos: panorama atual e perspectivas*. Brasília: CONAB, 2021. 197 p.

MARTINS, R. S.; REBECHI, D.; PRATI, C. A.; CONTE, H. Decisões estratégicas na logística do agronegócio: compensação de custos de transporte-armazenagem para a soja no Estado do Paraná. *RAC*, v. 9, n. 1, p. 53-78, jan./mar. 2005 Disponível em: <https://rac.anpad.org.br/index.php/rac/article/view/359/357>. Acesso em: 16 maio 2022.

] MATIAS-PEREIRA, J. *Manual de metodologia da pesquisa científica*. 4. ed. rev. atual. São Paulo: Atlas, 2019.

MORABITO, R. Xxx xxx xxx. In: BATALHA, M. (Org.). *Introdução à engenharia de produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 00-00.

MOREIRA, D. A. *Pesquisa operacional: curso introdutório*. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.

PEREIRA, C. A.; ROSSI, R. M. Uma análise exploratória da capacidade de armazenagem estática de soja no Estado de Goiás. In: Congresso da SOBER, João Pessoa, 2015. *Anais...* João Pessoa, 2015.

RODRIGUES, L. H.; AHLERT, F.; LACERDA, D. P.; CAMARGO, L. F. R.; LIMA, P. N. *Pesquisa operacional – Programação linear passo a passo: do entendimento do problema à interpretação da solução*. [São Leopoldo, RS]: Ed. UNISINOS, 2014. (Coleção EAD).

SANTOS, J. D. S.; PEREIRA, L. A. G.; Logística de Transportes do Agronegócio e Exportação de Soja no Centro-Oeste Brasileiro. *Geoambiente On-line: Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ*, Jataí, GO, n. 34, p. 131-154, maio/ago. 2019. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/52867/35483>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SILVA, C. L. O.; EZIQUIEL, D. S.; MUÇOUÇA, M. F. S. A infraestrutura Brasil para o escoamento de safras no agronegócio. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 7, n. 11, p. 109701-109717, nov. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/40364/pdf>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SILVA NETO, W. A.; SANTOS, T. L.; O déficit na capacidade estática de armazenamento nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil. *Revista de Economia e Agronegócio – REA*, Goiânia, v. 17, n. 3, p. 507-530, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/8358/5431>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SOARES, J. F. (Coord.). *Memória da CONAB: linha do tempo 1990-2016*. Brasília: CONAB, 2017.

SOUZA, A. L. A. A logística nas cadeias produtivas do agronegócio. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, a. 4, e. 8, v. 6, p. 33-54, ago. 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/wp-content/uploads/2019/08/cadeias-produtivas.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2022.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. *World agricultural supply and demand estimates*. Washington, dez. 2022. Disponível em: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/wasde1222.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.

VIANA, F. L. E. Logística de armazenagem. *Caderno Setorial ETENE*, a. 5, n. 135, p. 1-7, out. 2020. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/389/1/2020\\_CDS\\_135.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/389/1/2020_CDS_135.pdf). Acesso em: 22 nov. 2022.

## APÊNDICE

## APÊNDICE A – DADOS DE VENDA DE MILHO DO PROV B NO BRASIL – PERÍODO 2012-2021

Tabela APA1 – Dados de venda de milho no Programa de Venda em Balcão no Brasil – período 2012-2021 (em kg).

UF	Ano										Total (kg)	Total (t)
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
<b>AC</b>	785.800,10	766.749,00	357.350,00	476.899,60	560.637,60	1.197.450,00	2.555.653,50	1.291.678,30	1.344.612,80	1.266.326,70	<b>10.603.157,60</b>	<b>10.603,16</b>
<b>AL</b>	7.575.956,91	38.879.624,33	8.786.284,29	2.468.322,12	3.668.911,28	7.439.757,94	8.871.128,34	3.570.104,72	3.879.876,41	2.517.721,57	<b>87.657.687,91</b>	<b>87.657,69</b>
<b>AM</b>	4.098.541,58	4.633.034,19	3.125.406,41	3.763.173,59	2.913.801,31	3.467.100,00	5.911.170,00	1.679.087,90	2.227.500,00	734.200,00	<b>32.553.014,98</b>	<b>32.553,01</b>
<b>AP</b>	0,00	0,00	232.411,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>232.411,40</b>	<b>232,41</b>
<b>BA</b>	20.892.071,62	106.489.981,00	18.646.936,91	3.959.427,29	747.456,42	4.337.181,12	5.434.577,03	2.312.558,95	2.232.091,74	1.602.069,58	<b>166.654.351,67</b>	<b>166.654,35</b>
<b>CE</b>	81.044.734,07	104.921.411,66	51.905.965,47	45.780.626,42	27.060.061,57	47.022.670,01	57.727.378,88	27.829.084,81	30.652.662,58	22.130.645,26	<b>496.075.240,73</b>	<b>496.075,24</b>
<b>DF</b>	2.947.622,00	5.450.167,00	1.326.003,90	1.518.040,00	3.932.090,00	4.370.795,10	4.222.400,00	2.418.450,00	3.589.040,00	2.599.480,00	<b>32.374.088,00</b>	<b>32.374,09</b>
<b>ES</b>	11.033.036,30	21.659.406,55	15.203.787,95	4.608.347,08	8.298.643,72	7.630.625,72	14.105.080,89	7.992.630,10	7.324.217,38	3.904.589,61	<b>101.760.365,30</b>	<b>101.760,37</b>
<b>GO</b>	10.745.870,99	14.579.242,47	12.317.548,79	12.992.915,60	14.480.228,11	8.599.360,31	6.520.603,03	4.838.114,28	2.596.483,00	1.886.646,95	<b>89.557.013,52</b>	<b>89.557,01</b>
<b>MA</b>	6.852.835,24	11.304.104,51	7.705.546,99	2.458.020,84	4.239.158,58	4.282.378,04	4.684.947,38	2.185.736,05	5.367.378,60	1.705.709,30	<b>50.785.815,52</b>	<b>50.785,82</b>
<b>MG</b>	12.833.510,43	31.358.349,31	6.629.263,11	3.029.320,84	2.726.370,44	1.096.263,76	1.757.002,26	943.091,51	204.143,91	58.622,00	<b>60.635.937,57</b>	<b>60.635,94</b>
<b>PA</b>	1.786.183,98	1.548.472,42	189.782,00	494.242,70	679.081,60	527.407,17	816.987,73	461.565,50	857.894,50	223.738,55	<b>7.585.356,15</b>	<b>7.585,36</b>
<b>PB</b>	36.549.152,70	86.244.587,52	28.731.500,64	8.787.562,23	14.266.889,47	29.763.728,66	27.926.542,22	16.532.124,65	12.611.087,15	8.286.709,18	<b>269.699.884,41</b>	<b>269.699,88</b>
<b>PE</b>	16.589.192,80	59.265.539,36	18.137.743,04	4.463.791,90	5.430.921,82	12.810.969,28	11.638.289,50	6.588.037,10	6.646.224,54	5.393.263,62	<b>146.963.972,96</b>	<b>146.963,97</b>
<b>PI</b>	35.725.537,72	72.295.130,96	33.304.605,38	14.143.008,57	19.553.079,17	16.790.532,64	20.466.972,82	14.291.130,95	17.504.082,86	12.851.448,57	<b>256.925.529,64</b>	<b>256.925,53</b>
<b>PR</b>	4.905.168,86	16.695,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>4.921.864,00</b>	<b>4.921,86</b>
<b>RJ</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110.300,00	363.850,00	25.657,60	0,00	0,00	<b>499.807,60</b>	<b>499,81</b>
<b>RN</b>	61.943.008,60	85.024.057,45	32.722.428,46	13.764.628,90	15.943.713,68	41.623.987,45	42.862.298,30	23.934.690,13	20.135.978,88	17.048.826,00	<b>355.003.617,84</b>	<b>355.003,62</b>

(continua)

Tabela APA1 – Dados de venda de milho no Programa de Venda em Balcão no Brasil – período 2012-2021 (em kg).

UF	Ano										Total (kg)	Total (t)
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
RO	3.492.584,00	2.138.508,90	1.715.505,90	1.171.623,20	1.927.167,00	1.352.916,18	1.845.979,72	970.013,65	1.347.491,23	906.026,35	<b>16.867.816,13</b>	<b>16.867,82</b>
RR	5.035.302,60	3.064.150,00	2.020.653,80	2.456.200,00	2.435.250,00	4.610.050,00	5.725.850,00	1.459.550,00	1.775.150,00	1.244.900,00	<b>29.827.056,40</b>	<b>29.827,06</b>
RS	154.596.479,22	33.663.023,50	20.323.056,00	26.925.856,90	16.971.785,20	7.531.898,00	10.406.948,00	7.112.577,00	16.117.514,00	10.418.339,72	<b>304.067.477,54</b>	<b>304.067,48</b>
SC	116.158.311,31	15.647.424,69	13.314.174,00	4.337.885,00	18.602.279,36	192.411,00	25.008.023,00	7.520.456,11	6.798.291,70	873.100,00	<b>208.452.356,17</b>	<b>208.452,36</b>
SE	4.832.642,60	19.229.813,33	3.658.659,99	1.396.320,38	293.279,61	619.592,31	936.167,65	1.537.490,44	1.048.104,70	537.060,00	<b>34.089.130,99</b>	<b>34.089,13</b>
SP	212.000,00	81.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	157.377,00	98.517,00	<b>548.894,00</b>	<b>548,89</b>
TO	1.160.302,80	990.130,50	336.400,00	104.169,58	277.380,00	472.440,00	535.222,99	324.824,50	0,00	0,00	<b>4.200.870,37</b>	<b>4.200,87</b>
<b>BR (kg)</b>	<b>601.795.846,44</b>	<b>719.250.603,78</b>	<b>280.691.014,44</b>	<b>159.100.382,72</b>	<b>165.008.185,93</b>	<b>205.849.814,69</b>	<b>260.323.073,22</b>	<b>135.818.654,24</b>	<b>144.417.202,97</b>	<b>96.287.939,96</b>	<b>2.768.542.718,39</b>	<b>2.768.542,72</b>
<b>BR (t)</b>	<b>601.795,85</b>	<b>719.250,60</b>	<b>280.691,01</b>	<b>159.100,38</b>	<b>165.008,19</b>	<b>205.849,81</b>	<b>260.323,07</b>	<b>135.818,65</b>	<b>144.417,20</b>	<b>96.287,94</b>	<b>2.768.542,72</b>	

(conclusão)

Onde: AC – Acre; AL – Alagoas; AM – Amazonas; AP – Amapá; BA – Bahia; BR – Brasil; CE – Ceará; DF – Distrito Federal; ES – Espírito Santo; GO – Goiás; kg – Kilograma; MA – Maranhão; MG – Minas Gerais; PA – Pará; PB – Paraíba; PE – Pernambuco; PI – Piauí; PR – Paraná; RJ – Rio de Janeiro; RN – Rio Grande do Norte; RO – Rondônia; RR – Roraima; RS – Rio Grande do Sul; SC – Santa Catarina; SE – Sergipe; SP – São Paulo; t – Tonelada; TO – Tocantins; e UF – Unidade da Federação.

Fonte: Adaptado de CONAB (2022a).