

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SÃO CARLOS

LARA BEATRIZ CARVALHO MARINS

**Modelos de otimização para a cadeia de suprimentos de milho considerando
mercado interno e exportação**

SÃO CARLOS

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SÃO CARLOS

LARA BEATRIZ CARVALHO MARINS

**MODELOS DE OTIMIZAÇÃO PARA A CADEIA DE SUPRIMENTOS DE
MILHO CONSIDERANDO MERCADO INTERNO E EXPORTAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Morabito.

Financiamento: Capes.

SÃO CARLOS

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Lara Beatriz Carvalho Marins, realizada em 16/07/2021.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Reinaldo Morabito Neto (UFSCar)

Prof. Dr. Mario Otavio Batalha (UFSCar)

Prof. Dr. Cleber Damião Rocco (UNICAMP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

DEDICATÓRIA

À minha avó, Silvia Helena (in memoriam), que não está mais entre nós, mas continua sendo minha maior força na vida. Sua lembrança me inspira e me faz persistir.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me dar forças para enfrentar as dificuldades desta jornada.

Agradeço imensamente ao meu pai, Luis Eduardo; a minha mãe, Beatriz; e ao meu irmão Diego, pelo apoio, confiança, amor e incontáveis orações.

Agradeço aos professores e técnicos da instituição pelo auxílio e conhecimentos prestados. Principalmente, ao meu orientador, Reinaldo Morabito Neto pela paciência, dedicação e sabedoria em todo o percurso.

Agradeço aos professores da banca, Cleber Rocco e Mário Batalha, pelo compartilhamento dos seus conhecimentos e pela disponibilidade em fazer parte da minha jornada acadêmica.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Fundação CAPES) que financiou a realização desse projeto.

Agradeço aos amigos de São Carlos que fizeram a trajetória mais feliz e amena. Do mesmo modo, os amigos de Minas Gerais que torcem pelo meu sucesso mesmo com a distância.

Resumo: A agroindústria brasileira vem se destacando por sua importância econômica para o país e o mundo. Contudo, a sua dispersão geográfica e a interferência de fatores biológicos e climáticos implicam em sistemas produtivos complexos. Especificamente, a produção de milho envolve uma cadeia de produção agroindustrial cujos agentes devem priorizar em oferecer produtos de alta qualidade a um baixo custo para se manterem competitivos no mercado. Neste trabalho, dois modelos de otimização do planejamento tático da produção e logística são propostos para auxiliar nas análises e no processo de tomada de decisões na cadeia de suprimentos nas agroindústrias de milho. Os modelos podem ser úteis para indicar e quantificar alternativas para se reduzir custos ou maximizar os faturamentos e margens de lucro dos membros da cadeia, buscando a eficiência econômica/operacional da cadeia e atendendo às restrições de fluxo, capacidades, balanceamento de estoque e diferentes tipos de demanda da cadeia. Esses modelos de otimização linear consideram o mercado interno de alimentação animal, produção de etanol e exportação. Eles são orientados principalmente para apoiar políticas e decisões de agentes públicos que tem certo controle e podem interferir em quase toda cadeia, como órgãos e secretarias de agricultura do governo, ao invés de empresas ou organizações privadas do setor de milho, que atuam em apenas parte da cadeia. Esses órgãos podem interferir na cadeia, por exemplo, por meio de incentivos e investimentos em diferentes capacidades de produção e transporte da cadeia, por meio de mudanças na legislação e impostos que incidem na cadeia, entre outros. Para verificar a coerência e potencial dos modelos e validar essa abordagem de otimização, os modelos foram implementados em linguagem de modelagem algébrica e resolvidos por um *solver* de otimização usando dados reais coletados de diversas fontes secundárias. Os resultados obtidos mostram o potencial de aplicação dos modelos para essas análises, e a importância de se considerar alguns aspectos que ainda não foram muito estudados na literatura, como algumas oportunidades de se utilizar diferentes modais de distribuição do milho e alguns impactos do imposto de circulação de mercadorias e serviços (ICMS) sobre seus sistemas de produção e logística. Outros aspectos importantes explorados na análise dos cenários são a identificação dos gargalos de capacidade e das oportunidades de investimentos na cadeia. Além disso, mostra-se a situação competitiva de produção dos estados brasileiros de acordo com a produção, logística e políticas atuais, entre outros.

Palavra-chave: Planejamento tático da produção e logística, cadeia de suprimentos de milho, otimização linear, agroindústrias de milho, gestão da cadeia de suprimentos, pesquisa operacional.

Abstract: The Brazilian agroindustry has been notable for its economic importance to the country and the world. However, their geographical dispersion and the interference of biological and climatic factors imply complex production systems. Specifically, corn production involves an agroindustry production chain whose agents must prioritize in offering high quality products at a low cost in order to remain competitive in the market. In this work, two optimization models for tactical planning of production and logistics are proposed to assist in the analysis and decision-making process in the supply chain in corn agroindustry. The models can be useful to indicate and quantify alternatives to reduce costs or maximize the revenue and profit margins of the chain members, seeking the economic/operational efficiency of the chain and taking into account flow restrictions, capacities, inventory balancing and different types of demand in the chain. These linear optimization models consider the domestic market for animal consumption, ethanol production and international markets. They are mainly oriented to support policies and decisions of public agents who have some control and can interfere in almost the entire chain, such as government agricultural agencies and secretariats, instead of companies or private associations in the corn sector that operate in only part of the chain. These agents can interfere in the chain, for example, through incentives and investments in different production and transport capacities in the chain, through changes in legislation and taxes that affect the chain, among others. To verify the consistency of the models and validate this optimization approach, the models were implemented in an algebraic modelling language and solved by an optimization solver, using real data collected from various sources. The obtained results show the potential application of the models for these analyses and the importance of considering some aspects that have not been much studied in the literature, such as some opportunities to use different modes of corn distribution and some impacts of the Tax on Circulation of Goods and Services (ICMS) on its production and logistics systems. Other important aspects explored in the scenario analysis are the identification of capacity bottlenecks and investment opportunities in the chain. In addition, it shows the competitive situation of production in Brazilian states according to current production, logistics and policies, among others.

Key words: Tactical planning of production and logistics, corn supply chain, linear optimization, corn agroindustry, supply chain management, operational research.

Lista de figuras

Figura 1 Cadeia agroindustrial de milho	2
Figura 2 Revisão Sistemática em três etapas	7
Figura 3 Processo de Revisão Sistemática	8
Figura 4 Resultado do Processo de Revisão Sistemática	9
Figura 5 Linha do tempo dos artigos selecionados.....	11
Figura 6 Revistas dos artigos selecionados	12
Figura 7 Áreas de estudos dos artigos selecionados.....	12
Figura 8 Resultado do Processo de Revisão Sistemática	13
Figura 9 Linha do tempo dos artigos selecionados (Milho)	17
Figura 10 Revistas dos artigos selecionados (Milho).....	18
Figura 11 Modelo esquemático da cadeia de suprimentos de milho.....	21
Figura 12 Agronegócio de milho no Brasil (adaptada de Oliveira, 2011)	24
Figura 13 Estados produtores	25
Figura 14 Recorte temporal do problema	29
Figura 15 Alíquotas dos estados brasileiros	31
Figura 16 Fontes dos dados coletados	37
Figura 17 Cenários para o Modelo 1	45
Figura 18 Quantidade de área plantada Modelo 1	47
Figura 19 Atendimento da demanda interna Modelo 1	48
Figura 20 Atendimento da demanda externa Modelo 1	49
Figura 21 Quantidade importada Modelo 1.....	50
Figura 22 Contratação de capacidade extra no silo Modelo 1.....	51
Figura 23 Fluxos de Mato Grosso	52
Figura 24 Uso de estoque entre períodos.....	53
Figura 25 Plantio de safras Cenário 1.....	55
Figura 26 Exportações Cenário 2	57
Figura 27 Consumo interno Cenário 3	59
Figura 28 Comparação do ICMS atual e unificado	60
Figura 29 Cenários para o Modelo 2	63
Figura 30 Quantidade de área plantada Modelo 2.....	65
Figura 31 Atendimento da demanda interna Modelo 2	66
Figura 32 Atendimento da demanda externa Modelo 2	67

Figura 33 Contratação de capacidade extra no silo Modelo 2.....	68
Figura 34 Cenários	74
Figura 35 Hipótese 1- Aumento da demanda	79
Figura 36 Calendário de Plantio e Colheita Milho	83
Figura 37 Calendário de Plantio e Colheita Soja.....	83
Figura 38 Preços históricos de Milho e Soja	83
Figura 39 Área planta de Milho e Soja (2010-2019).....	84

Lista de quadros

Quadro 1 Características dos trabalhos de otimização da cadeia de suprimentos de milho.....	15
Quadro 2 Síntese do estado da arte.....	19

Lista de tabelas

Tabela 1 Balanço de oferta e demanda - Em mil toneladas.....	1
Tabela 2 Quantitativo Exportado por Porto.....	39
Tabela 3 Consumo de milho na produção - avicultura de postura - ovos brancos (kg/unidade).	40
Tabela 4 Consumo de milho - avicultura de corte (kg/unidade).	40
Tabela 5 Consumo de milho - suíno (kg/leitão, com os pais).	40
Tabela 6 Custo de importação	43
Tabela 7 Demanda de etanol	44
Tabela 8 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 1 ..	54
Tabela 9 Preço sombra - Capacidade de área	55
Tabela 10 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 2	56
Tabela 11 Preço sombra - capacidade dos portos.....	58
Tabela 12 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 3	58
Tabela 13 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 4	61
Tabela 14 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 5	62
Tabela 15 Atendimento das demandas	64
Tabela 16 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 2 e do Cenário 6	69
Tabela 17 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 2 e do Cenário 7	70
Tabela 18 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 2 e do Cenário 8	71
Tabela 19 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 2 e do Cenário 9	72
Tabela 20 Preço sombra - Demanda interna.....	73
Tabela 21 Comparação de custos Cenário base 1 e 2.....	75
Tabela 22 Comparação dos preços Cenário base 1 e 2.....	76
Tabela 23 Preço ajustado	80
Tabela 24 Perdas de milho na logística do Brasil (adaptada de Péra, 2017).....	81
Tabela 25 Indicadores de perdas de pós-colheita de milho (%) (adaptada de Caixeta-Filho e Péra, 2021).....	81

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Objetivos e Justificativa	3
1.2.	Metodologia	4
1.3.	Organização do trabalho	5
2.	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	7
2.1.	Planejamento da Revisão Sistemática	8
2.2.	Resultados	9
2.3.	Planejamento da Revisão Sistemática para Milho	12
2.4.	Resultados	13
3.	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	21
3.1.	Critérios a serem otimizados e decisões	22
3.2.	Restrições envolvidas no problema	22
3.3.	Características do problema	23
3.4.	Parâmetros do problema	26
4.	MODELAGEM MATEMÁTICA	28
4.1.	Definição de índices e conjuntos	28
4.2.	Parâmetros	28
4.3.	Variáveis de decisão	29
4.4.	Função objetivo	30
4.5.	Restrições	32
4.6.	Análise de sensibilidade	34
4.7.	Aprendizagem e <i>expertise</i> adquirida em GAMS	35
5.	RESULTADOS	37
5.1.	Fontes de coleta de dados	37

5.2. Análise de cenários – Modelo 1	45
5.2.1. Cenário Base para o Modelo 1	46
5.2.2. Cenário 1– Aumento da produtividade	53
5.3. Análise de cenários – Modelo 2	63
5.3.1. Cenário Base para o Modelo 2	64
5.3.2. Cenário 6 – Aumento de preço pago pela demanda de nutrição animal	68
5.3.3. Cenário 7 – Aumento de preço pago pela demanda de etanol	69
5.3.4. Cenário 8 – Aumento de preço pago pela demanda externa	70
5.3.5. Cenário 9 – Variável livre	72
5.4. Considerações finais	74
5.5. Limitações do modelo	76
6. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	78
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE	91
ANEXOS	117

1. INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais cultivados em todos os continentes. Encontram-se hoje aproximadamente 150 espécies de milho, com grande diversidade de cor e formato dos grãos. O Brasil se destaca entre os maiores produtores e consumidores de milho. Na Tabela 1, são mostrados os valores de oferta e demanda do milho no Brasil entre os anos de 2013-2020, de acordo com o Boletim da Safra de Grãos fornecido pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2020).

Tabela 1 Balanço de oferta e demanda - Em mil toneladas

Safra Milho	Estoque inicial	Produção	Importação	Suprimento	Consumo	Exportação	Estoque final	
2013/14	6246,4	80051,7	789,2	87087,3	53676,0	20882,8	12528,5	
2014/15	12528,5	84672,4	315,4	97516,3	54650,9	30131,3	12734,1	
2015/16	12734,1	66530,6	3336,2	82600,9	54837,1	18847,3	8916,5	
2016/17	8916,5	97842,8	952,5	107711,8	57643,9	30813,1	19254,8	
2017/18	19254,8	80709,5	900,7	100865,0	60945,1	23742,2	16177,7	
2018/19	16177,7	100046,3	1596,4	117820,4	65243,3	41173,2	11403,9	
2019/20	jan/20	11536,1	98710,6	1000,0	111246,7	68133,6	34000,0	9113,1
	fev/20	11403,9	100485,9	1000,0	112889,8	70451,8	34000,0	8438,0

Fonte: Conab, 2020.

Pode-se notar que a produção interna do Brasil vem atendendo, de maneira satisfatória, a demanda nacional. Ainda há uma pequena parcela que é importada, todavia a situação mais comum é haver exportação para auxiliar no atendimento do mercado externo. Com o grande potencial para atender a demanda de milho, o Brasil vem buscando melhorar não apenas as tecnologias de sua produção agrícola, mas também as suas estratégias de planejamento no segmento industrial. O objeto de estudo do presente trabalho é a cadeia de suprimentos de milho no contexto brasileiro.

A produção de milho envolve uma cadeia de produção e logística agroindustrial complexa, formada pelos macros segmentos: produção agrícola, produção industrial e distribuição / comercialização dos produtos. A Figura 1 representa a cadeia agroindustrial do milho. Segundo Batalha (2021), as agroindústrias são empreendimento responsáveis pelas atividades, operações e procedimentos relacionados à transformação, processamento e

beneficiamento da produção agrícola (in natura ou derivados). O conjunto destas atividades agrega valor ao produto final.

Na etapa antes das fazendas, ocorre a preparação para o plantio de milho, envolvendo as cooperativas e revendas de insumos agrícolas. A etapa de plantio nas fazendas conta com o planejamento e programação da colheita de acordo com a demanda. A etapa após as fazendas indica a distribuição e atendimento da demanda, interna ou externa.

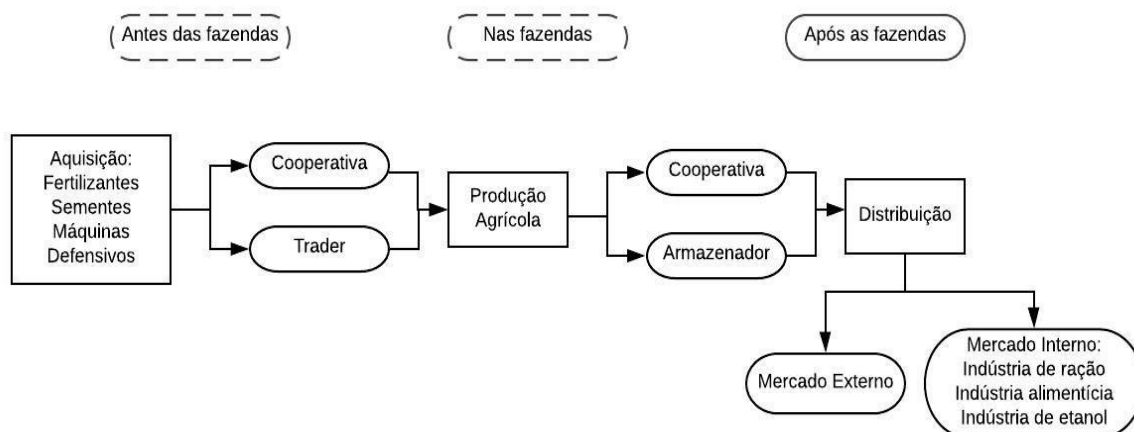


Figura 1 Cadeia agroindustrial de milho

Este trabalho foca principalmente no planejamento tático desta cadeia de suprimentos. Dois modelos de otimização linear são desenvolvidos para representar, de maneira agregada, atividades de produção, estocagem e distribuição de milho para atender demandas nessa cadeia, e dar suporte a decisões no planejamento da cadeia. Por meio destes modelos, busca-se auxiliar no processo de tomada de decisão de agentes públicos de instituições governamentais, como ministério e secretarias de agricultura, com capacidade de intervir na cadeia, por exemplo, através de incentivos, investimentos e ações de controle. Os modelos são orientados principalmente para apoiar políticas e decisões destes agentes com certo controle e poder de interferência em quase toda cadeia, ao invés de agroindústrias ou outras organizações privadas do setor de milho, que atuam em apenas parte da cadeia. Exemplos de interferência desses agentes na cadeia incluem políticas públicas (fiscais, de créditos e cambiais), investimentos em diferentes capacidades de produção, estocagem e distribuição de milho ao longo da cadeia, mudanças na legislação e impostos que incidem na cadeia, entre outros.

A solução primal dos modelos de otimização linear busca representar a atual situação da

cadeia de suprimentos de milho em grãos secos no Brasil. Análises de diversos cenários e da solução dual dos modelos de otimização linear em cada cenário permitem a identificação e avaliação de possíveis opções de investimentos e oportunidades para o tomador de decisão. Duas hipóteses iniciais são consideradas para o estudo.

A primeira hipótese assume que a cadeia agroindustrial de milho brasileira tem capacidade de produção, estocagem e distribuição, ou mesmo capacidade de importação, para garantir o atendimento de todas as demandas. A segunda hipótese assume que é lucrativo atender todas essas demandas da cadeia. Os modelos são utilizados para verificar essas duas hipóteses com dados disponíveis em diversas fontes secundárias. Algumas análises também são realizadas em casos em que atender todas as demandas não é a opção mais lucrativa para a cadeia.

1.1. Objetivos e Justificativa

Conforme mencionado, o principal objetivo deste trabalho é formular modelos de otimização linear para analisar e apoiar decisões, nos âmbitos agrícola e industrial, do planejamento tático da cadeia de suprimentos das agroindústrias de milho tipo grão no Brasil para atendimento do consumo interno e exportações.

Em relação ao setor agrícola, são considerados: a disponibilidade de área e a produtividade das regiões de colheita e capacidade de armazenamento, fatores de grande impacto na redução dos custos das empresas. No setor industrial, os processos considerados são: suprimento de materiais, produção, logística e distribuição, considerando diferentes modais de transporte. Além disso, são permitidas importações de grãos de milho para atendimento da demanda.

O primeiro modelo (aqui denominado de Modelo 1) tem como função objetivo minimizar os custos envolvidos na cadeia para atender todas as demandas, incluindo o custo de estoque, o custo de importação de milho em grão, o custo de contratação de capacidade extra nos silos (silo-bolsa), o custo de secagem dos grãos, o custo de plantio e o custo total de transporte entre silos e clientes (internos e externos), considerando ainda os custos fiscais (principalmente o ICMS) e dando foco na importância da análise de diferentes modais de transporte..

O segundo modelo (Modelo 2) tem como função objetivo maximizar a margem de lucro (ou a eficiência econômica/operacional) obtida pelo atendimento das demandas de nutrição animal, produção de etanol e exportação. Para isso, considera que o preço de venda do milho difere entre tais demandas. Além disso, o modelo permite o não atendimento de demandas caso elas não sejam viáveis economicamente.

As soluções dos dois modelos devem fornecer ao tomador de decisão uma visão ampla e realista a respeito das quantidades produzidas, estocadas e distribuídas nas safras de milho da cadeia ao longo do tempo, de maneira a permitir intervenções e auxiliar nas decisões de incentivos e investimentos para o planejamento agregado da produção e logística e dos fluxos de milho da cadeia. Uma outra questão a ser explorada é a forma pela qual o planejamento da produção e da logística é aplicado em empresas do setor, considerando-se os diferentes enfoques estratégicos na gestão.

Para isso, esta proposta envolve as seguintes atividades de pesquisa:

- a) Estudar a cadeia de suprimento das agroindústrias de milho, buscando conhecê-la em detalhes e identificar suas principais dificuldades;
- b) Coletar de maneira extensiva e precisa os dados de diferentes fontes para o problema;
- c) Desenvolver uma abordagem de otimização com base em programação matemática e otimização linear;
- d) Aplicar e analisar o desempenho desta abordagem de otimização em diferentes cenários, usando dados realistas;
- e) Executar análises de sensibilidade e análises de cenários alternativos para estudar os fluxos de produtos na cadeia, obter *insights* gerenciais e outras informações relevantes da cadeia.

Pretende-se apresentar contribuições para a análise e otimização do planejamento tático da produção e logística da cadeia de suprimentos de milho-grão no Brasil, considerando o armazenamento e distribuição para atendimento da demanda interna e exportações. Contribuir para ajudar a preencher lacunas da literatura em relação a otimização da cadeia de suprimentos de milho é a principal justificativa do presente estudo.

São considerados os autores que apoiaram decisões da cadeia de suprimentos nas indústrias de milho usando ferramentas de otimização, seja no setor agrícola, industrial ou ambos. Tais estudos são expostos detalhadamente na seção 2, Revisão Sistemática da Literatura.

1.2. Metodologia

A identificação de um método de pesquisa adequado para investigação de um problema ou fenômeno está diretamente relacionado com as soluções que são desejadas para tal. Dessa forma, um mesmo fenômeno pode ser estudado a partir de diversos métodos e tipos de pesquisa, dependendo, assim, do foco desejado pelo pesquisador e de outras questões, tais como: a natureza do problema e de sua formulação, a base teórica e cultural que o sustentaram até o momento do

estudo, a proximidade entre o observador e o objeto de análise, entre outras (BERTO e NAKANO, 2000).

Para atender as necessidades encontradas no meio agroindustrial e os objetivos deste trabalho, o método de pesquisa escolhido foi a modelagem. A modelagem é a arte de transformar problemas reais em modelos matemáticos e resolvê-los a partir de ferramentas disponíveis como, por exemplo, *solvers* de propósito geral baseados em otimização linear para resolução de modelos de otimização. Miguel et al (2012) esclarecem que a modelagem busca estabelecer relações matemáticas entre as variáveis relevantes para o problema real, as quais são definidas e selecionadas pelo pesquisador.

De acordo com a classificação de métodos de pesquisa aplicados em gestão de operações proposta em Bertrand e Fransoo (2002) e discutida em Morabito e Pureza (2010), o presente trabalho se enquadra como uma pesquisa normativa, ou seja, aquela em que a elaboração de modelos apoia decisões fundamentais para o desenvolvimento de políticas, estratégias, e ações que buscam melhorar a situação atual da realidade representada. As principais ferramentas utilizadas neste tipo de pesquisa são as técnicas de programação matemática e o uso de *softwares* específicos para resolução de problemas de otimização.

Os modelos de programação matemática desenvolvidos no presente trabalho utilizam expressões algébricas e numéricas para auxiliar as tomadas de decisões da cadeia de suprimentos de uma agroindústria do milho. O objetivo dos modelos é apoiar decisões para elaboração de um planejamento otimizado da cadeia de suprimentos. Dessa forma, além do conhecimento algébrico matemático, a elaboração de modelos envolve certa destreza no âmbito das agroindústrias e outras organizações do setor de milho.

Esta abordagem de otimização pode ser efetiva para resolução de problemas reais que, por serem grandes e complexos, necessitam de formulações matemáticas para descrevê-los adequadamente e resolvê-los satisfatoriamente. A elaboração de modelos matemáticos traz riscos como: não avaliar todas as variáveis dependentes e independentes relevantes, produzindo resultados incompletos e pouco úteis, entre outros. Uma boa execução desta etapa visa minimizar os possíveis riscos e restrições com o objetivo de diminuir o tempo gasto em retrabalhos.

1.3. Organização do trabalho

Este estudo está organizado em seis capítulos, seguido de referências, apêndice e anexos. O presente capítulo (*Introdução*) apresenta o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e a metodologia utilizada. O capítulo 2 traz uma revisão sistemática de literatura em pesquisa

operacional sobre estudos científicos relacionados com a otimização das cadeias de suprimentos de agroindústrias e, em sequência, uma revisão de literatura específica sobre estudos técnicos e científicos na cultura do milho.

O capítulo 3 expõe a descrição detalhada do problema. Inicialmente, os critérios a serem otimizados e as decisões envolvidas são apresentadas. O capítulo segue com a apresentação das características do problema, suas restrições e seus parâmetros. O capítulo 4 descreve em detalhes os dois modelos matemáticos propostos e o desenvolvimento dos modelos computacionais.

No capítulo 5, discutem-se os resultados da aplicação dos modelos com o uso de dados reais coletados de diferentes fontes secundárias. A busca dos parâmetros e as bases de dados consultadas são apresentadas e detalhadas. Além disso, os resultados computacionais das variáveis são apresentados graficamente. As conclusões e *insights* gerenciais dos resultados computacionais são convertidas em interpretações práticas através de análises de sensibilidade e de cenários alternativos. No capítulo 6, tecem-se as conclusões finais dos resultados da pesquisa e apontam-se algumas perspectivas para investigação futura.

2. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Biolchini et al. (2005) define Revisão Sistemática (SR) como um termo usado para se referir a uma metodologia específica de pesquisa desenvolvida com o objetivo de reunir e avaliar as evidências disponíveis referentes a um tema específico. Em contraste com o habitual processo de revisão de literatura, feito de forma não sistemática sempre que se inicia uma investigação particular, a SR é desenvolvida de uma maneira formal e sistemática. Isto significa que o processo de condução de uma pesquisa do tipo sistemática segue uma sequência de passos metodológicos muito bem definida e rigorosa, obedecendo um protocolo previamente desenvolvido. Devido ao seu papel importante no empreendimento científico, as regras gerais para a realização de revisões da literatura têm sido desenvolvidas a fim de garantir que o investigador obtenha boa qualidade de informação, além de facilitar síntese e resumo desta informação.

Do ponto de vista conceitual, a revisão sistemática pode ser entendida como uma abordagem em três fases (Figura 2). A primeira fase da pesquisa começa a partir dos conceitos, onde o assunto em questão é apresentado de forma explícita e segue para o estudo de materiais com potencial de informação sobre o tema específico da investigação. A segunda fase começa a partir destes estudos, que são avaliados, comparados entre si e reagrupados. Por último, a fase dos resultados representa o surgimento de um novo tipo de evidência, através de criteriosa análise e síntese dos dados que são possíveis por meio desta metodologia. As conclusões representam a aquisição de novos conhecimentos sobre o tema em questão, como também o suporte a alguma tomada de decisão relacionada ao tema.

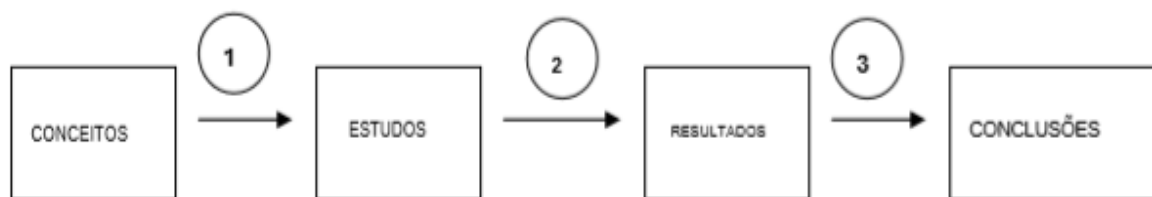


Figura 2 Revisão Sistemática em três etapas

As principais etapas que compõem o processo de revisão sistemática são: planejamento, revisão, execução, revisão e análise dos resultados (Figura 3). Durante o planejamento, os objetivos da pesquisa são listados e um protocolo de revisão é definido. Tal protocolo especifica a questão central de pesquisa e os métodos que serão utilizados para executar a análise dos dados. A etapa de execução envolve a identificação de estudos preliminares, seleção e avaliação, de

acordo com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos anteriormente no protocolo de avaliação.

Uma vez que os estudos foram selecionados, os dados dos artigos são extraídos e sintetizados durante a análise dos resultados e devem ser armazenados. Este armazenamento é chamado de Embalagem ou *Packaging*.

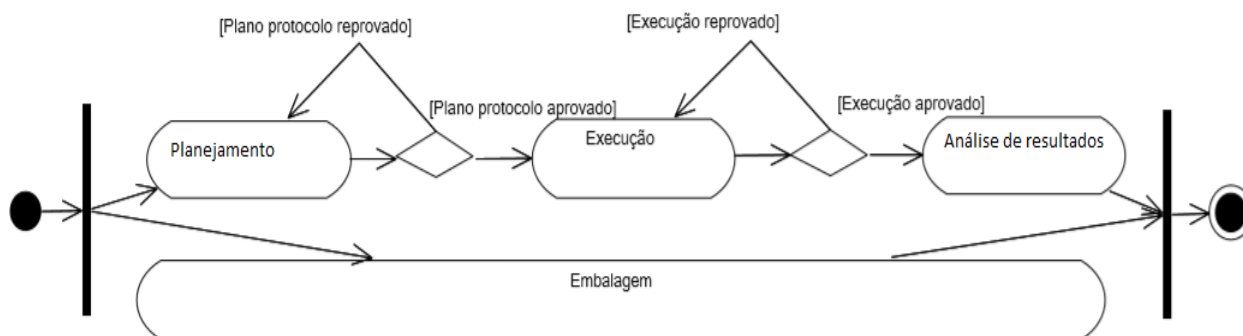


Figura 3 Processo de Revisão Sistemática

2.1. Planejamento da Revisão Sistemática

O planejamento da revisão sistemática do presente estudo teve início em maio de 2019. O objetivo de pesquisa é identificar a utilização de pesquisa operacional para otimização de cadeias de suprimentos agrícolas. A busca da literatura abrangeu os sistemas de otimização de produtos agrícolas, incluindo os assuntos: planejamento da colheita, cadeia de suprimentos, planejamento de produção, logística e otimização linear. Foram utilizadas três das principais bases de pesquisa: Scielo, Web of Science e Scopus, dando validade aos resultados das pesquisas.

As palavras-chave utilizadas foram: “agriculture supply chain/optimization”, “agriculture supply chain/harvest planning”, “production planning/agriculture supply chain”, “logistics planning/agriculture supply chain” e “linear programming/agriculture supply chain”. Foram aceitos resultados em português, espanhol e inglês, considerando apenas artigos publicados em periódicos com revisão por pares. As áreas de pesquisa consideradas foram: “Engineering” e “Computer Science”.

A primeira análise foi a eliminação de artigos duplicados, seguida da leitura de título e resumo para descartar artigos sem potencial de informação. Posteriormente, foi feita a leitura integral para chegar a um número final de artigos, legitimamente relacionados com o tema em questão e que atendem o objetivo deste estudo.

2.2. Resultados

O Processo de Revisão Sistemática foi realizado através de quatro filtros e os resultados estão representados na Figura 4. O primeiro filtro restringiu nas áreas de pesquisa: “Engineering” e “Computer Science”. Nesta primeira etapa, foram encontrados 77 artigos. O segundo filtro tratou da eliminação de artigos duplicados, levando a um total de 60 artigos (exclusão de 17 artigos duplicados).

No terceiro filtro, foi feita a leitura dos títulos e resumos, para eliminação de artigos com pouco potencial de informação para a pesquisa: não abordavam técnicas de otimização. Foram eliminados 22 artigos, totalizando 38 artigos restantes. O último filtro foi a leitura integral dos artigos, na qual 21 artigos foram eliminados. O critério de inclusão nesta última etapa se trata da solução de problemas da cadeia de suprimentos agrícola com técnicas de pesquisa operacional, corretamente aplicadas. A listagem final contou com 17 artigos e está discutida ao longo deste capítulo.

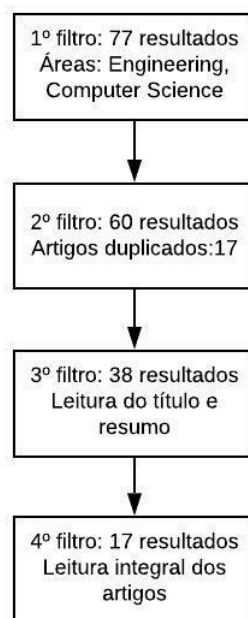


Figura 4 Resultado do Processo de Revisão Sistemática

A relevância das agroindústrias para a economia impulsiona estudos em diferentes áreas de otimização: seja a preocupação com a distribuição logística, o planejamento de produção

agrícola ou até mesmo temas relacionados com cadeias de suprimentos sustentáveis, que buscam reduzir a emissão de gases poluentes.

Quando se trata da operação logística de distribuição e reabastecimento de produtos agroalimentares, alguns estudos merecem destaque. Mehmman e Teuteberg (2016) apresentaram um estudo de caso no setor de logística agrícola a granel na Alemanha, com a utilização de um provedor de serviços de logística terceirizado para apoiar as metas de desenvolvimento sustentável no transporte. Granillo-Macias et al. (2019) criaram um modelo híbrido para projetar uma rede de distribuição no âmbito de agricultura contratual. Chen et al. (2016) discorreram sobre a política de reabastecimento de produtos agroalimentares com demanda estocástica em cadeias agrícolas integradas.

Levando em conta a importância da sustentabilidade nas grandes redes de produção, Chandrasekaran e Ranganathan (2017) desenvolveram a modelagem e otimização da cadeia de suprimentos da agricultura tradicional indiana, para reduzir a perda pós-colheita e a emissão de CO². Yuan et al. (2018) criam um sistema com objetivo de otimizar a cadeia industrial de horta agrícola circular, com base na análise do fluxo de material e fluxo de energia.

Quando o principal objetivo é garantir a qualidade dos produtos e garantir a competitividade dos produtores, pode-se citar o artigo de Harto et al. (2005). A perda total de produtos agrícolas frescos é de 20% a 60% da quantidade total de produtos colhidos nos países e exige um modelo eficaz de gerenciamento da cadeia de suprimentos na agroindústria. Este artigo constrói um modelo para produtos agrícolas frescos, formulando o processo de crescimento de plantas e o processo de perda de produtos frescos em formas matemáticas. Também Flores et al. (2019) apresentam ferramentas de planejamento da cadeia de suprimentos capazes de inserir, de maneira eficiente, pequenos agricultores em mercados de vegetais de alto valor.

Sobre o planejamento da produção agrícola, Tan e Çömden (2012) dissertam sobre o planejamento agrícola de plantações anuais, considerando os riscos relacionados à demanda, maturação, colheita e rendimento. Zhu et al. (2019) apresentam um planejamento de produção de sementes para um continente por meio de um modelo matemático. O método é avaliado usando estudos de caso da Syngenta e as orientações para pesquisas futuras incluem otimização da alocação de produção de sementes em escala global no nível do campo, com implementação adicional de otimização multiobjetivos.

Além das cadeias de suprimentos agroalimentares, as cadeias agrícolas para a produção de combustível também buscam a otimização de seus processos. Ahn et al. (2015) desenvolvem

um projeto para o planejamento estratégico da rede da cadeia de suprimentos de microalgas e biomassa para biodiesel através de um modelo determinístico multiperíodos. León-Olivares et al. (2020) estudam a otimização da cadeia de suprimentos na produção de etanol a partir de biomassa agrícola, apresentando um estudo de caso utilizando otimização linear inteira mista (MILP).

Considerando a cadeia de suprimentos de culturas específicas e pouco presentes na literatura, Soto-Silva et al. (2017) buscam otimizar a logística de alimentos frescos para processamento em uma grande cadeia de suprimentos de maçãs no Chile. Limpianchob (2017) desenvolve o planejamento integrado de colheita e produção na cadeia de abastecimento de coco aromático usando otimização linear inteira mista. Higgins et al. (2006) desenvolvem uma programação da produção e distribuição em uma cadeia de suprimentos de açúcar na Austrália.

Grande parte dos estudos encontrados na literatura são referentes a cana de açúcar, devido ao seu potencial alimentício e energético. Le Gal et al. (2009) criam uma modelagem acoplada do planejamento de suprimentos e da logística de cana-de-açúcar como uma ferramenta de gestão. Morales-Chávez et al. (2016) apresentam um estudo de caso no Peru através de um modelo de otimização linear inteira mista (PLIM) para colheita, carregamento e transporte de cana-de-açúcar. Carvajal et al. (2019) estudam a introdução de um novo projeto de investimento agrícola na Colômbia por meio de uma abordagem de decisão robusta na cadeia de suprimentos de cana-de-açúcar.

As Figuras 5, 6 e 7 apresentam, respectivamente, a linha do tempo de datas de publicação, as revistas científicas e as áreas de estudos dos artigos selecionados.



Figura 5 Linha do tempo dos artigos selecionados

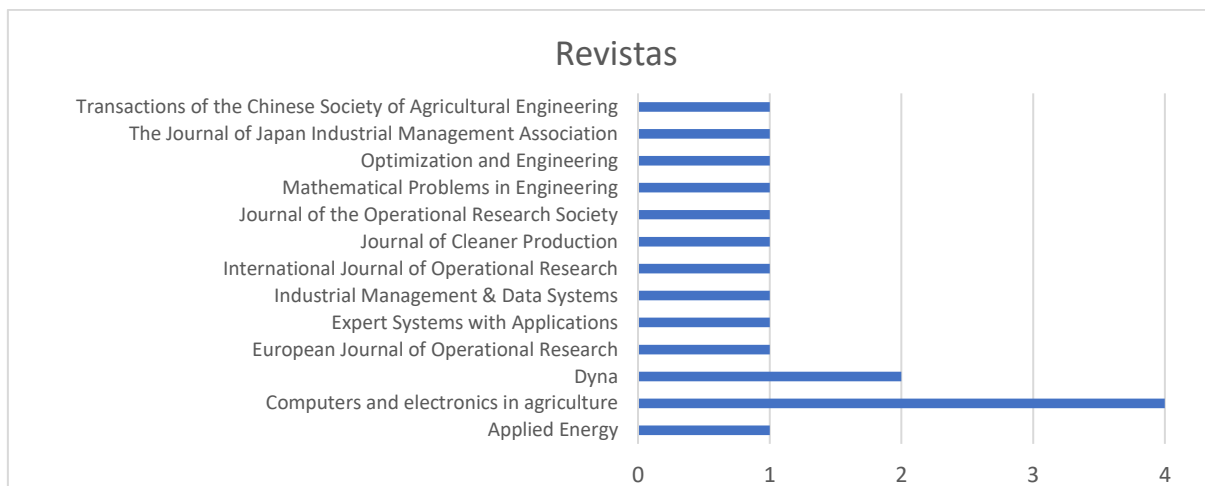


Figura 6 Revistas dos artigos selecionados

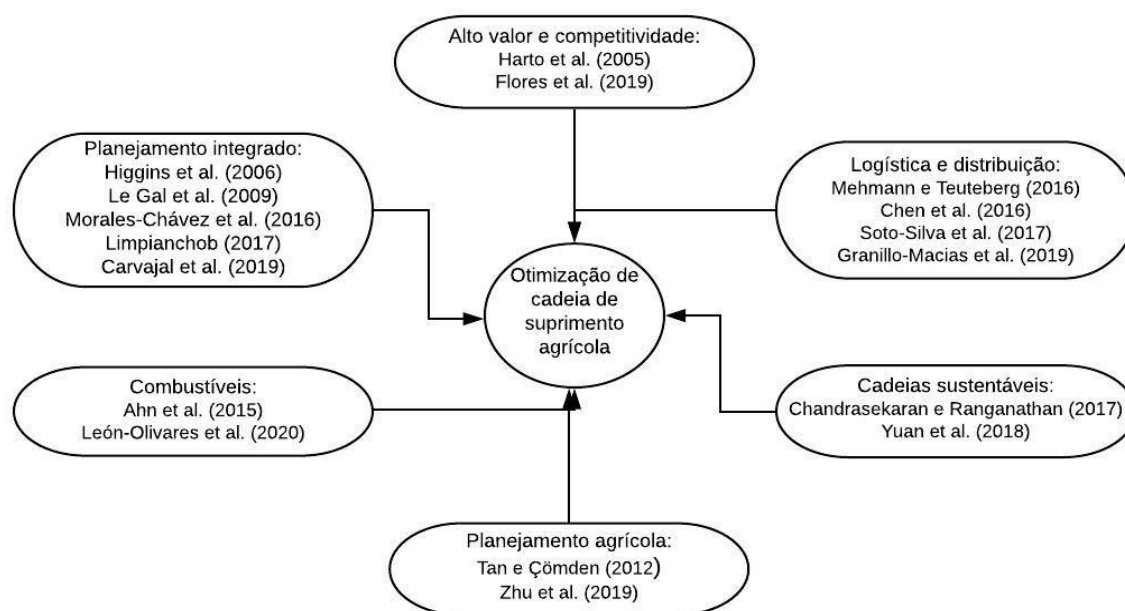


Figura 7 Áreas de estudos dos artigos selecionados

2.3. Planejamento da Revisão Sistemática para Milho

Para a revisão sistemática específica para a cultura de milho, as palavras-chave utilizadas foram: “corn optimization”, “corn/harvest planning”, “supply chain/corn”, “production planning/corn”, “logistics planning/corn” e “linear programming/corn”. Foram aceitos resultados em português, espanhol e inglês, considerando apenas artigos publicados em periódicos com

revisão por pares. As áreas de pesquisa consideradas foram: “Engineering” e “Operations Research Management Science”.

O mesmo procedimento da seção anterior acompanha esta análise. A primeira etapa é a eliminação de artigos duplicados, seguida da leitura dos títulos e resumos, para desconsiderar artigos com pouco potencial de informação para o presente estudo. Posteriormente, é feita a leitura integral para chegar a um número final de artigos, legitimamente relacionados com o tema em questão e que atendem o objetivo deste estudo.

2.4. Resultados

O Processo de Revisão Sistemática foi realizado através de quatro filtros e os resultados estão representados na Figura 8. O primeiro filtro restringiu a pesquisa nas áreas: “Engineering” e “Operations Research Management Science”. Nesta primeira etapa, foram encontrados 75 artigos. O segundo filtro tratou da eliminação de artigos duplicados, levando a um total de 61 artigos (exclusão de 14 artigos duplicados). No terceiro filtro, foi feita a leitura dos títulos e resumos, para eliminação de artigos sem potencial de informação para a pesquisa. Foram eliminados 32 artigos, totalizando 29 artigos restantes. O último filtro envolveu a leitura integral dos artigos, na qual 12 artigos foram eliminados. A listagem final contou com 17 artigos e é discutida ao longo deste capítulo.

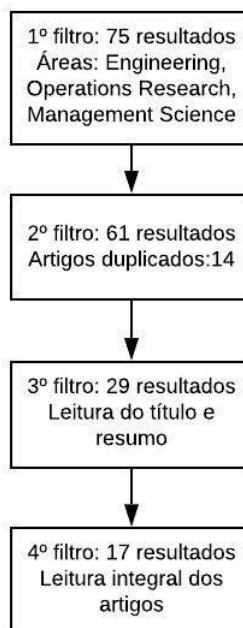


Figura 8 Resultado do Processo de Revisão Sistemática

O enfoque dos estudos sobre a agroindústria de milho vem aumentando nos últimos anos. Na literatura, encontramos autores que estudam a cadeia de suprimentos das indústrias de milho com diferentes perspectivas, desde a atenção a composição química do milho até a preocupação mais industrial referente ao seu planejamento produtivo.

Belhouchette et al. (2012) avaliam a sustentabilidade dos sistemas de irrigação agrícola no distrito de Cébalat, no norte da Tunísia. Mello et al. (2013) buscam otimizar um sistema de rotação de culturas irrigadas, maximizando o lucro líquido e minimizando a degradação do solo.

Os estudos relacionados à composição química do milho aparecem, por exemplo, em Johnston e Singh (2004), que apresentam uma otimização da moagem enzimática com o objetivo de minimizar a quantidade de enzimas em comparação à moagem convencional. Gautam et al. (2006) desenvolveram um algoritmo para encontrar o modelo ótimo entre vários modelos de redes neurais de detecção remota de nitrogênio nas folhas do milho através de algoritmo genético e programação linear e usando cinco parâmetros de desempenho.

Em relação a ferramentas de otimização, Busato et al. (2019) apresentam um sistema de suporte à decisão que, para um determinado sistema de produção de silagem, determina a configuração do número ideal de unidades de transporte em cada campo de uma área a ser colhida. Os autores minimizam o custo operacional total do sistema de produção sob restrições de tempo para a conclusão da operação.

Martínez Soto et al. (2013) buscam desenvolver um modelo de Tecnologia da Informação que possibilite a simulação do efeito da Gestão de Conhecimento na cadeia de suprimentos na indústria do milho. Outro trabalho que se destaca é de Oliveira e Silveira (2013), que tem como objetivo analisar os efeitos da segregação do milho na logística brasileira de transporte e armazenamento e como isso afeta a sua competitividade com o resto do mundo.

Diversos estudos analisam o planejamento da produção usando técnicas de otimização. Zuo et al. (1991) utilizaram a combinação de otimização linear e otimização linear inteira mista por meio de um procedimento heurístico, com o objetivo de resolver o problema de planejamento de produção para uma grande empresa de produção de milho-semente e reduzir custos. Jones et al. (2003) buscaram modelar o plano de sementes de milho da Syngenta em dois estágios (correspondentes a América do Norte e do Sul) e com o objetivo de maximizar a margem bruta esperada, através de otimização linear utilizando aproximações discretas para distribuições de demanda e rendimento.

Zhang et al. (2019) desenvolvem um modelo integrado da teoria de resposta à oferta (Nerlove) e de um modelo de programação em dois níveis de restrição de credibilidade difusa

(IFCBP) para o planejamento da produção agrícola em regiões áridas e semiáridas. Ao entrar no âmbito de cadeias sustentáveis, Mazzetto et al. (2013), Ziolkowska (2014), Kantas et al. (2015) e Gonela et al. (2015) apresentam estudos que buscam otimizar a cadeia de suprimentos de biocombustíveis.

Junqueira e Morabito (2006, 2008, 2012) desenvolveram modelos de programação matemática para auxiliar nas decisões do planejamento tático da produção, estocagem e transporte considerando a cadeia de sementes de milho (2006) e analisaram a aplicação destes modelos para gerar um planejamento agregado otimizado em um estudo de caso de uma safra completa de uma empresa do setor de sementes de milho (2008, 2012).

No Quadro 1, são apresentadas as características dos artigos selecionados. De maneira resumida, são indicados o problema e a abordagem estudada pelos autores.

Quadro 1 Características dos trabalhos de otimização da cadeia de suprimentos de milho

Autor	Problema	Abordagem
Zuo et al. (1991)	Planejamento de produção para uma grande empresa de milho-semente e redução de custos.	Otimização linear e otimização linear inteira mista combinadas por meio de procedimento heurístico.
Jones et al. (2003)	Modelagem do plano de sementes de milho da Syngenta em dois estágios para maximizar a margem bruta esperada.	Otimização linear utilizando aproximações discretas para distribuições de demanda e rendimento.
Singh (2004)	Minimização da quantidade de enzimas em comparação à moagem convencional.	Otimização da primeira moagem, do tempo de imersão e do tempo de incubação da enzima.
Gautam et al. (2006)	Busca do modelo ótimo entre vários modelos de redes neurais de detecção remota de nitrogênio nas folhas do milho.	Algoritmo genético e otimização linear, usando cinco parâmetros de desempenho.
Junqueira e Morabito (2006)	Minimização do custo total de produção e logística, incluindo	Modelo de otimização linear.

	os custos de transporte, de processamento e de ICMS.	
Junqueira e Morabito (2008)	Planejamento agregado otimizado de uma safra completa de uma empresa do setor de sementes de milho.	Aplicação deste modelo de otimização linear em um estudo de caso.
Belhouchette et al. (2012)	Avaliação da sustentabilidade dos sistemas de irrigação agrícola no distrito de Cébalat, no norte da Tunísia.	Simulação, método de programação estocástica recursiva e <i>survey</i> .
Junqueira e Morabito (2012)	Planejamento tático de produção, armazenamento e transporte de sementes de milho em uma safra inteira.	Aplicação de um modelo de otimização linear para apoiar decisões de uma típica empresa brasileira do setor de sementes de milho.
Martínez Soto et al. (2013)	Gestão de Conhecimento na cadeia de suprimentos na indústria do milho.	Modelagem de Tecnologia da Informação que possibilite simulação.
Mazzetto et al. (2013)	Análise do estabelecimento de uma cadeia de abastecimento de bioetanol à base de milho no norte da Itália.	Estrutura de modelagem de otimização linear inteira mista.
Mello et al. (2013)	Sistema de rotação de culturas irrigadas, maximizando o lucro líquido e minimizando a degradação do solo.	Otimização linear inteira mista (MILP) e o algoritmo genético (AG).
Oliveira e Silveira (2013)	Medir como as questões regulatórias da biotecnologia afetam diretamente a logística da infraestrutura.	Modelo de equilíbrio parcial como um Problema de Complementaridade Misto (MCP) e aplicação de Simulação.
Ziolkowska et al. (2014)	Produção de biocombustíveis sustentáveis, sob a condição de	Otimização multi-objetivo, com o uso de tomada de

	recursos limitados e incerteza de informações incompletas.	decisão multicritério e otimização linear.
Gonela et al. (2015)	Projeto de uma cadeia de abastecimento de bioetanol de geração híbrida (HGBSC).	Otimização linear inteira mista estocástica.
Kantas et al. (2015)	Análise da viabilidade econômica e ambiental da produção de etanol usando múltiplas fontes de biomassa.	Modelo de dimensionamento de lote capacitado por otimização linear inteira mista (MILP).
Busato et al. (2019)	Sistema de apoio à decisão que minimize o custo operacional total do sistema de produção sob restrições de tempo.	Combinação de um modelo de simulação e um modelo de otimização baseado em otimização linear.
Zhang et al. (2019)	Planejamento da produção agrícola em regiões áridas e semiáridas.	Modelo integrado da teoria de Nerlove e programação em dois níveis de restrição de credibilidade difusa.

As Figuras 9 e 10 apresentam, respectivamente, a linha do tempo de datas de publicação e as revistas científicas dos artigos selecionados e relacionados a cadeias agroindustriais de milho.



Figura 9 Linha do tempo dos artigos selecionados (Milho)

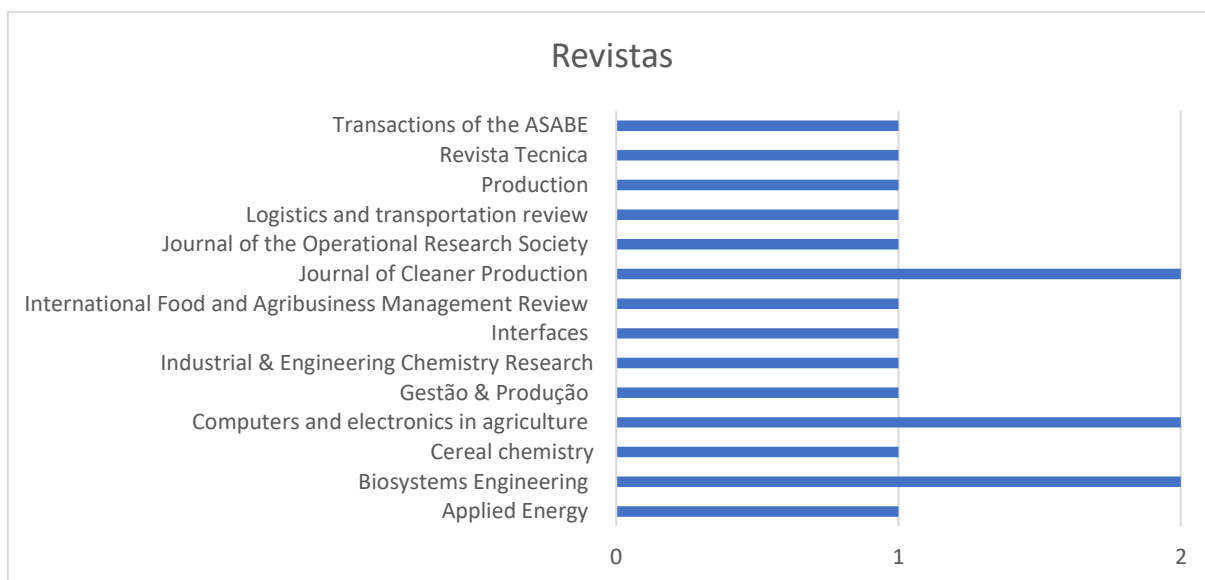


Figura 10 Revistas dos artigos selecionados (Milho)

No Quadro 2, apresenta-se uma breve síntese dos conhecimentos previamente existentes na literatura acerca do tema da cadeia de suprimentos do milho e as lacunas de conhecimentos que necessitam de atenção e pesquisa, que são abordados neste trabalho.

Ainda são relativamente poucos os artigos que analisam os setores agrícola e industrial do milho simultaneamente, mesmo que estejam relacionados e sejam dependentes um do outro. As decisões para plantio e colheita apresentam um grande número de estudos, inclusive em cadeias que envolvem diferentes culturas ou que possuem uma janela de tempo bem definida para estas atividades, como é o caso da cadeia de milho.

A busca de uma cadeia com uma logística funcional também é de grande interesse para os pesquisadores da área. Decisões erradas neste setor implicam em custos grandiosos; logo, uma boa prática logística serve como diferencial para que as empresas permaneçam competitivas no mercado. Esta situação não ocorre somente para a cultura de milho, mas para os grãos de maneira geral.

Nesta mesma vertente relacionada à logística, a distribuição do produto considerando o imposto ICMS é uma preocupação para os estudos sobre as agroindústrias de milho no Brasil. Os estudos sobre este tema analisam o impacto do imposto sobre o custo do transporte, porém não focam em interpretar os incentivos governamentais e suas consequências para a cadeia, por exemplo, com a variação das alíquotas atuais praticadas entre os diferentes Estados.

Quadro 2 Síntese do estado da arte

Otimização	SETOR AGRÍCOLA						SETOR INDUSTRIAL					
	Análise Química	Biocombustível	Plantio	Irrigação	Colheita	Transporte (ICMS)	Gestão Do Conhecimento	Logística	Suprimento	Estocagem (Mp/P. Final)	Produção	Distribuição (ICMS)
Zuo et al. (1991)			✓		✓							
Jones et al. (2003)			✓		✓				✓	✓	✓	
Singh (2004)	✓											
Gautam et al. (2006)	✓											
Junqueira e Morabito (2006)			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Junqueira e Morabito (2008)			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	
Belhouchette et al. (2012)				✓								
Junqueira e Morabito (2012)			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Martínez Soto et al. (2013)							✓		✓			
Mazzetto et al. (2013)		✓										
Mello et al. (2013)			✓	✓	✓							
Oliveira e Silveira (2013)								✓				

Ziolkowska et al. (2014)		✓										
Gonela et al. (2015)		✓										
Kantas et al. (2015)		✓										
Busato et al. (2019)								✓				
Zhang et al. (2019)			✓		✓							
Este estudo			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓

3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Neste capítulo, caracteriza-se o sistema estudado e apresentam-se as questões levantadas na pesquisa teórica, especialmente no que diz respeito aos problemas de gestão da cadeia de suprimentos de milho, para os quais os modelos do próximo capítulo irão servir de auxílio na tomada de decisões.

A caracterização do problema aqui apresentada é baseada no estudo da cadeia de suprimentos de milho em grãos no Brasil, considerando o atendimento do mercado interno (consumo animal e produção de etanol) e da exportação. Apesar da distinção entre o setor agrícola e industrial, as atividades ao longo da cadeia estão fortemente conectadas, e as decisões de um setor influenciam diretamente as decisões do outro (Müller, 1989).

O primeiro estágio é o agrícola, no qual as principais atividades são a produção/colheita de milho nos Estados produtores, e o transporte dos grãos de milho para as Unidades de Beneficiamento (UB) após a colheita. A chegada dos grãos de milho nas UBs indica o início da etapa industrial, onde é feita a secagem dos grãos de milho e o direcionamento para os silos de armazenagem.

Nos silos, as principais atividades são a gestão dos estoques ao final do período, o planejamento e o atendimento da demanda. A logística de transporte para os centroides de demanda internos e para os portos marítimos de exportação implica em um grande desafio de otimização no ambiente agroindustrial. O modelo esquemático que representa o problema deste estudo está representado na Figura 11 e mostra as etapas ao longo da cadeia de suprimentos de grãos de milho desde o planejamento de produção / colheita até ao atendimento da demanda.

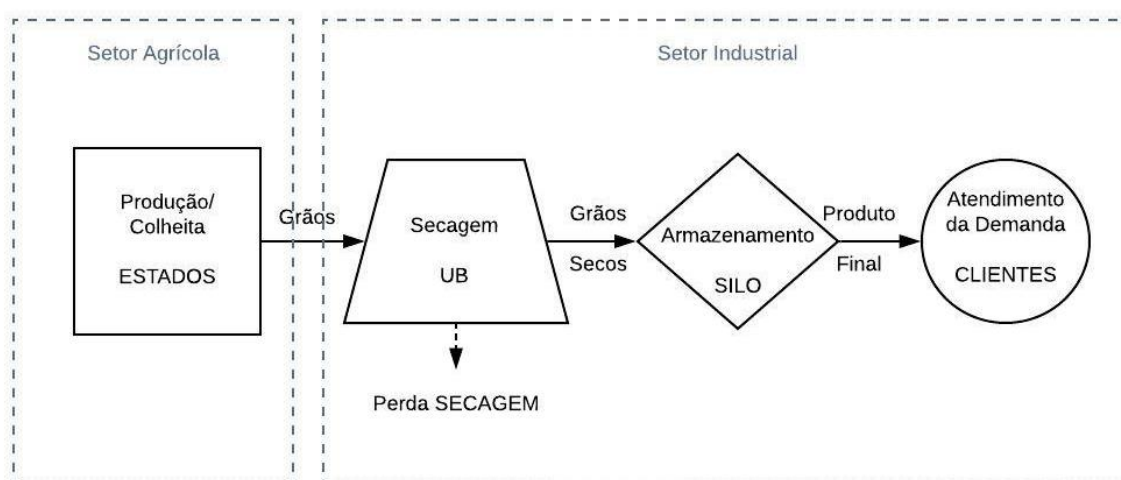


Figura 11 Modelo esquemático da cadeia de suprimentos de milho

Figura adaptada de Junqueira e Morabito (2006)

3.1. Critérios a serem otimizados e decisões

O principal objetivo do problema aqui estudado é apoiar decisões do planejamento tático desta cadeia de suprimentos, de maneira a minimizar o custo total da cadeia (Modelo 1) e maximizar os lucros (Modelo 2). Para isto, deve-se utilizar a capacidade de produção dos Estados e verificar a necessidade de importação. Em relação ao transporte, a finalidade é determinar os meios de distribuição mais econômicos e que são capazes de atender as demandas internas (alimentação animal e produção de etanol) e externas (exportação), considerando diferentes modais de transporte.

Além disso, a função objetivo busca minimizar a quantidade estocada ao fim do período anual e a contratação de capacidade extra de armazenagem. As principais decisões a serem respondidas pelos modelos e que estão diretamente relacionadas com os objetivos mencionados são:

- Quanto de área plantada será necessária para atendimento das demandas?
- Quanto será importado?
- Quanto de milho será enviado de cooperante-silo e silo-demanda?
- Qual é o modal de distribuição que minimiza os custos de transporte?
- Quanto será estocado ao fim do período anual?
- A capacidade de armazenagem é suficiente? Quanto de capacidade extra deve ser contratada?

3.2. Restrições envolvidas no problema

As restrições para este problema são dos seguintes tipos:

- Restrições de demanda: a solução do modelo deve atender à demanda dos clientes. Uma restrição é dedicada ao atendimento da demanda dos clientes internos e a outra atende à demanda de clientes externos através do encaminhamento da quantidade disponível nos silos e da importação de grãos de milho, se necessário.
- Restrições de continuidade: todo o fluxo de material de entrada deve ser igual ao de saída nos silos, ou seja, a quantidade de milho colhida é enviada de maneira integral para os silos de armazenagem, antes de serem transportadas até os clientes finais. Isso implica que não estão incluídas as eventuais perdas nos processos (pré-colheita, colheita,

transporte e armazenamento).

- Restrições de capacidade: os Estados produtores de milho, os silos de armazenamentos, as ferrovias e os portos marítimos de distribuição internacional possuem capacidades limitadas e conhecidas.
- Restrição de estoque: para controlar o atendimento da demanda, deve ser feito o balanceamento do estoque ao final do período. Considera-se a soma do estoque existente ao final do período anterior e da produção de milho do período atual. O valor resultante representa a quantidade total de milho disponível para este período e, após a diminuição da quantidade direcionada para o atendimento da demanda interna e externa, o restante representa o estoque do período atual.
- Restrições de domínio das variáveis: as variáveis consideradas no problema são todas contínuas, podendo tomar valores dentro do conjunto dos Reais positivos. São variáveis que assumem valores maiores que zero por se tratar de quantidade de área colhida, em hectares, e quantidades de milho, em toneladas. Todas as variáveis são identificadas no Capítulo 4, onde é apresentada a modelagem matemática deste problema.

3.3. Características do problema

O problema apresentado envolve múltiplos Estados produtores de milho. São considerados 26 estados (25 unidades federativas e 1 distrito federal), todos eles apresentam a área disponível para plantio e a produtividade da área no período determinado. O estado do Amapá não foi analisado neste estudo porque ainda não existe ligação terrestre entre o Amapá e o resto do país.

A macrologística da exportação de grãos no Brasil utiliza, principalmente, o modal rodoviário e ferroviário. De acordo com o estudo: Caminhos da safra da produção e exportação de grãos (Embrapa Territorial, 2016), a safra de 2015 contou com a exportação de 99 milhões de toneladas de grãos em suas variedades (soja, milho, farelo e óleo). O modal ferroviário teve 47% de participação e o modal rodoviário teve 42%. O modal hidroviário apresentou pouco mais de 10% e, devido a sua baixa porcentagem em relação aos outros modais, por simplicidade, não será considerado neste estudo, mas é uma perspectiva interessante de pesquisa futura, conforme apontado no capítulo de conclusões desse estudo.

Após a secagem, o milho é transportado a múltiplos silos para o armazenamento dos grãos secos. De acordo com as unidades armazenadoras disponibilizadas pela Conab (2017), ao todo

são cerca de 67 depósitos distribuídos por todo o país. Múltiplos clientes são considerados e diferenciados entre clientes internos, que representam 26 centroides de demanda interna para consumo animal e produção de etanol (1 em cada Estado), e clientes externos, que representam a exportação.

Em relação ao produto, trata-se do suprimento de milho seco para três fontes de demanda: alimentação animal, produção de etanol e exportação. Deve-se lembrar que, quando se trata do estudo de milho, a cadeia de suprimentos de milho seco é independente da cadeia de milho doce e de sementes de milho e, por isso, é coerente considerar estas três fontes de demanda neste estudo. Tal independência das cadeias pode ser exemplificada através dos diferentes processamentos para rações e farelo, produtos de moagem úmida e seca, vistos na Figura 12.

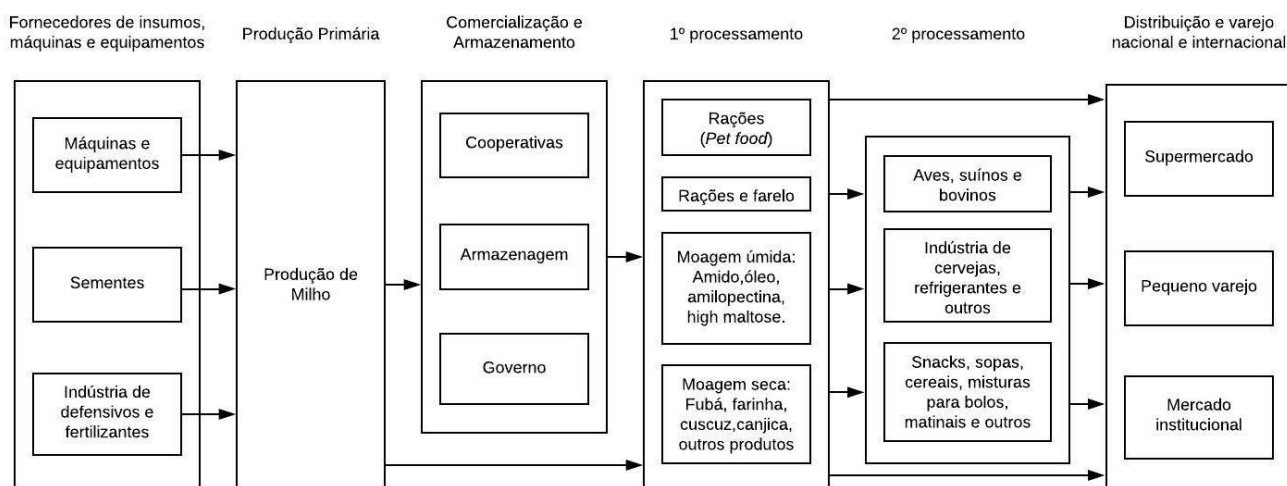


Figura 12 Agronegócio de milho no Brasil (adaptada de Oliveira, 2011)

Em relação a agregação dos dados dos produtores, os estados com maior produção (Mato Grosso e Paraná) foram divididos em 5 macrorregiões (Figura 13).

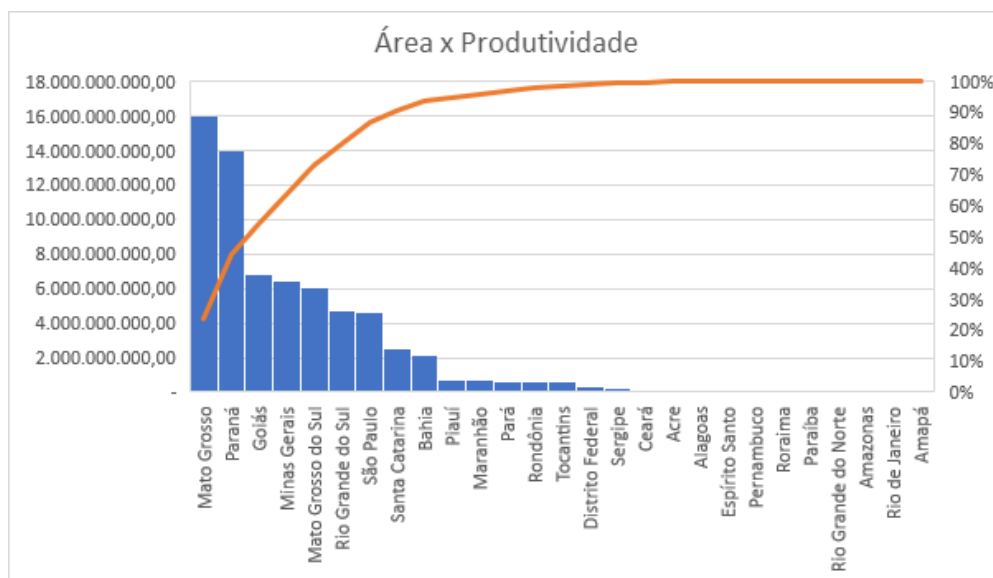


Figura 13 Estados produtores

O horizonte de tempo de planejamento considerado é de 1 ano, ou seja, trata-se de um planejamento tático. Para melhor detalhamento do estudo e para torná-lo mais coerente com a realidade, os dados em relação ao tempo serão desagregados em duas safras com duração e produtividades diferentes, conhecidos como safra e safrinha.

O termo safrinha não indica uma menor produção, porém indica o período de plantio e colheita. Cruz et al. (2010) definem o termo milho safrinha como aquele empregado para o cultivo de milho de sequeiro semeado de janeiro a abril, após a colheita usual da cultura de verão.

Conforme os dados da Confederação Nacional do Transporte (2019), a modalidade de transporte rodoviário tem absorvido mais da metade dos transportes de cargas no Brasil. Neste ano, foi responsável por 61,1% das movimentações, contra 20,7% do transporte ferroviário e 13,6% do transporte aquaviário. O modal de transporte considerado para o atendimento da demanda interna é exclusivamente rodoviário.

Para o atendimento da demanda externa, os modais considerados são rodovias e ferrovias, pois apresentam quase 90% de nível de participação no transporte das exportações (Embrapa Territorial, 2016). A rota poderá apresentar apenas um dos modais de transporte ou ambos. O modal ferroviário está capacitado para que o modelo possa explorar as rotas mais econômicas de acordo com a capacidade existente.

Para o atendimento dos clientes externos, são considerados múltiplos portos marítimos designados para exportação de milho de acordo com o Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira, operado pela Embrapa Territorial

(Embrapa, 2020). Os portos são: Porto de Santos (SP), Porto Paranaguá (PR), Porto do Rio Grande (RS), Porto de São Francisco do Sul (SC), Porto do Itaquí/São Luís (MA), Porto de Vitória (ES), Porto de Itacoatiara (AM), Porto de Santarém (PA), Porto de Barcarena/Vila do Conde (PA), Porto de Imbituba (SC) e Porto de Itajaí (SC).

3.4. Parâmetros do problema

É necessária uma definição adequada dos parâmetros a serem utilizados nos modelos de otimização para que ocorra a minimização dos custos em propriedades agrícolas, com melhor aproveitamento da produção e distribuição ou a maximização dos lucros de atendimento das demandas. O estudo teórico dos parâmetros empregados na construção dos modelos de otimização neste trabalho mostra que o processo da coleta de dados constitui uma das partes mais relevantes do planejamento tático.

Os primeiros parâmetros estão relacionados ao plantio do milho. Trata-se da área disponível para plantio em cada Estado produtor em cada período, medidos em hectares por safra, existindo duas safras por ano (safra e safrinha). O rendimento médio ou produtividade de área do Estado produtor em cada período é medido em toneladas por hectare por safra. Os valores foram coletados no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA na plataforma PAM (Produção Agrícola Municipal, 2016).

Os parâmetros de capacidade do problema são medidos em toneladas por ano. Para os silos, indicam a quantidade máxima de grãos secos de milho que podem ser estocados nos armazéns em um período de tempo, dimensionados pela Conab (2020). A capacitação dos portos marítimos indica o limite de movimentação portuária de grãos de milho em um determinado período de tempo, coletados pela Embrapa Territorial (2016). A capacidade do modal ferroviário significa a quantidade disponibilizada para transporte de grãos no período, disponibilizados pela ANTF (2021).

O parâmetro de demanda interna foi medido em toneladas por ano, considerando o consumo específico de milho na produção de aves e suínos. De acordo com o Acompanhamento da safra brasileira de grãos feito pela Companhia Nacional de Abastecimento (2019), estas duas classes de animais são as maiores consumidoras de milho como base de sua alimentação do nascimento ao abate em todos os Estados brasileiros. Para o cálculo deste parâmetro foi feita a multiplicação do número de cabeças por tipo de rebanho, em unidades por Estado, e do consumo específico de milho por tipo de animal, em quilograma por unidade por Estado.

A demanda de grãos de milho para a produção de etanol vem tomando espaço na indústria

brasileira e é indicada em toneladas por ano. A demanda interna de milho para consumo humano e industrial representa uma pequena parcela se comparada com a alimentação animal e etanol, porém vale ser mencionada.

De acordo com o Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2015), a demanda no estado de São Paulo é majoritariamente direcionada para o consumo animal. Neste ano, a demanda para nutrição animal representava 78% do total, 16% para consumo industrial e 6% para não comercial (destinado ao autoconsumo dos produtores).

O parâmetro de demanda externa foi medido em toneladas por ano. Representa a quantidade de milho em grãos que o Brasil exporta para países estrangeiros em um período de tempo. Os parâmetros relacionados aos custos financeiros são de seis tipos: plantio, secagem, estoque, transporte, importação e contratação de armazenagem extra.

O custo de plantio e secagem de grãos são os principais custos de produção e são medidos em reais por tonelada. O custo de estoque também está listado entre os custos produtivos e representa as despesas de armazenagem, medida em reais por tonelada. Estes custos foram coletados pela Conab (2019).

O custo de transporte representa a distribuição das toneladas de milho desde o silo onde está estocado até o centroide de demanda, se o cliente for interno, ou até o porto marítimo, se o cliente for externo. O cálculo deste custo envolve a multiplicação da distância, em quilômetros, e do momento de frete, em reais por tonelada por quilômetro. Os dados de distâncias foram retirados da plataforma do Google Maps (2020). O momento de frete varia se o modal de transporte é rodoviário ou ferroviário e as fontes de dados foram Sifreca (2019) e ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres, 2019). Este custo considera o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

O custo de importação representa o custo médio, em reais por tonelada, da compra de milho em grãos proveniente de países estrangeiros produtores de milho. O custo de contratação de armazenagem extra é o uso de silo-bolsas para estocagem de grãos de milho. Este parâmetro também é medido em reais por tonelada. O preço de venda do milho em grãos representa o valor pago de acordo com os diferentes tipos de demanda: nutrição animal, produção de etanol e exportação. Estes dados foram retirados de duas fontes: CEPEA - Indicador do milho ESALQ/BM&FBOVESPA (2016) para a demanda interna e Index Mundi – Commodity Prices (2016) para a demanda externa.

4. MODELAGEM MATEMÁTICA

Para representar matematicamente o problema descrito, são propostos dois modelos de otimização linear que levam em consideração as especificidades do caso:

4.1. Definição de índices e conjuntos

$e \in E$	Conjunto de Estados produtores.
$j \in J$	Conjunto de silos.
$p \in P$	Conjunto de portos.
$k \in K$	Conjunto de clientes.
$t \in T$	Conjunto de períodos.
$r \in R$	Conjunto de modais.
$s \in S$	Conjunto de safras.
$i \in I$	Conjunto de clientes internos para produção de etanol.

4.2. Parâmetros

α_{est}	Produtividade do Estado produtor e na safra s e período t [ton/ha/ano]
β_{est}	Área disponível no Estado produtor e na safra s e no período t [ha/ano]
γ_{kt}	Preço pago pelo cliente k no período t [reais/ton/ano]
ε_{pt}	Capacidade do porto p no período t [ton/ano]
δ_{jt}	Capacidade do silo j no período t [ton/ano]
θ_t	Capacidade do modal ferroviário no período t [ton/ano]
λ_{kt}	Demanda externa do cliente k no período t [ton/ano]
μ_{jkpr}	Custo de transporte do silo j para cliente externo k pelo porto p e modal r [reais/ton]
π_j	Custo da quantidade de armazenamento extra contratada no silo j [reais/ton]
ρ_{est}	Custo de plantio no Estado produtor e na safra s e no período t [reais/ton]
σ_{kt}	Demanda interna agregada do cliente k no período t [ton/ano]
τ_{jk}	Custo de transporte do silo j para o cliente interno k [reais/ton]
ν_t	Custo de aquisição da quantidade importada no período t [reais/ton]
φ_j	Custo de estoque no silo j [reais/ton]
ψ_{kt}	Demanda de etanol do cliente k no período t [ton/ano]
ω_j	Custo de secagem no silo j [reais/ton]

4.3. Variáveis de decisão

- P_{est} Quantidade de área colhida no Estado produtor e na safra s e período t [ha]
- W_{ejt} Quantidade enviada do Estado e para o silo j no período t [ton]
- X_{esjt} Quantidade enviada do Estado e para o silo j na safra s e no período t [ton]
- Y_{jkst} Quantidade enviada do silo j para o cliente interno k na safra s e no período t [ton]
- E_{jkprst} Quantidade enviada do silo j para o cliente externo k pelo porto p pelo modal r na safra s e no período t [ton]
- I_{jt} Quantidade em estoque no silo j no período t [ton]
- S_{jkt} Quantidade importada no silo j para o cliente interno k no período t [ton]
- C_{jt} Quantidade de capacidade extra no silo j no período t [ton]
- D_{kt} Variável livre que indica a possibilidade de atendimento da demanda externa [ton]
- A_{kt} Variável livre que indica a possibilidade de atendimento da demanda animal [ton]
- L_{kti} Variável livre que indica a possibilidade de atendimento da demanda de etanol [ton]
- Z Variável livre que indica o valor da função objetivo.

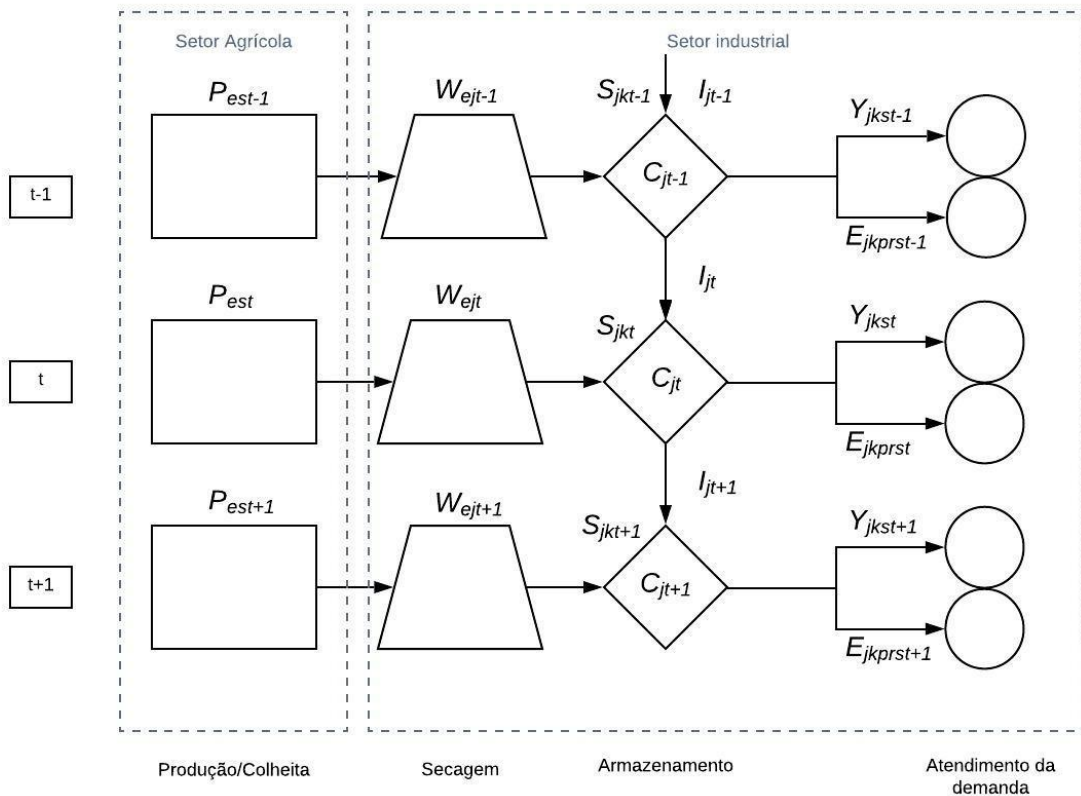


Figura 14 Recorte temporal do problema

Para melhor entendimento das variáveis apresentadas, a Figura 14 representa um recorte temporal do problema proposto, centrado no período t . Figurativamente, a produção agrícola empurra a produção da primeira etapa industrial, onde acontece a secagem de milho nas unidades de beneficiamento. A segunda etapa industrial acontece nos silos de armazenamento e é puxado pela demanda dos consumidores finais.

4.4. Função objetivo

A função objetivo (1.1) do Modelo 1 busca minimizar o custo total da cadeia de suprimentos e é dividida em sete parcelas de custo. A primeira parcela em (1.1) minimiza a contratação de armazenagem extra nos silos. A armazenagem é feita através da utilização de silos-bolsa com o fim de diminuir os custos da cadeia. Vieira (2018) define silo-bolsa, ou silo-bag, como um tubo flexível de polietileno que foi desenvolvido para armazenar grãos de forma móvel.

A segunda e terceira parcela da função objetivo (1.1) representam o custo total de transporte entre silo e clientes. A segunda parcela representa a distribuição logística para os clientes internos através das rodovias e a terceira parcela representa a distribuição logística para clientes externos até os portos marítimos, considerando diferentes modais de transporte (rodovias e ferrovias).

A quarta parcela da função objetivo (1.1) representa o custo de estoque ao final do período e a quinta parcela representa o custo de importação de milho em grão nos silos, quando necessário. A sexta parcela representa o custo de plantio em cada estado produtor e a sétima parcela representa o custo de secagem antes da chegada nos silos.

A minimização do custo total da cadeia é crucial no ambiente agroindustrial, buscando oferecer um produto de qualidade e se manter competitivo no mercado mundial.

$$\begin{aligned}
 \min Z = & \sum_j \sum_t \pi_j C_{jt} + \sum_j \sum_k \sum_s \sum_t \tau_{jk} Y_{jkst} + \sum_j \sum_k \sum_p \sum_r \sum_s \sum_t \mu_{jkpr} E_{jkprst} \\
 & + \sum_j \sum_t \varphi_j I_{jt} + \sum_j \sum_k \sum_t v_t S_{jkt} + \sum_e \sum_s \sum_t \rho_{est} P_{est} + \sum_e \sum_j \sum_t \omega_j W_{ejt}
 \end{aligned} \tag{1.1}$$

4.5. Restrições

Continuidade de fluxo: todo o fluxo de material de entrada deve ser igual ao fluxo de saída, desde os estados produtores até os depósitos. Neste estudo, por simplicidade, as perdas não são explicitamente consideradas no planejamento tático pela dimensão do seu índice (menor que 2%), isto é, as perdas são consideradas apenas implicitamente em alguns parâmetros do modelo, como produtividade e transporte. Porém, a consideração explícita das perdas é um tópico interessante para pesquisas futuras da cadeia de milho, com maior nível de detalhamento e precisão de dados, conforme apontado no capítulo de Conclusões.

A restrição (2) indica que a quantidade de milho que chega no silo j é igual a multiplicação da área colhida pela produtividade de área no Estado e no período t . A restrição (3) indica que a quantidade de silo no período t é igual a soma das quantidades produzidas nas safras s deste período t .

$$\alpha_{est}P_{est} = \sum_j W_{ejt} \quad \forall e, s, t \quad (2)$$

$$W_{ejt} = \sum_s X_{esjt} \quad \forall e, s, t \quad (3)$$

Capacidade: são supostas as capacidades finitas das áreas disponíveis para plantio nos Estados Federativos, das unidades de beneficiamento, dos armazéns de estocagem, dos portos, do modal ferroviário e de importação.

A restrição (4) indica que a área colhida no Estado e no período t deve ser menor que a área disponível para plantio. Na restrição (5), a quantidade de milho enviada do estado produtor e para o silo j deve ser menor que a soma da capacidade de armazenagem do silo e da variável de contratação de armazenagem extra nos silos-bolsa.

As restrições (6) e (7) indicam, respectivamente, que a quantidade de milho enviada do silo j para o cliente externo k pelo porto p através do modal de transporte r no período t deve ser menor que: a capacidade máxima de movimentação portuária para grãos de milho no porto-marítimo em questão (restrição (6)) e a capacidade de transporte pelo modal ferroviário no período (restrição (7)).

$$P_{est} \leq \beta_{est} \quad \forall e, s, t \quad (4)$$

$$W_{ejt} \leq \delta_{jt} + C_{jt} \quad \forall e, j, t \quad (5)$$

$$\sum_j \sum_k \sum_r \sum_s E_{jkprst} \leq \varepsilon_{pt} \quad \forall p, t \quad (6)$$

$$\sum_j \sum_k \sum_p \sum_r \sum_s E_{jkprst} \leq \theta_t \quad \forall t \quad (7)$$

Demanda: o Modelo 1 deve atender todas as demandas dos clientes internos e externos, enquanto o Modelo 2 pode atender essas demandas apenas parcialmente. A restrição (8.1) refere-se ao Modelo 1 e indica o atendimento da demanda interna, onde a quantidade de milho enviada para o cliente interno k pelo silo j no período t é igual a demanda interna de milho para consumo animal e para produção de etanol no Brasil neste período. Enquanto isso, a restrição (8.2) refere-se ao Modelo 2 e indica o atendimento da demanda de acordo com a dimensão das variáveis não negativas A_{kt} e L_{kti} .

$$\sum_j \sum_s Y_{jkst} + \sum_j S_{jkt} = \sigma_{kt} + \sum_i \psi_{kt} \quad \forall k, t \quad (8.1)$$

$$\sum_j \sum_s Y_{jkst} + \sum_j S_{jkt} = (\sigma_{kt} - A_{kt}) + \sum_i (\psi_{kt} - L_{kti}) \quad \forall k, t \quad (8.2)$$

Similarmente, a restrição (9.1) atende toda demanda externa, onde a soma da quantidade de milho enviada do silo j para o cliente externo k pelo porto p através do modal de transporte r no período e da quantidade importada pelo silo j no período t é igual a demanda dos países estrangeiros neste período, enquanto a restrição (9.2) atende a demanda de acordo com a dimensão da variável não negativa D_{kt} .

$$\sum_j \sum_p \sum_r \sum_s E_{jkprst} = \lambda_{kt} \quad \forall k, t \quad (9.1)$$

$$\sum_j \sum_p \sum_r \sum_s E_{jkprst} = \lambda_{kt} - D_{kt} \quad \forall k, t \quad (9.2)$$

Estoque: Para controlar o atendimento da demanda, é preciso formular restrições de balanceamento de estoques. Na restrição (10), o estoque do período atual é igual a soma do estoque do período anterior e da produção de milho do período atual e, então, a quantidade direcionada para o atendimento da demanda interna e externa de todo o período é subtraída.

$$I_{jt} = I_{j(t-1)} + \sum_e W_{ejt} - \sum_k \sum_s Y_{jkst} - \sum_k \sum_p \sum_r \sum_s E_{jkprst} \quad \forall j, t \quad (10)$$

Domínio das variáveis: Todas as variáveis apresentadas anteriormente são contínuas e não negativas.

$$P_{est} \geq 0$$

$$W_{ejt} \geq 0$$

$$X_{esjt} \geq 0$$

$$Y_{jkt} \geq 0$$

$$E_{jkprt} \geq 0$$

$$I_{jt} \geq 0$$

$$S_{jkt} \geq 0$$

$$C_{jt} \geq 0$$

$$D_{kt} \geq 0$$

$$A_{kt} \geq 0$$

$$L_{kti} \geq 0$$

Resumidamente, as diferenças entre os dois modelos são que o primeiro trata de uma função de minimização dos custos na cadeia para atendimento de todas as demandas, enquanto o segundo trata de uma função de maximização dos lucros na cadeia. Além disso, no segundo modelo, existem variáveis não negativas que determinam o atendimento ou não da demanda analisada, de acordo com o preço pago pela mesma. As demais restrições são iguais nos dois modelos. Ou seja, o Modelo 1 é composto por (1.1), (8.1) e (9.1) e as demais restrições, enquanto o Modelo 2 é composto por (1.2), (8.2) e (9.2) e as demais restrições.

4.6. Análise de sensibilidade

Segundo Marins (2011), a análise de sensibilidade procura determinar o efeito da variação de um determinado item na solução ótima básica. Pode ser um instrumento útil em diferentes áreas para determinar a importância de uma variável sobre o resultado final ou como instrumento de comparação. Esta análise e, conseqüentemente, a sua conclusão é, muitas vezes, fundamental para a tomada de decisão de um gestor em cadeias de suprimentos com objetivo de evidenciar

interesses ou considerar investimentos. Recomenda-se que a análise de sensibilidade possa avaliar diferentes tipos de cenários, e não apenas os cenários otimistas.

Fogliatto (2001) disserta que a análise de sensibilidade dos valores marginais, gerada durante a solução do modelo matemático, auxilia o tomador de decisão a interpretar questões de acordo com os objetivos definidos no modelo sem resolver o problema novamente. Quando se trata da análise de sensibilidade para as restrições, é feita a interpretação do preço sombra. O preço sombra representa o valor que se aumenta ou diminui na função objetivo para alterar uma unidade no lado direito da restrição, ou seja, mostra o quanto se pode alterar no lado direito da restrição, dentro do intervalo indicado, e qual será o impacto desta mudança para o novo valor ótimo da solução.

Para a análise de sensibilidade das variáveis, a interpretação dos custos reduzidos, ou custos marginais, é tão importante e informativa como a análise da solução primal do modelo, pois indicam o custo adicional de penalização da função objetivo ao inserir um valor positivo nas variáveis que tiveram valor zero na solução básica ótima. A análise de sensibilidade é apresentada no Capítulo 5, onde são exibidos os resultados preliminares do modelo.

4.7. Aprendizagem e *expertise* adquirida em GAMS

A modelagem matemática do problema precede a programação do modelo computacional, validado no software *General Algebraic Modeling System* (GAMS). Segundo Grossmann (1991), este *software* é um sistema de modelagem de alto nível para programação matemática e otimização. A destreza adquirida nesta plataforma ao longo deste trabalho permitiu a conclusão dos resultados finais e das análises de sensibilidade.

Várias ferramentas e estratégias foram utilizadas na programação. Inicialmente, uma tupla se refere a um conjunto definido sobre outros conjuntos. O conjunto pode ser um subconjunto unidimensional ou um conjunto multidimensional. Tuplas são úteis em cálculos e na imposição de condições. Foram utilizadas tuplas para determinar: quais silos atendem cada estado produtor, quais silos atendem cada cliente interno e qual é o tipo (interno e externo) de cada cliente.

Os parâmetros de demanda interna (por animal) e demanda interna agregada foram calculados utilizando a tupla de tipo de cliente interno. O custo de transporte até o centroide utiliza a tupla de tipo de cliente interno, enquanto o custo de transporte até o porto marítimo utiliza a tupla de tipo de cliente externo. Além disso, o custo de transporte até o porto marítimo é calculado de maneira diferente quando a rota é exclusivamente rodoviária, exclusivamente

ferroviária e mista.

O preço de venda do milho para a demanda de produção de etanol é calculado a partir do preço de venda para nutrição animal, de acordo com os dados históricos. Parte-se da consideração de que a produção de etanol a partir do milho é uma vertente recente da indústria de combustível que vem crescendo desde 2016/2017, de acordo com o acompanhamento da safra brasileira (Conab, 2020).

Outra estratégia interessante é a aplicação das variáveis não negativas D_{kt} , A_{kt} e L_{kti} . Estas variáveis permitem que o modelo opte por atender ou não a demanda, fiscalizando se é viável economicamente para a cadeia de suprimentos. Tais variáveis são positivas e limitadas pelo valor completo das demandas (demanda externa, nutrição animal e produção de etanol respectivamente), ou seja, o modelo pode deixar de atender a demanda integralmente. Oportunamente, um dos cenários aborda, de maneira investigativa, a aplicação destas variáveis de maneira livre. No caso em que as variáveis podem ser positivas ou negativas, o modelo pode não atender a demanda ou atender a mais, se for lucrativo.

Outra ferramenta utilizada foram as análises de GAMSCHK, que são procedimentos projetados para auxiliar os usuários que desejam examinar os modelos resolvidos usando GAMS. Buscam possíveis falhas nas variáveis e equações e analisam as propriedades da solução de problemas de otimização linear. O termo “ANALYSIS” é um sistema para examinar a estrutura de todas as variáveis e equações. Indicam erros de especificação do modelo, causando redundância, variáveis com valor zero, inviabilidade ou relaxamentos de restrição em programas lineares.

O termo “BLOCKLIST” exhibe o número e as características dos itens em cada variável GAMS e bloco de equação. Oferecem informações como: o número de coeficientes positivos nas variáveis ou nas equações, o número de coeficientes não lineares nas variáveis ou nas equações, o maior coeficiente em valor absoluto neste bloco, entre outras.

O termo “BLOCKPIC” tem o objetivo de gerar esquemas de modelo e informações de escala. Os esquemas representam sinais de coeficiente, número total e médio de coeficientes dentro de cada equação GAMS. Tais esquemas são projetados para ajudar os usuários a identificar falhas na colocação e sinal dos coeficientes. As informações resumidas sobre as características de dimensão do problema são projetadas para facilitar o dimensionamento dos dados.

5. RESULTADOS

5.1. Fontes de coleta de dados

O processo de coleta de dados para criação dos parâmetros foi feito por meio de buscas na web e contato com instituições governamentais, empresas e organizações do ramo agrícola. Os dados estão apresentados e analisados nesta seção e buscam representar o cenário nacional da cadeia de suprimentos de milho. Os dados atualizados foram coletados em várias fontes, a maior parte delas evidenciada na Figura 16.

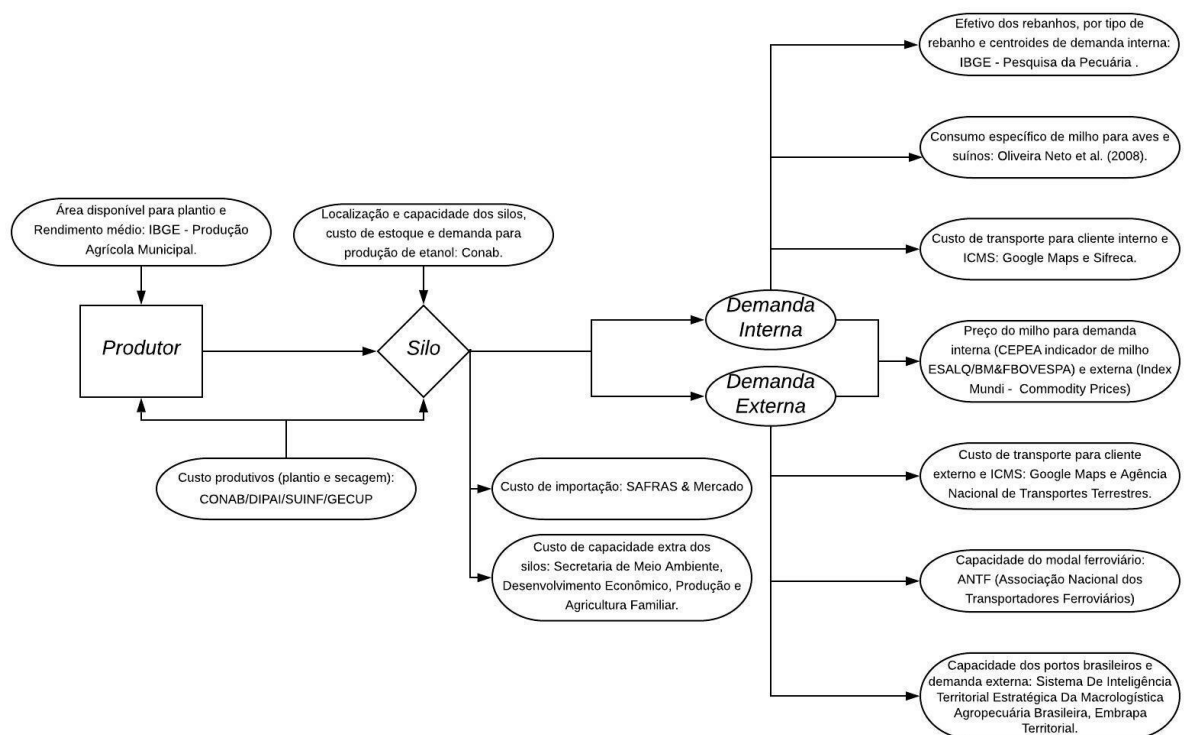


Figura 16 Fontes dos dados coletados

Área disponível para plantio e Rendimento médio

Os valores relacionados a área disponível para plantio da cultura do milho, em hectares, e o rendimento médio da produção, em quilogramas por hectare, são disponibilizados pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA na plataforma PAM (Produção Agrícola Municipal). Foram coletados dados referentes as 27 unidades de federação, nos anos de 2016 a 2018, abrangendo as duas safras de milho por ano. Os estados com maior produção (Mato Grosso e Paraná) foram divididos em 5 macrorregiões e os demais estados foram considerados, cada um,

como uma macrorregião. As tabelas com os valores detalhados de área para plantio e rendimento médio estão disponíveis nos anexos deste trabalho

Localização e capacidade dos silos

As informações de capacidade e localização das unidades armazenadoras tomaram como base a rede armazenadora da Conab, levando em conta a cidade de localização e a capacidade estática de cada silo. As Unidades Armazenadoras da Conab estão distribuídas em 25 Estados da Federação e no Distrito Federal, com exceção do estado do Amapá. A capacidade estática total da empresa é de 2,19 milhões de toneladas, o que representa cerca de 1,35% do total do país.

Os dados estão disponibilizados ao público no site da Conab e indicam a localização do silo e os canais de contato. Além disso, informam o código do armazém (CDA), o tipo e a capacidade estática de cada silo. Os dados estão apresentados em detalhes nos anexos deste trabalho.

Custo produtivos

Os valores referentes ao custo de estoque, plantio e secagem foram coletados nas Planilhas de Custos de Produção disponibilizadas pela Conab (Fonte: CONAB/DIPAI/SUINF/GECUP). Foram utilizados dados de 2019, especificamente para milho, separados por unidades federativas. Para as unidades de federação que não foram mencionadas no estudo, foi utilizada uma média simples dos valores existentes.

Para os custos de estoque, os valores variam entre 26,83 a 27,5 reais por tonelada dependendo da localização do silo. Além disso, os valores de custo de plantio são apresentados para as duas safras e estão entre 1372,24 e 4564,24 reais por tonelada. Os valores mencionados estão expostos em detalhes no apêndice deste trabalho. O valor considerado para custo de secagem é de 13,47 reais por tonelada em todos os silos.

Capacidade dos portos brasileiros e demanda externa

A determinação dos portos brasileiros que exportam milho, suas capacidades e os países estrangeiros que demandam determinadas quantidades de milho em grãos foram coletados no Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira,

fornecidos pela Embrapa Territorial. Os dados reunidos fazem referência ao ano de 2016 e estão resumidos na Tabela 4.

Tabela 2 Quantitativo Exportado por Porto

	Porto	Quantidade (Ton)	% por Porto	Microrregiões Exportadoras	Países de destino	Valor (US\$)
1	Santos	11292856	51,4%	75	53	1945506650
2	Paranaguá	2871876	13,1%	51	60	495663264
3	Rio Grande	244162	1,1%	8	6	41441312
4	São Francisco do Sul	1014645	4,6%	35	19	160279567
5	Itaqui	771647	3,5%	17	12	128998016
6	Vitória	2276916	10,4%	34	11	391801536
7	Itacoatiara	892814	4,1%	19	13	146413013
8	Santarém	735402	3,3%	10	8	125026466
9	Barcarena	1290593	5,9%	13	14	213877845
10	Imbituba	525596	2,4%	14	6	79417443
11	Itajaí	68971	0,3%	21	34	24739515
	Total	21985478	100%	123	81	3753164627

Fonte: Embrapa Territorial, 2016.

Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho

Os valores relacionados ao rebanho, em número de cabeças e por tipo de rebanho, são disponibilizados pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA na plataforma PPM (Pesquisa da Pecuária Municipal). Foram coletados valores referentes aos tipos: Suínos e Galináceos (ave de corte e de postura), no período de 2016 a 2018. Os dados estão nos anexos deste trabalho.

Consumo específico de milho na produção de aves e suínos

Oliveira Neto et al. (2008) publicaram um estudo intitulado “O consumo de milho na produção de aves, suínos e leite”, apresentando dados referentes ao consumo específico de milho por tipo de animal, em quilograma por unidade, nos principais Estados consumidores de milho.

Foram utilizados os dados de avicultura de corte, avicultura de postura e suínos de acordo com cada unidade de federação no presente estudo. Para as unidades de federação que não foram mencionadas naquele estudo, foi utilizada uma média simples dos valores existentes. Os valores

estão expostos nas Tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 3 Consumo de milho na produção - avicultura de postura - ovos brancos (kg/unidade).

Estados	Crescimento		Postura		Total	
	Quantidade(kg)	%	Quantidade(kg)	%	Quantidade(kg)	%
Rio Grande do Sul	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Santa Catarina	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Paraná	4,225	80,905	24,57	54,84	28,791	57,56
São Paulo	3,352	77,077	24,57	54,84	27,920	56,81
Mato Grosso do Sul	3,744	71,706	23,61	60,00	27,353	61,37
Mato Grosso	3,744	71,706	23,61	60,00	27,353	61,37
Goíás	2,280	44,649	22,19	46,32	24,475	46,16
Minas Gerais	3,352	64,196	24,57	54,84	27,918	55,82
Pernambuco	2,620	50,387	23,14	51,66	25,763	51,53
Ceará	2,605	49,887	23,14	51,66	25,748	51,48
Espírito Santo	3,352	64,196	22,33	54,84	25,685	55,90

*Não-disponível/Fonte: Conab (2007).

Tabela 4 Consumo de milho - avicultura de corte (kg/unidade).

	Quantidade(kg)	%	Peso do frango(kg)
Rio Grande do Sul	2,481	55,749	2,4
Santa Catarina	2,355	55,721	2,3
Paraná	2,296	55,325	2,3
São Paulo	2,987	64,935	2,5
Mato Grosso do Sul	2,701	55,693	2,65
Mato Grosso	2,466	55,413	2,5
Goíás	1,698	36,510	2,6
Minas Gerais	2,873	66,358	2,35
Pernambuco	2,718	55,357	2,6
Ceará	2,527	50,531	2,72
Espírito Santo	3,745	68,089	2,8

Fonte: Conab (2007).

Tabela 5 Consumo de milho - suíno (kg/leitão, com os pais).

	Quantidade(kg)	%	Peso do animal(kg)
Rio Grande do Sul	226,303	72,889	107
Santa Catarina	227,406	71,066	110
Paraná	204,212	72,282	100
São Paulo	180,340	61,396	95
Mato Grosso do Sul	183,907	59,865	100
Mato Grosso	231,952	62,980	115
Goíás	216,631	74,700	100
Minas Gerais	201,918	68,144	100

Pernambuco	208,730	67,409	90
Ceará	156,448	52,753	100
Espírito Santo	200,625	65,022	100

*Leitão (do nascimento ao abate), fêmea (gestação e lactação) e macho.
Fonte: Conab (2007).

Centroides de demanda interna

Usando o Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, foram selecionadas as mesorregiões que possuem maiores efetivos de rebanhos, ou seja, que demanda mais milho para consumo animal dentro de cada unidade federativa. Os dados incluíram o número efetivos de cabeças para os rebanhos de suínos e galináceos e estão expostos nos anexos deste trabalho.

Após selecionar a mesorregião, a principal cidade de cada mesorregião, em relação ao maior número de habitantes, foi selecionada como centroide para a demanda interna. Os centroides internos estão exibidos no apêndice.

Custo de transporte para cliente interno

A distância, em quilômetros, das rotas entre os silos e os centroides de demanda (clientes internos) foram coletadas pela ferramenta do Google Maps, considerando a menor distância rodoviária existente. Para o momento de frete (reais/tonelada*quilômetro), foram feitas regressões lineares dos valores disponíveis como indicadores semanais e mensais no SIFRECA - Sistema De Informações De Fretes e dos valores disponíveis pela Conab na plataforma de frete rodoviário.

A regressão foi feita em faixas de valores: 1-500 quilômetros, 501-1000 quilômetros, 1001-2000 quilômetros e acima de 2000 quilômetros. O momento de frete (reais/tonelada*quilômetro) é multiplicado pela distância, em quilômetros, das rotas entre os silos e os centroides de demanda, gerando um parâmetro de custo de transporte interno em reais por tonelada.

Os valores de transporte indicam a distância entre cada silo até cada centroide de demanda interna, em quilômetros. Quando o centroide existe na mesma localidade que o silo, a distância considerada foi nula. Os valores de custo de frete rodoviário incluem: as bases de dados Sifreca e Conab, as tabelas de regressão linear e a tabela com os valores de ICMS entre o silo e o centroide. Todas as informações acima estão detalhadas no apêndice e nos anexos deste trabalho.

Custo de transporte para cliente externo

Os valores de transporte indicam a distância entre cada silo até cada porto marítimo, em quilômetros. O momento de frete (reais/tonelada*quilômetro) é multiplicado pela distância, em quilômetros, das rotas entre os silos e os portos, gerando um parâmetro de custo de transporte externo em reais por tonelada. Além disso, os valores de ICMS entre o silo e o porto são somados a este custo.

Para o transporte rodoviário, do silo até o porto onde o milho será exportado, o procedimento de coleta de dados seguiu o mesmo padrão. As distâncias colhidas no Google Maps são multiplicadas pelo momento de frete encontrado através das regressões lineares (em faixas de quilometragem).

Para o transporte ferroviário, o momento de frete foi calculado através da média simples das tarifas de referência do serviço de transporte ferroviário de cargas, especificamente para a cultura do milho, nas concessões ferroviárias disponibilizadas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. Os valores também são divididos em faixas de quilometragem: 0-300 quilômetros, 301-600 quilômetros, 601-900 quilômetros e acima de 900 quilômetros. A distância foi medida através da construção de mapas no Google Maps para a representação das ferrovias ligadas aos portos estudados, com a utilização da ferramenta Régua.

Para as rotas que incluem o dois modais, rodoviário e ferroviário, os custos foram calculados separadamente. É feita a soma do valor rodoviário e do valor ferroviário, que representam a multiplicação da distância pelo momento de frete. Os dados citados, juntamente com os custos de frete e os mapas das ferrovias consideradas no estudo, estão dispostos no apêndice e nos anexos deste trabalho.

Em contato com a ANEC (Associação Nacional dos Exportadores de Cereais), foi definido que o custo de transporte do porto brasileiro ao país de destino não seria considerado neste estudo, pois a maior parte das exportações, inclusive o contrato padrão ANEC, trata-se de venda FOB (*Free on Board*), onde o produto é depositado no porto e a responsabilidade de contratação do transporte marítimo é do comprador.

Custo de capacidade extra dos silos

O custo, por tonelada, da armazenagem em silo-bolsa foi coletado na página da Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (SEMAGRO), patrocinada pelo governo do Estado do Mato Grosso do Sul. Um silo-bolsa com capacidade para

200 toneladas custa, em média, R\$ 1500 e demanda duas máquinas: a embutidora e a extratora, segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar.

Custo de importação

O custo médio de importação, por tonelada de milho, foi consultado na página da SAFRAS & Mercado - uma consultoria especializada no agronegócio brasileiro responsável por acompanhar diariamente os mercados agrícolas nacionais e internacionais, fornecendo informações exclusivas a clientes dos setores público e privado, distribuídos em dezenas de países.

Tabela 6 Custo de importação

	Argentina	EUA
Cotação (US\$/Ton)	179,00	169,28
Carga e Frete Marítimo (US\$/Ton)	15,00	25,00
CUSTO CIF PORTO (US\$/Ton)	194,00	194,28
Frete Interno – **	0,00	0,00
Despesas Portuárias	41,70	41,70
ICMS	0,00	0,00
Quebra – 0.025%	1,87	1,76
Corretagem Cambial – 0,1875%	1,40	1,32
PIS – COFINS – 9.25%	0,00	0,00
Comissões e Taxas	2,09	2,09
TTL custos internos	47,05	46,87
Custo Liq/Ton (R\$/Ton)	856,03	857,03
Custo Liq/saca (R\$/saca) PORTO	51,36	51,42
Taxa cambial	4,17	4,17

Fonte: SAFRAS & MERCADO

(**) Frete interno de acordo com o destino – R\$ 7/8/saca adicional

Revisão: Arno Baasch (arno@safras.com.br) / Copyright 2020 – Grupo CMA

Demanda de etanol

A demanda para a produção de etanol foi obtida no levantamento de previsão de etanol disponibilizado pela CONAB. O cálculo foi feito considerando que cada tonelada de milho produz até 400 litros de etanol.

Tabela 7 Demanda de etanol

REGIÃO/UF	ETANOL TOTAL (Em mil l)			
	Safr a 2019/20	Safr a 2020/21	Variação	
			Absoluta	%
NORTE	4673,0	7200,0	2527,0	54,1
RO	4673,0	7200,0	2527,0	54,1
CENTRO-OESTE	1565160,0	2561470,0	996310,0	63,7
MT	1269485,0	2050000,0	780515,0	61,5
GO	295675,0	511470,0	215795,0	73,0
SUDESTE	17565,0	17565,0	-	-
SP	17565,0	17565,0	-	-
SUL	88165,2	112773,0	24607,8	27,9
PR	88165,2	112773,0	24607,8	27,9
NORTE/NORDESTE	4673,0	7200,0	2527,0	54,1
CENTRO-SUL	1670890,2	2691808,0	1020917,8	61,1
BRASIL	1675563,2	2699008,0	1023444,8	61,1

Fonte: Conab. Nota: Estimativa em agosto/2020.

Capacidade do modal ferroviário

O valor para capacitação do modal ferroviário foi retirado do relatório de produção disponibilizado pela ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários. Foi tomado como base o valor destinado ao grupo de mercadorias de graneis agrícolas (setor agrícola e extração vegetal).

Preço de venda do milho

O preço do milho para os diferentes tipos de demanda (consumo animal, produção de etanol e exportação) foram retirados de duas fontes. O valor para demanda interna foi consultado nos dados históricos colhidos pela CEPEA, através da busca do indicador de milho ESALQ/BM&FBOVESPA. Já o valor para exportação foi coletado no banco de dados Index Mundi, que contém estatísticas detalhadas por região, país, setor industrial, entre outros. A seção buscada foi: Preços de commodities > Milho.

Alves (2021) afirma que, no mercado de milho, as condições de oferta e demanda na região impactam suas cotações no curto prazo. A variação do preço pago ao produtor apresentou

uma média de 84,1% entre dezembro de 2019 e dezembro de 2020. Os valores utilizados neste estudo representam uma média nacional; logo, uma análise por região ou por Estado prevê a necessidade de parâmetros locais.

5.2. Análise de cenários – Modelo 1

Os resultados deste capítulo se referem à análise de um período anual, envolvendo duas safras. Ou seja, devido a independência dos períodos considerados, trata-se de um estudo tático monopériodo. Entretanto, o modelo considera múltiplos períodos e é capaz de apresentar soluções para planejamento tático, ou mesmo estratégico, em sistemas multiperíodos (por exemplo, vários anos), de acordo com a disponibilidade dos dados reais. Os cenários foram alinhados com os objetivos do estudo, porém outros cenários podem ser criados para a análise da cadeia de suprimento de grãos de milho e afins.

A análise de cenários alternativos, quando comparados ao cenário base, permitem a conclusão de hipóteses e a avaliação de projetos futuros com mais exatidão. Além disso, a análise de sensibilidade revela o peso e a importância das variáveis envolvidas. Os cinco cenários relacionados ao Modelo 1 estão divididos em duas categorias: produção e logística. Os cinco cenários, incluindo o cenário base 1, estão representados na Figura 17.

As características e os parâmetros do cenário base 1 já foram apresentados ao longo deste trabalho. Resumidamente, são 26 produtores distribuindo em 67 depósitos e atendendo 3 tipos de demanda: consumo animal, produção de etanol e exportações. O transporte pode ser feito por modal rodoviário e/ou ferroviário. Importações são permitidas para atendimento da demanda. Pode haver estoque ao final do período e armazenagem extra está disponível para contratação.

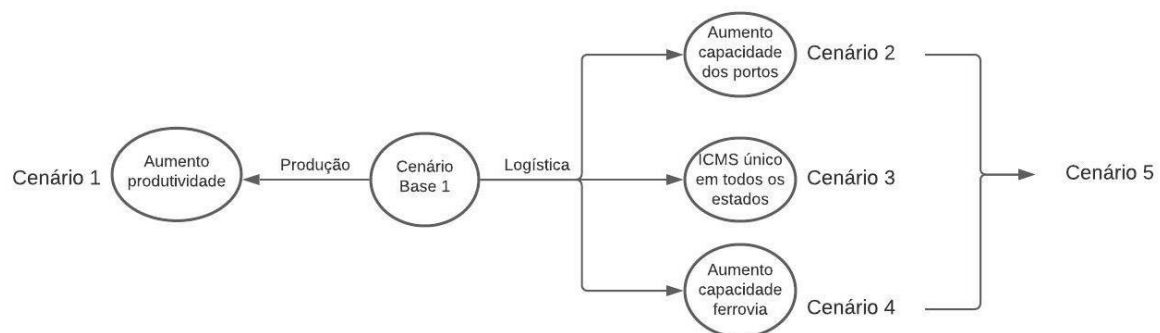


Figura 17 Cenários para o Modelo 1

O cenário 1 avalia um aumento de produtividade em relação ao cenário base 1, gerado pelo aumento de investimento em tecnologia por parte dos produtores. A taxa de aumento foi consultada como sendo a média do aumento de produtividade de milho no Brasil por ano, nos últimos dez anos (IBGE-Produção Agrícola Municipal, 2016).

O cenário 2 considera um aumento de capacidade de exportação de grãos de milho dos portos marítimos em relação ao cenário base 1, de acordo com os projetos determinados pela Associação Brasileira Terminais de Contêineres (ABRATEC, 2021). O projeto foi elaborado pela ILOS, que é uma empresa focada no planejamento, estruturação e implementação de atividades relacionadas à logística e à cadeia de suprimentos.

O cenário 3 analisa uma situação hipotética do transporte brasileiro com a taxa de ICMS igual para todos os Estados brasileiros, considerando uma alíquota de 12%. Discussões sobre isonomia de ICMS entre os Estados vem sendo discutidas há vários anos em ambientes políticos e macroeconômicos, e avaliar seus impactos nos sistemas é uma questão relevante para auxiliar nestas discussões.

O cenário 4 considera o aumento de capacidade do modal ferroviário em relação ao cenário base 1, de acordo com os projetos determinados pela Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários e pelo governo federal (ANTF, 2018).

O cenário 5 analisa, simultaneamente, o aumento de capacidade dos portos marítimos e do modal ferroviário. Os aumentos considerados neste cenário são iguais ao aumento de capacidade dos portos do cenário 2 e ao aumento da capacidade do modal ferroviário do cenário 4. Ambos aspectos são limitantes para atendimento da demanda de milho para o mercado externo.

5.2.1. Cenário Base para o Modelo 1

Esta subseção apresenta os experimentos computacionais realizados com o Modelo 1 proposto e a seção a seguir, com o Modelo 2. Para a resolução dos modelos matemáticos foi utilizada a linguagem de programação algébrica GAMS 24.1.3 e o *solver* CPLEX 12.5.1.0, em um computador com 8 GB de memória RAM, processador Intel® Core® CPU i5-7200U e 2.5 GHz, e sistema operacional Windows 10. O Modelo 1 apresenta com 29203 variáveis e 5191 restrições, requerendo um tempo computacional de 0,03 segundos. Ao longo desta seção, os resultados do modelo e de seus diversos cenários serão apresentados na forma de figuras, gráficos e tabelas com o intuito de aclarar e simplificar a apresentação das soluções obtidas. Entretanto, a solução das variáveis do cenário base 1 está apresentada de forma integral no apêndice.

O cenário base 1 mostra o comportamento da cadeia de suprimentos de milho de acordo

com os parâmetros indicados. As variáveis analisadas são: quantidade de área plantada, atendimento da demanda interna e externa, quantidade importada e contratação de capacidade extra nos silos. A porcentagem de área plantada obtida na solução do Modelo 1 está representada na Figura 18.

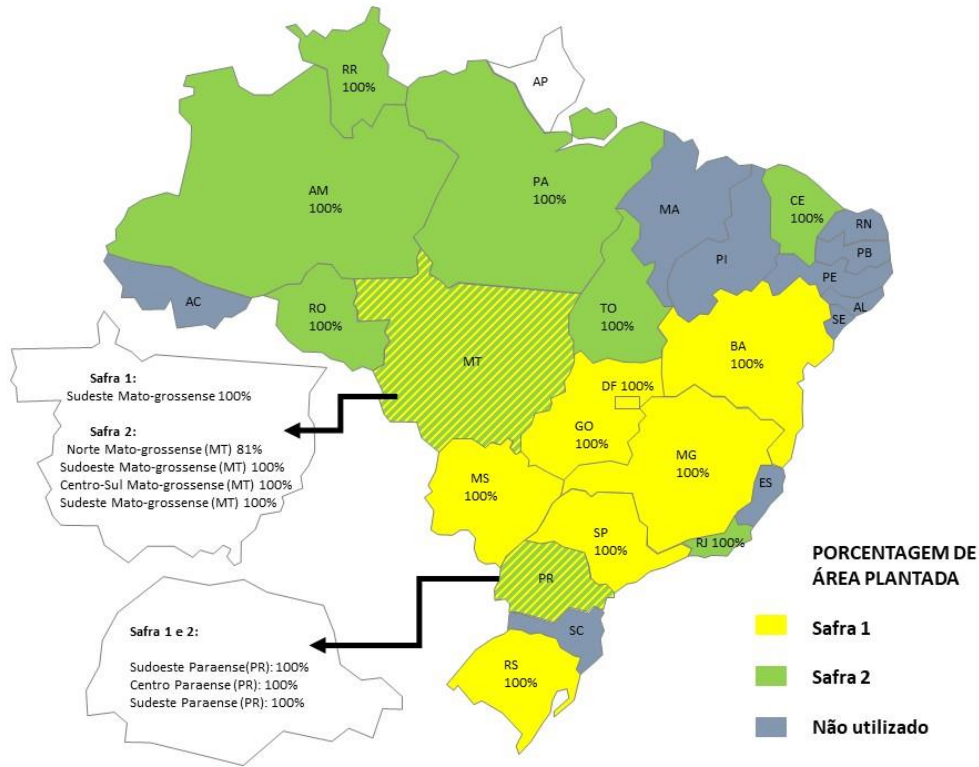


Figura 18 Quantidade de área plantada Modelo 1

Os resultados a seguir foram obtidos a partir da solução do Modelo 1. Durante a primeira safra, os estados em amarelo na Figura 18 utilizam 100% da área disponível e, durante a segunda safra, os estados em verde utilizam 100% da área disponível. Os estados em azul não foram utilizados. É válido mencionar que este resultado não significa que estes estados não produzam milho no contexto real, porém, para os dados de entrada considerados no modelo de otimização desta cadeia e contando com uma folga na produção, a solução indica que alguns estados se mostram mais competitivos do que outros. Os fatores são produtividade, localização geográfica, entre outros.

Os únicos estados que plantam nas duas safras são Mato Grosso e Paraná. Pode-se inferir que, a maioria dos estados da região Norte apresentam maior produtividade na segunda safra (ou safrinha) e os estados do Centro-Sul majoritariamente plantam na primeira safra. A maioria dos estados da região Nordeste não apresenta produção na solução do modelo, o que indica que, com base nos dados de custos e outros utilizados no modelo, esses estados são menos competitivos

frente aos demais.

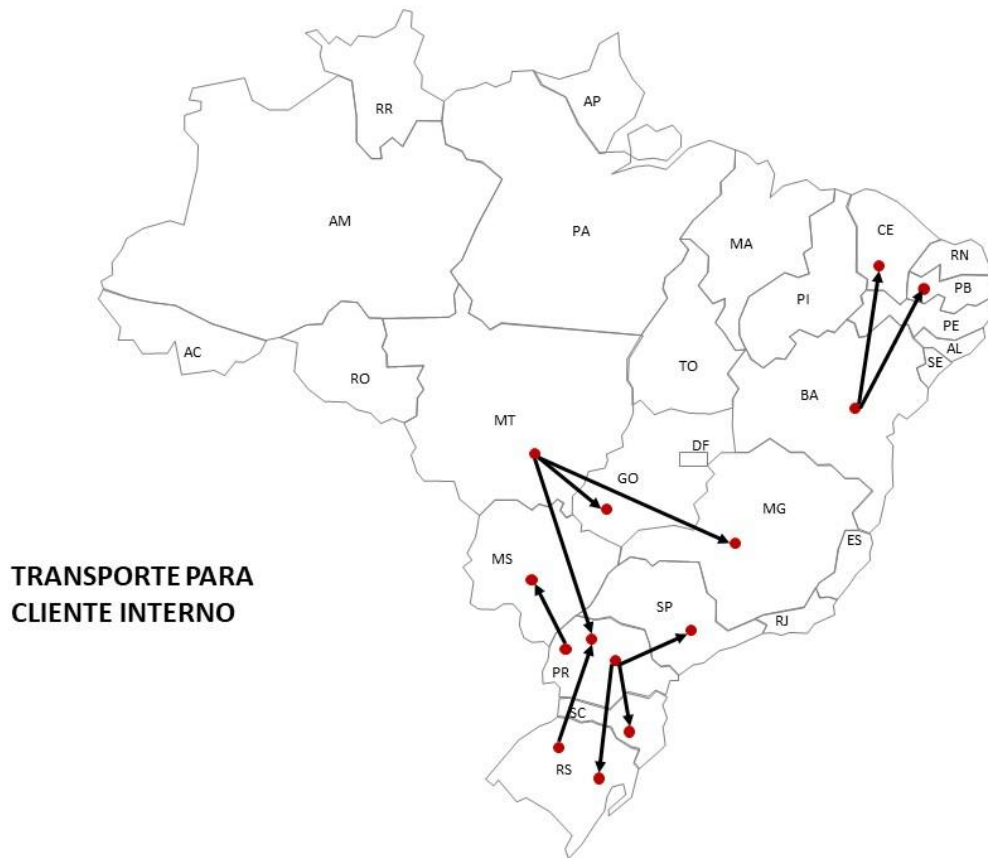


Figura 19 Atendimento da demanda interna Modelo 1

Conforme a solução do Modelo 1, o atendimento da demanda interna é feito exclusivamente pelo modal rodoviário. Na Figura 19, são mostradas as dez maiores quantidades de milho transportadas na solução do modelo. Novamente, nota-se uma concentração na região Centro-Sul, onde os transportes saem principalmente dos maiores produtores de milho (Mato Grosso e Paraná).

O atendimento da demanda externa é feito por modal rodoviário, ferroviário ou, em alguns casos, por ambos. Na Figura 20, são mostradas as dez maiores quantidades de milho transportadas para os portos marítimos de acordo com o modal utilizado na solução do Modelo 1. Pode-se ressaltar a importância do Porto de Santos como o principal porto exportador e a qualidade dos portos da região Centro-Sul pelo alto nível de utilização na exportação de grãos de milho.

O estado de Mato Grosso também se destaca como o estado que envia milho para o maior número de portos marítimos brasileiros, incluindo a rota MT-SP onde os grãos são descarregados

no terminal de Rondonópolis (MT) para seguirem para o Porto de Santos (SP) via ferrovia.

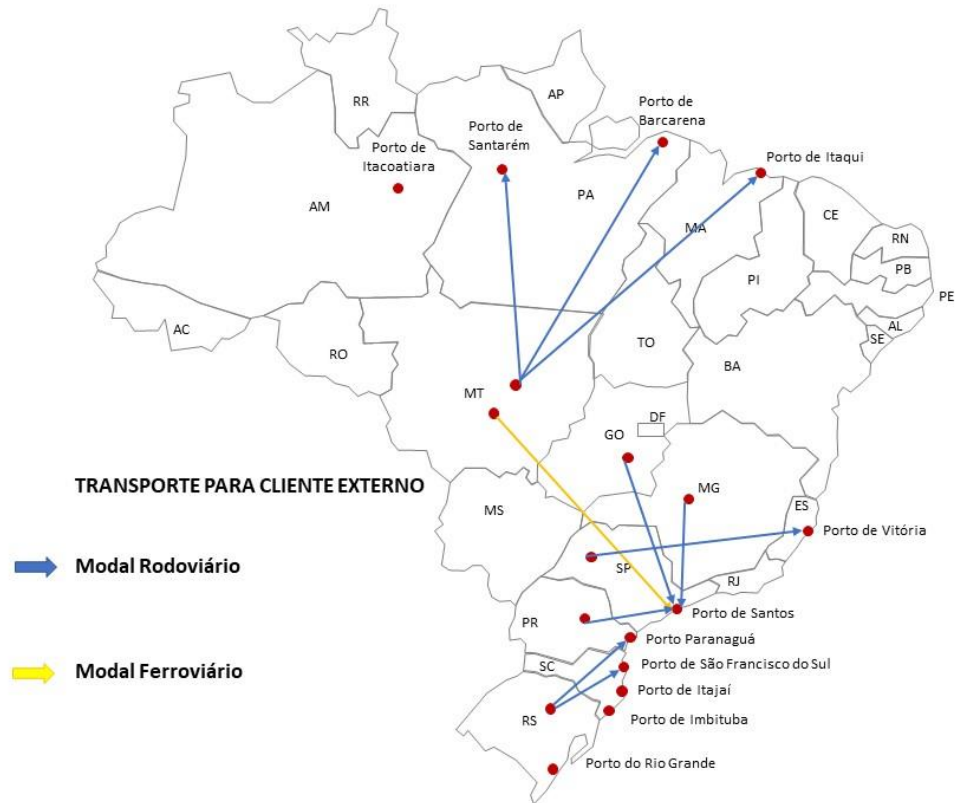


Figura 20 Atendimento da demanda externa Modelo 1

Ao pesquisar informações disponíveis em Exportação Agropecuária (Embrapa Territorial), os dados reais indicam que, no ano de 2016, o estado de São Paulo apresentou as maiores quantidades exportadas através dos portos de: Imbituba (SC), Santos (SP) e Vitória (ES) no ano coletado. A solução do Modelo 1 indica que São Paulo exporta principalmente pelo Porto de Vitória (ES), porém isto não significa esse resultado incorreto ou pouco realista. Esta situação deve-se ao fato de que o porto de Santos recebe milho de outros estados e, devido a restrição de capacidade, aloca a maior demanda de São Paulo para o porto de Vitória considerando a distância e os incentivos fiscais.

Na solução do Modelo 1, a única importação foi feita para atendimento da demanda de Roraima devido aos altos custos de transporte, mostrado na Figura 21.

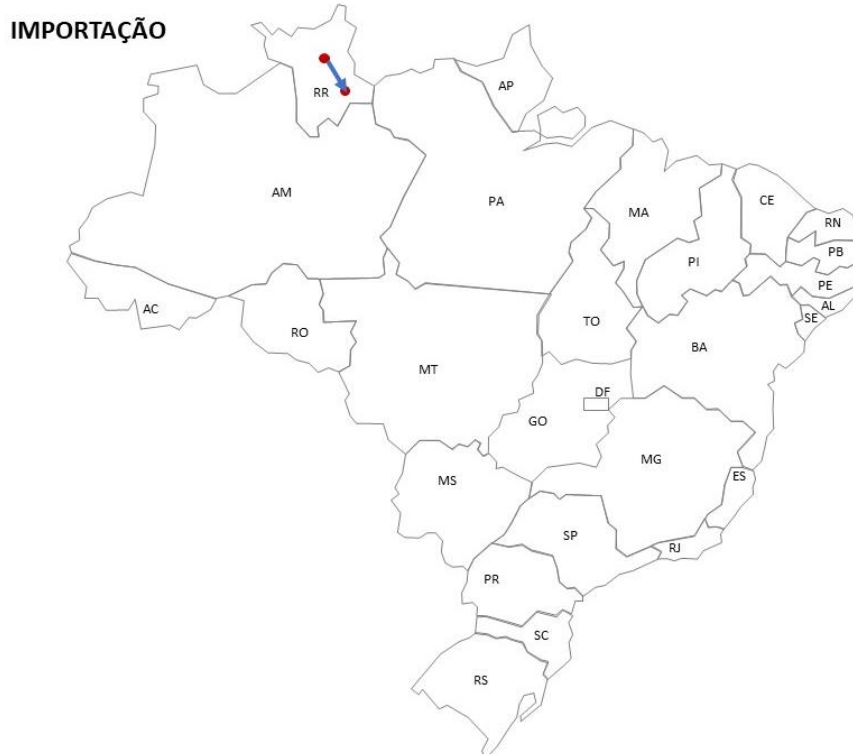


Figura 21 Quantidade importada Modelo 1

Na Figura 22, são apresentadas as contratações de armazenagem extra nos silos obtidas a partir da solução do Modelo 1. Novamente, a região Centro-Sul é a que necessita maior capacidade de estocagem por conter os principais estados produtores. Em destaque, os estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e São Paulo, que requerem grande quantidade de armazenagem extra para dois silos diferentes dentro de cada estado. Lembrando que a quantidade de silos para cada estado foi determinada de acordo com a distribuição das unidades armazenadoras da Conab.

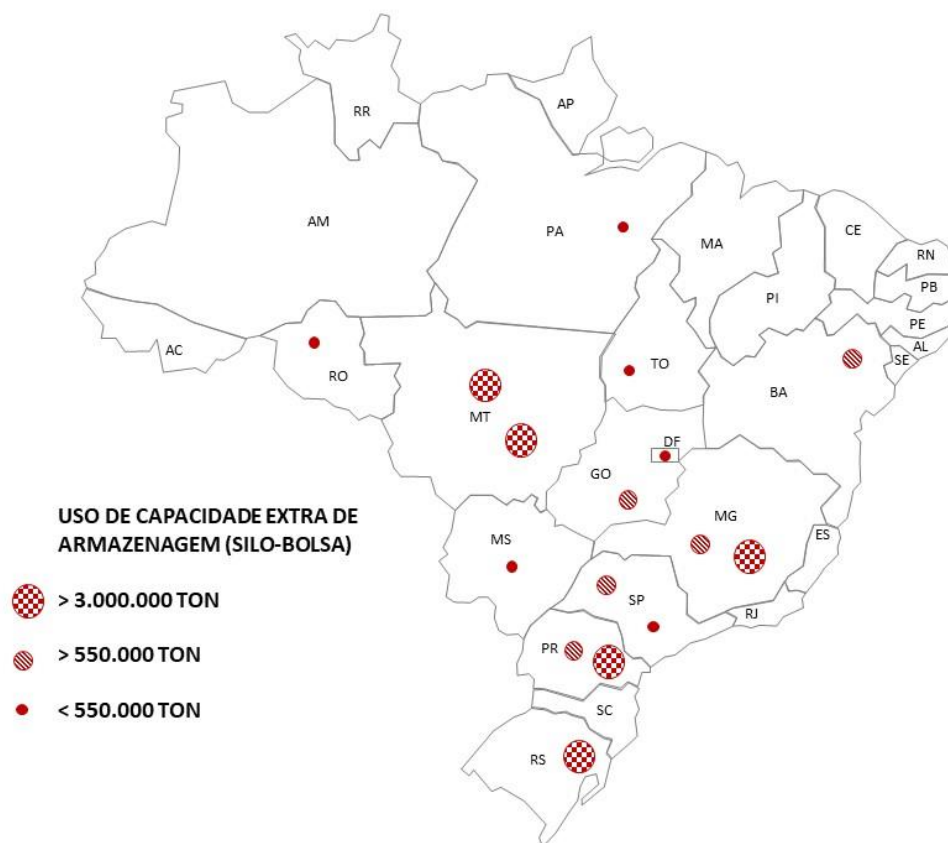


Figura 22 Contratação de capacidade extra no silo Modelo 1

Outra análise feita para o cenário base 1 mostra todos os fluxos de atendimento de demanda e o plantio das safras para um estado específico. O estado escolhido foi o Mato Grosso, por ser o que mais produziu no ano estudado. Como solução do modelo, o estado apresenta plantio nas duas safras e atende demanda interna e externa.

O silo 58, na região da cidade de Rondonópolis-MT, atende a demanda interna de Goiás, Minas Gerais e Paraná e envia para o Porto de Santos-SP. O silo 59, na região da cidade de Sorriso-MT, atende a demanda interna de Rondônia, Amazonas, Pará e Tocantins e envia para os portos de: Itaqui-MA, Itacoatiara-AM, Santarém-PA e Barcarena-PA. Convém salientar que o Modelo 1 pode ser usado por governos estaduais para, por exemplo, estudar em mais detalhes os problemas da sua região. Os dados estão na Figura 23.

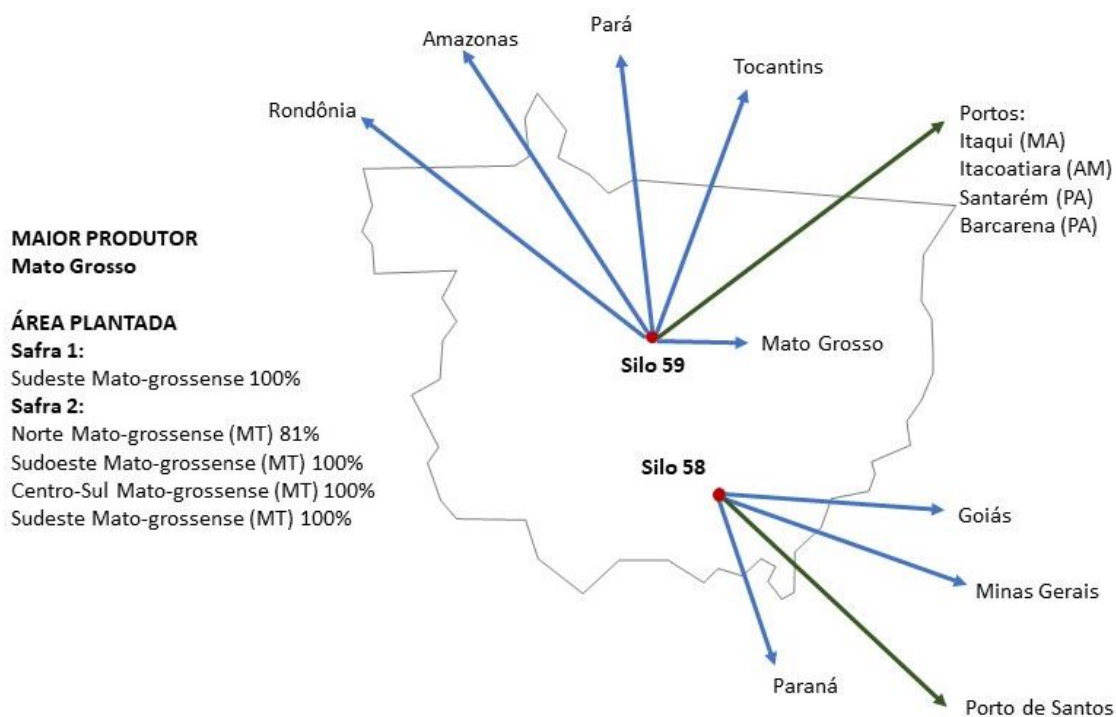


Figura 23 Fluxos de Mato Grosso

Como já visto neste capítulo, o modelo pode ser usado para estudos táticos, ou mesmo estratégicos, com mais períodos. Estes estudos podem abordar o funcionamento dos estoques entre safras e entre períodos.

Para exemplificar estas análises, o estado de Mato Grosso novamente foi selecionado. O modelo foi implementado para dois períodos anuais, com duas safras ao ano. Conforme solução do modelo, a produção é feita apenas no primeiro ano e gera-se estoque na segunda safra para atendimento do ano posterior.

A produção considerada é somente a do estado do Mato Grosso, atendendo sua demanda interna e dos estados da região Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) para consumo animal e produção de etanol. A solução do modelo atende também a demanda externa, que é direcionada para o Porto de Vitória -ES.

Como resultados, o estado de Mato Grosso produz nas duas safras e atende, integralmente as demandas internas e externas do primeiro ano. Na segunda safra, o estoque entre períodos é utilizado para atender as demandas do ano seguinte. O exemplo é apresentado na Figura 24.

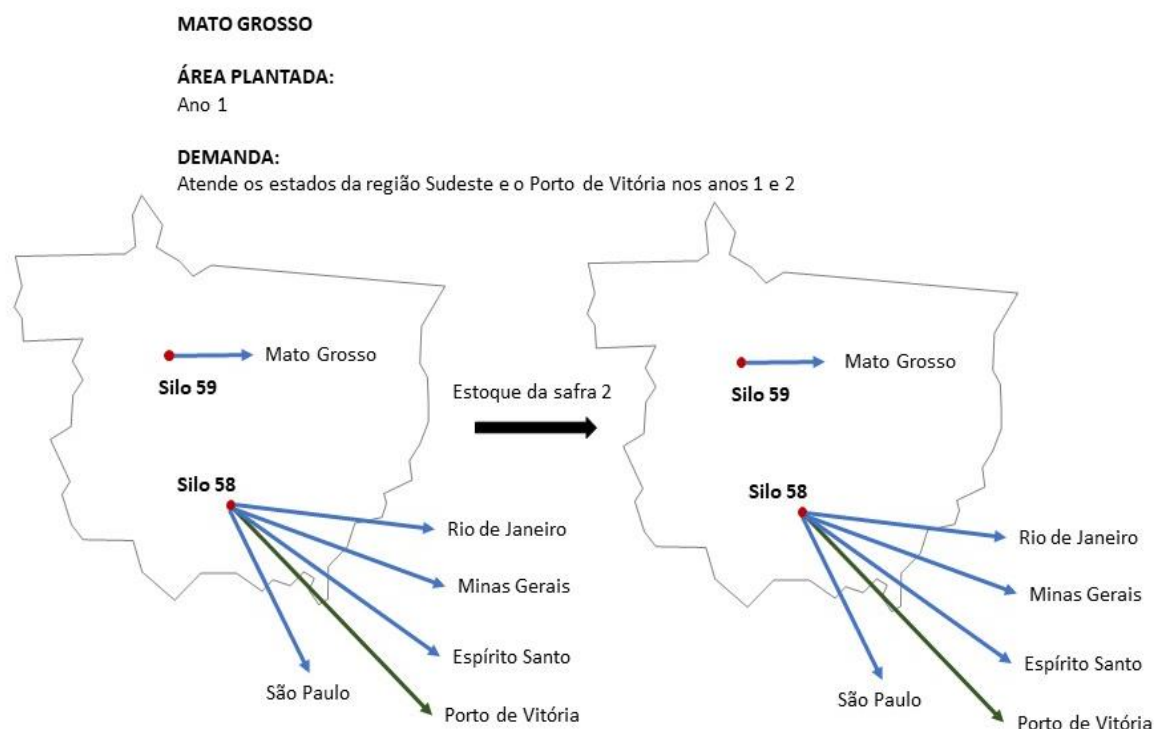


Figura 24 Uso de estoque entre períodos

Outras decisões podem ser exploradas e outros cenários podem ser analisados em torno do estoque, seja no âmbito estadual ou nacional, considerando multiperíodos.

5.2.2. Cenário 1– Aumento da produtividade

Historicamente, a produtividade vem aumentando com o avanço das tecnologias agrárias e pelo crescimento do investimento por parte dos produtores. Para a criação do cenário 1, foram analisados os números de rendimento médio da produção (Quilogramas por hectare) do Brasil em dez anos (2009-2019). A média obtida foi de 6% e este foi o valor utilizado para a comparação com o cenário base 1.

A primeira comparação trata do custo total da cadeia, de acordo com cada parcela da função objetivo. Com o aumento da produtividade em 6%, o custo foi diminuído em quase 4%. A diminuição do custo total refere-se, principalmente, ao menor custo de plantio das safras (quase 6% menor que o valor obtido no cenário base 1). Em sequência, menor custo de contratação de capacidade nos silos, transporte para cliente externo, transporte para cliente interno, importação e secagem de grãos.

Este foi o cenário que teve maior diferença em relação ao custo total da cadeia de suprimentos e, assim, sugere que investimentos em tecnologias agrárias podem ser necessários para que o Brasil mantenha sua posição entre os maiores produtores de milho do mundo. Tais valores estão exibidos na Tabela 10 e foram obtidos a partir da solução do Modelo 1, comparando os resultados do cenário base 1 e do cenário 1.

Tabela 8 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 1

Parcelas de custos da função objetivo	Cenário Base 1	Cenário 1	Diferença*
Contratação de capacidade extra	1,01%	1,04%	-1,26%
Transporte para cliente interno	17,10%	17,61%	-0,79%
Transporte para cliente externo	20,94%	21,55%	-0,85%
Importação de grãos	0,03%	0,03%	-0,51%
Secagem de grãos	2,28%	2,36%	0,00%
Plantio das safras	58,64%	57,42%	-5,65%
Total	100,00%	100,00%	-3,64%

*: Diferença entre o valor integral do cenário atual e o cenário base 1

Fonte: Autor.

A análise de sensibilidade do modelo no cenário base 1 nos permite antecipar quais foram os estados produtores que tiveram uma redução na quantidade de área plantada. O preço sombra indica a variação do valor ótimo da solução, com o relaxamento da restrição em uma unidade. Considerando o preço sombra negativo, indica que o aumento de uma unidade na restrição provocará redução no valor da função objetivo, impacto positivo para a função de minimização do Modelo 1.

De acordo com o preço sombra na equação de restrição de capacidade de área disponível para plantio, os estados produtores que apresentam valor marginal zero tiveram sua área plantada diminuída no cenário 1 (aumento de produtividade) se comparado com o cenário base 1. Os valores estão apresentados na Tabela 11.

Este fato se deve a que, nestas localidades, a área disponível não é utilizada em sua totalidade, e então, com o aumento da produtividade, diminuem ainda mais. Tomando como base o primeiro ano, o Estado do Mato Grosso (microrregião 1) diminui sua porcentagem de área plantada de 81% para 61% com o aumento da produtividade (Figura 25). Os demais valores se mantiveram inalterados.

Tabela 9 Preço sombra - Capacidade de área

Estado	Valor Marginal
Rondônia.safra2	-933,133
Amazonas.safra2	-44,96
Roraima.safra2	-262,437
Pará.safra2	-421,189
Tocantins.safra2	-429,402
Ceará.safra2	-428,755
Bahia.safra1	-102,7
MinasGerais.safra1	-163,62
RiodeJaneiro.safra2	-446,786
SãoPaulo.safra1	-102,945
Paraná3.safra1	-840,822
Paraná3.safra2	-335,319
Paraná4.safra1	-852,634
Paraná4.safra2	-264,575
Paraná5.safra1	-127,682
Paraná5.safra2	-583,054
RioGrandedoSul.safra1	-523,661
MatoGrosso1.safra2	0
MatoGrosso3.safra2	-259,963
MatoGrosso4.safra2	-410,658
MatoGrosso5.safra1	-619,415
MatoGrosso5.safra2	-226,432
MatoGrossodoSul.safra1	-1500,13
Goiás.safra1	-997,035
DistritoFederal.safra1	-351,471

Fonte: Autor.

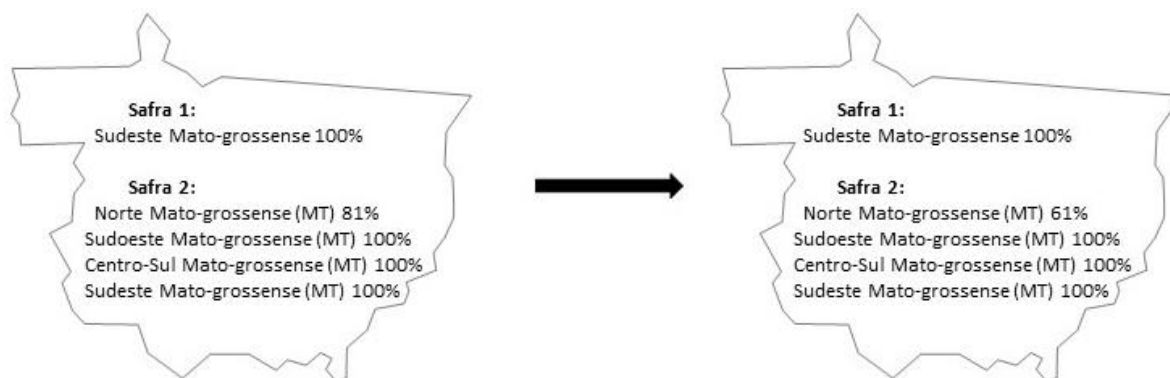


Figura 25 Plantio de safras Cenário 1

5.2.3. Cenário 2 – Aumento da capacidade dos portos marítimos

O cenário 2 analisa o aumento da capacidade de exportação de grãos de milho nos portos marítimos brasileiros. Para a criação do cenário 2, o projeto de expansão estruturado pela ILOS “Avaliação de Demanda e Capacidade do Segmento Portuário de Contêineres no Brasil” foi tomado como base (ABRATEC, 2021). Apenas os dados dos portos considerados neste estudo foram levantados, obtendo uma média de 33% de crescimento de capacidade dos portos marítimos. O cenário 2 apresenta resultados obtidos a partir da solução do Modelo 1.

A primeira comparação trata do custo total da cadeia, de acordo com cada parcela da função objetivo. Com o aumento da capacidade dos portos marítimos em 33%, o custo foi diminuído em quase 2%. A diminuição do custo total refere-se, principalmente, ao menor custo de transporte para cliente externo (quase 11% menor que o valor anterior).

Em contrapartida, as parcelas de custo de contratação de capacidade nos silos, transporte para cliente interno, plantio das safras e secagem de grãos tiveram aumentos menores que 1% em relação ao valor anterior. Além disso, com o aumento de capacidade dos portos, a parcela de importação é nula, ou seja, a quantidade anteriormente importada (0.03% do valor total do cenário base 1) já não é necessária no cenário 2. Tais valores estão exibidos na Tabela 12.

Tabela 10 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 2

Parcelas de custos da função objetivo	Cenário Base 1	Cenário 2	Diferença*
Contratação de capacidade extra	1,01%	1,03%	0,04%
Transporte para cliente interno	17,10%	17,54%	0,66%
Transporte para cliente externo	20,94%	19,01%	-10,92%
Importação de grãos	0,03%	0,00%	-100,00%
Secagem de grãos	2,28%	2,32%	0,02%
Plantio das safras	58,64%	60,10%	0,57%
Total	100,00%	100,00%	-1,87%

*: Diferença entre o valor integral do cenário atual e o cenário base 1

Fonte: Autor.

No cenário base 1, o estado de Roraima importava 92% da sua demanda interna. No cenário 2, o aumento da capacidade dos portos ocasiona a elevação do nível de utilidade dos portos da região Sudeste-Sul. Em contrapartida, o porto de Itacoatiara (AM) passa a receber uma menor quantidade de toneladas de milho, devido a sua localização afastada dos grandes produtores. Sendo assim, o silo de Rondônia, que antes enviava uma maior quantidade para o porto do estado do Amazonas, conta com uma produção excedente capaz de atender a demanda

de Roraima e evita a necessidade de importação dos grãos.

Novamente, a análise de sensibilidade do cenário base 1 permite antecipar quais foram os portos com maior índice de utilização no cenário 2 (aumento da capacidade dos portos marítimos em 33%). De acordo com a análise do preço sombra e se tratando de uma função objetivo de minimização, os portos que apresentam menores valores marginais são convenientes para diminuir o valor total da cadeia de suprimentos.

Confirmando esta informação, no cenário 2, os portos com menores valores marginais (Imbituba (SC), Vitória (ES), Itajaí (SC), São Francisco do Sul (SC) e Santos (SP), de acordo com a Tabela 13) apresentam um aumento da quantidade de grãos de milho exportados. Os portos de Paranaguá (PR) e de Itacoatiara (AM) apresentaram uma diminuição nas exportações. Enquanto isso, os demais portos que exportavam no cenário base 1, não apresentam exportações no cenário 2. Estas novas rotas são mostradas na Figura 26.

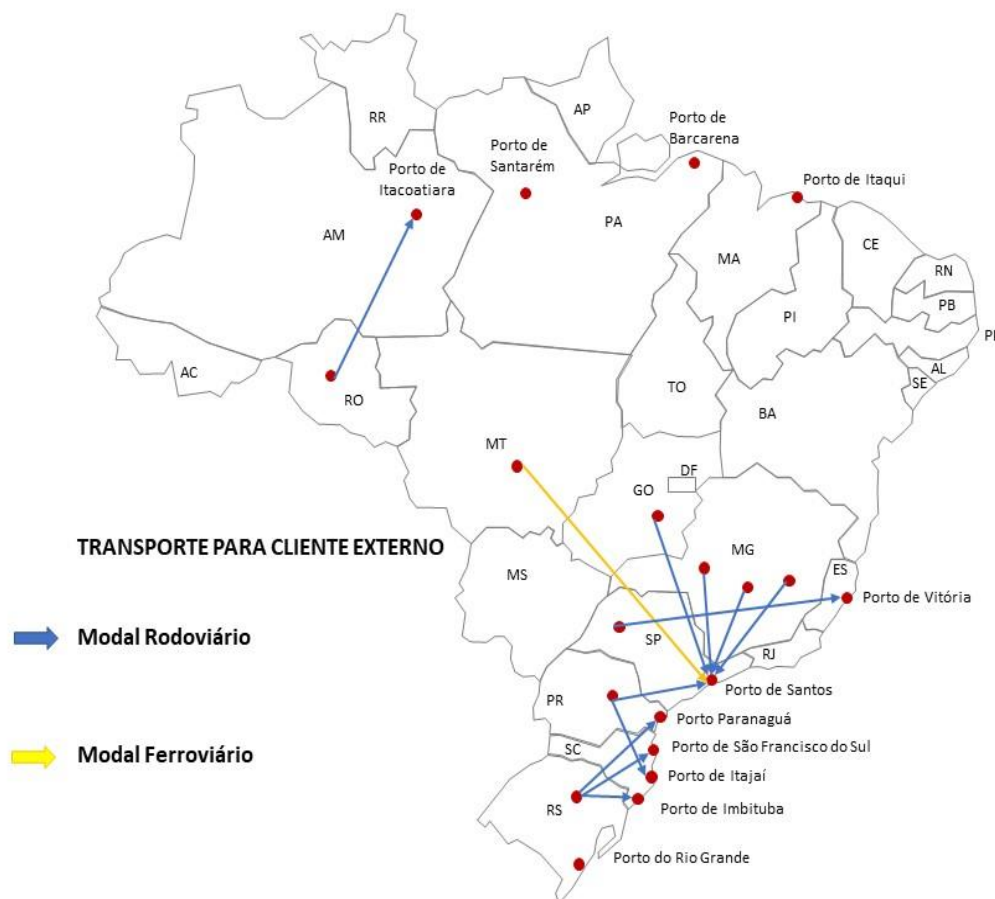


Figura 26 Exportações Cenário 2

Tabela 11 Preço sombra - capacidade dos portos

Porto	Valor Marginal
porto10	-242,545
porto6	-242,399
porto11	-232,688
porto4	-203,371
porto1	-202,636
porto2	-190,232
porto8	-149,303
porto3	-143,471
porto9	-81,073
porto5	-37,888
porto7	0

Fonte: Autor.

5.2.4. Cenário 3 – ICMS único para todos os Estados

A análise do cenário 3 propõe a aplicação da mesma alíquota do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) em todos os Estados. Neste caso, os custos de transportes seriam modificados e não seriam permitidos incentivos para movimentação de mercadorias em nenhum Estado. A primeira comparação trata do custo total da cadeia, de acordo com cada parcela da função objetivo. Os dados para comparação do cenário base 1 e cenário 3 estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 12 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 3

Parcelas de custos da função objetivo	Cenário Base 1	Cenário 3	Diferença*
Contratação de capacidade extra	1,01%	1,01%	-0,60%
Transporte para cliente interno	17,10%	16,32%	-5,27%
Transporte para cliente externo	20,94%	20,77%	-1,55%
Importação de grãos	0,03%	0,03%	0,00%
Secagem de grãos	2,28%	2,29%	0,00%
Plantio das safras	58,64%	59,57%	0,84%
Total	100,00%	100,00%	-0,74%

*: Diferença entre o valor integral do cenário atual e o cenário base 1

Fonte: Autor.

Com a utilização de uma alíquota única de ICMS (igual a 12%), o custo total da cadeia de suprimentos diminui em quase 1%. Como já esperado, as parcelas com maiores diferenças são

os custos de transporte para cliente interno e externo. A solução do modelo mostra que a distribuição logística é modificada e resulta em custos menores, atravessando distâncias menos expressivas. Também relacionado à logística, o custo de contratação de capacidade extra para os silos diminui. Considerando que as distribuições são mais próximas ou até mesmo dentro do próprio estado, no cenário 3, mais silos contratam armazenagem extra, porém em menor quantidade.

O custo de plantio de safras aumenta em uma taxa menor que 1% em relação ao valor no cenário base 1, pois o plantio ocorre em diferentes regiões que apresentam um maior custo. Por exemplo, o estado do Espírito Santo utiliza toda a sua área disponível para a segunda safra, enquanto no cenário base 1 não havia plantio em nenhuma safra para este estado.

Os estados de São Paulo e Paraná aumentam a quantidade de área plantada e, por outro lado, o estado do Mato Grosso diminui. Pode-se inferir, então, que o atual sistema de ICMS (cenário base 1) incentiva o escoamento da produção mato-grossense, ressaltando que Mato Grosso é o estado que mais produz milho em todo o Brasil.

Os valores relacionados a secagem de grãos e importação se mantiveram iguais nos dois cenários.

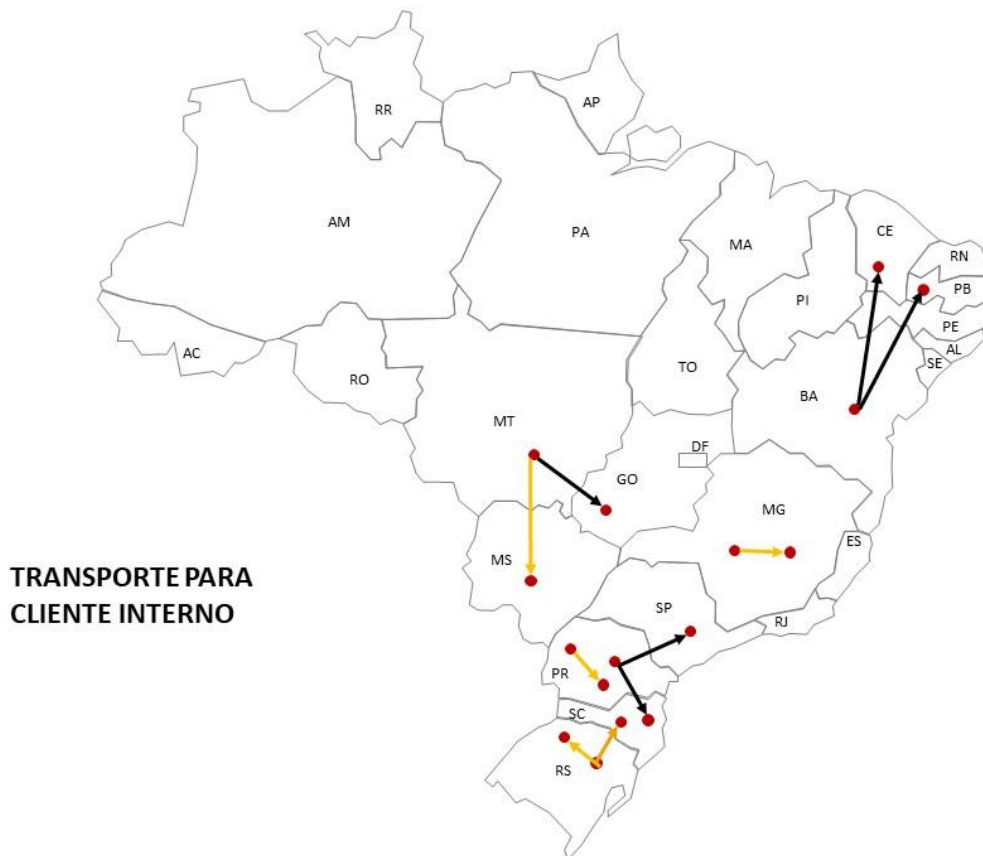


Figura 27 Consumo interno Cenário 3

Na Figura 27, os fluxos em amarelo representam as mudanças em relação aos principais transportes. Observa-se que, no cenário 3, os estados de Minas Gerais e Paraná aumentam sua participação no atendimento da demanda interna, além de optar pelo autoatendimento. Vale lembrar que no cenário base 1, estes estados eram atendidos pelo Mato Grosso. Outro estado que participaria dos grandes atendimentos de demanda seria o estado do Rio Grande do Sul, atendendo a própria demanda e de Santa Catarina.

Em âmbito nacional e olhando somente para o faturamento obtido pelo recolhimento do imposto, a unificação da alíquota do ICMS gera um aumento de 3,735% no valor obtido pela solução do cenário 3 em comparação com o cenário base 1, mostrado na Figura 28. Este incremento, mesmo que em pequena dimensão, ressalta a necessidade de uma análise aprofundada nas propostas de mudança do imposto. Modelos bem ajustados ao problema e unidos a acurácia dos dados podem contribuir para a análise do ICMS.

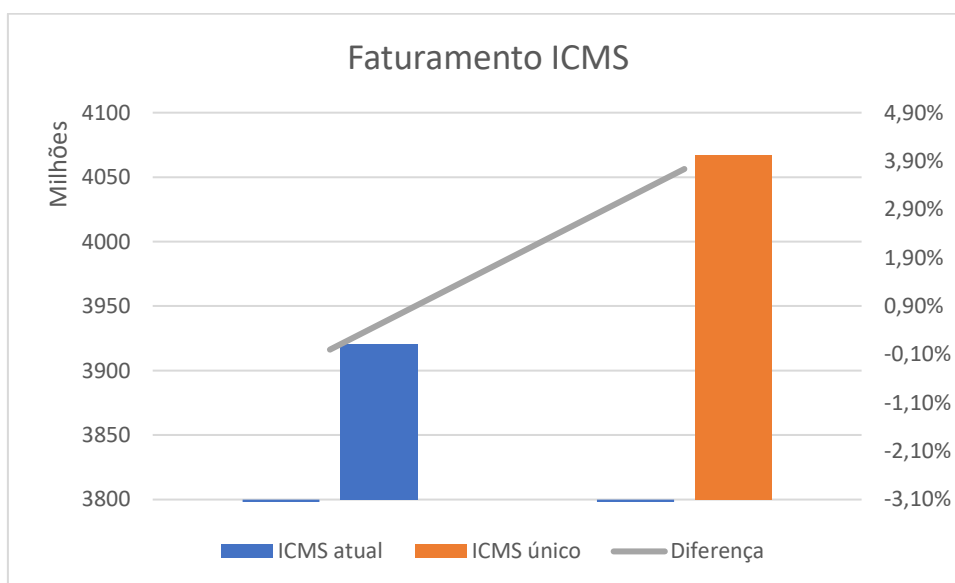


Figura 28 Comparação do ICMS atual e unificado

5.2.5. Cenário 4 – Aumento da capacidade do modal ferroviário

O cenário 4 analisa o aumento da capacidade do modal ferroviário para transporte de grãos agrícolas. Para a criação do cenário 4, o relatório “Ferrovias de carga e o futuro do Brasil: propostas da ANTF para o novo governo” e o plano do Ministério da Infraestrutura do Governo Federal foram considerados. Ambos os relatórios consideravam um 31% no transporte por ferrovias e esta foi a taxa utilizada neste cenário.

Os dados do cenário base e cenário 4 foram obtidos a partir da solução do Modelo 1. Comparando as funções objetivo na Tabela 15, o aumento de capacidade do modal ferroviário diminuiu em 0,4% o custo total da cadeia de suprimentos. As parcelas que reduziram foram, em ordem decrescente: custo de plantio, custo de transporte para cliente externo e interno e custo de contratação de capacidade extra nos silos.

Tabela 13 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 4

Parcelas de custos da função objetivo	Cenário Base 1	Cenário 4	Diferença*
Contratação de capacidade extra	1,01%	1,01%	-0,09%
Transporte para cliente interno	17,10%	17,10%	-0,36%
Transporte para cliente externo	20,94%	20,94%	-0,39%
Importação de grãos	0,03%	0,03%	0,00%
Secagem de grãos	2,28%	2,28%	0,00%
Plantio das safras	58,64%	58,63%	-0,41%
Total	100,00%	100,00%	-0,38%

*: Diferença entre o valor integral do cenário atual e o cenário base 1

Fonte: Autor.

O modal ferroviário tem sua total capacidade utilizada nos dois cenários comparados, ou seja, é mais viável economicamente transportar grãos pelas ferrovias. Este dado mostra que o aumento da capacidade das ferrovias brasileiras, como proposto pela ANTF, garantirá a redução dos custos de transporte e, conseqüentemente, uma melhor participação do produto brasileiro no mercado internacional.

5.2.6. Cenário 5 – Aumento da capacidade dos portos marítimos e das ferrovias

O cenário 5 analisa, simultaneamente, o aumento da capacidade de exportação de grãos de milho nos portos marítimos brasileiros e da capacidade de transporte por ferrovias. O Brasil se encontra como um dos principais atuantes no atendimento da demanda internacional de grãos de milho, porém a diminuição dos custos logísticos e de produção é essencial para se manter competitivo no mercado.

Os limitantes de exportação estão diretamente ligados à capacidade dos portos e das ferrovias. Logo, considerar esse aumento busca prever o impacto dos investimentos na logística brasileira. A diminuição do custo total no cenário 5 é ainda mais relevante, quase 2,5%, que nos cenários 2 (capacidade dos portos) e 4 (capacidade das ferrovias) quando isolados. Os dados

estão exibidos na Tabela 16.

Tabela 14 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 1 e do Cenário 5

Parcelas de custos da função objetivo	Cenário Base 1	Cenário 5	Diferença*
Contratação de capacidade extra	1,01%	1,04%	0,49%
Transporte para cliente interno	17,10%	17,50%	-0,16%
Transporte para cliente externo	20,94%	18,85%	-12,22%
Importação de grãos	0,03%	0,00%	-100,00%
Secagem de grãos	2,28%	2,33%	0,02%
Plantio das safras	58,64%	60,27%	0,25%
Total	100,00%	100,00%	-2,47%

*: Diferença entre o valor integral do cenário atual e o cenário base 1

Fonte: Autor.

A solução do modelo mostra que o maior decaimento dos custos se refere a parcela de custo de transporte ao cliente externo, como já discutido anteriormente. Em sequência, o custo de transporte para o cliente interno também decai. Com a abertura de capacidade dos portos, as folgas permitem uma melhor distribuição logística e diminui o custo dos transportes.

As outras parcelas de contratação de capacidade extra, plantio e secagem sofrem pequenos acréscimos. A justificativa é que, no cenário 5, diferentes áreas produtoras são selecionadas e estas apresentam custos maiores (porém menores que 1%) quando comparadas ao cenário base 1.

Neste cenário, a parcela de importação é nula. A explicação é análoga ao cenário 2. O silo de Rondônia, que antes enviava uma maior quantidade para o porto do estado do Amazonas, conta com uma produção excedente capaz de atender a demanda de Roraima e descarta a necessidade de importação dos grãos.

Outra mudança é que o estado do Amazonas não utiliza sua área de plantio disponível em nenhuma safra, lembrando que a capacidade disponível para a safra 2 foi totalmente consumida no cenário base 1. O estado de São Paulo aumenta a quantidade de área plantada, enquanto o estado do Mato Grosso diminui.

Os portos de Imbituba (SC), Vitória (ES), Itajaí (SC), São Francisco do Sul (SC) e Santos (SP) aumentam seu nível de utilização como já suposto através da análise de sensibilidade. Examinando a Tabela 16, a diminuição dos custos relacionados ao transporte é tão expressiva que compensa a elevação das outras parcelas de custo, como de plantio. Ou seja, considerar investimentos na logística de entrega dos grãos de milho é o caminho para uma melhoria válida e eficaz nesta cadeia de suprimentos.

Mesmo sendo projetos paralelos, a solução do modelo indica que a maior dificuldade para o planejamento se encontra na capacidade dos portos marítimos, mais do que na capacidade das ferrovias. A justificativa é que, com a falta de capacidade ferroviária, ainda é lucrativo e possível atender muitas demandas pelo modal rodoviário. Já com a falta de capacidade de movimentação portuária, a meta de exportação é limitada. Numericamente, a solução indicou uma taxa de diminuição no custo total da cadeia de: 1,87% para o cenário 2 (Aumento da capacidade dos portos marítimos), 0,38% para o cenário 4 (Aumento da capacidade das ferrovias) e 2,22% para o cenário 5 (Aumento da capacidade dos portos marítimos e das ferrovias).

5.3. Análise de cenários – Modelo 2

O Modelo 2 busca a maximização dos lucros da cadeia, porém permite a decisão de atender ou não a demanda de acordo com o retorno financeiro. Existem três cenários (Cenários 6, 7 e 8) que estão relacionados com o aumento dos preços pagos pelos diferentes tipos de demanda em relação ao cenário base 2.

O nono cenário permite o atendimento da demanda de maneira livre, ou seja, o modelo pode atender um número maior ou menor de toneladas para cada cliente, visualizando os clientes que geram maior lucro para a cadeia. Os quatro cenários feitos para este modelo estão na Figura 29.

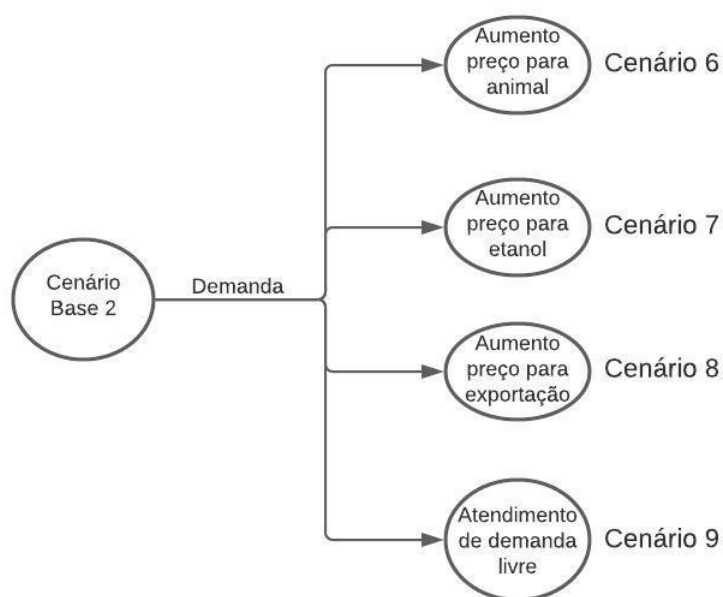


Figura 29 Cenários para o Modelo 2

5.3.1. Cenário Base para o Modelo 2

Esta subseção apresenta os experimentos computacionais realizados com o Modelo 2 usando o mesmo ambiente computacional utilizado pelo Modelo 1, conforme mencionado anteriormente. O Modelo 2 apresenta 29267 variáveis e 5255 restrições, com tempo computacional de 0,05 segundos.

Ao longo desta seção, os resultados do Modelo 2 e de seus diversos cenários são apresentados na forma de figuras, gráficos e tabelas, com o intuito de aclarar e simplificar a apresentação das soluções obtidas.

As características e os parâmetros do cenário base 2 são os mesmos do cenário base 1, com a inclusão dos parâmetros de preços para cada demanda. O cenário base 2 mostra o comportamento da cadeia de suprimentos de milho de acordo com os parâmetros indicados, porém com a condição de que somente as demandas com retorno financeiro satisfatório.

As variáveis analisadas são: quantidade de área plantada, atendimento da demanda interna e externa, quantidade importada, contratação de capacidade extra nos silos e as variáveis de atendimento de demanda para consumo animal, produção de etanol e exportação. O cenário mostra a maximização dos lucros de acordo com os preços pagos pelas demandas. A solução das variáveis do cenário base 2 está apresentada de forma integral no apêndice.

A principal análise para o Modelo 2 são as variáveis positivas D_{kt} , A_{kt} e L_{kti} que permitem o não atendimento das demandas existentes. No cenário base 2, a demanda para nutrição animal teve uma taxa de atendimento de 89,9% e a demanda para exportação teve uma taxa de 40,3%. Dentro do valor para consumo animal, os estados de Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco não foram totalmente atendidos, como mostrado na Tabela 17. A demanda para produção de etanol foi totalmente atendida.

Tabela 15 Atendimento das demandas

Demanda	Taxa de atendimento	Nutrição animal	Taxa de atendimento
Exportação	40,3%	Maranhão	25,3%
Nutrição animal	89,9%	Piauí	0,0%
		Ceará	0,0%
		Rio Grande do Norte	0,2%
		Paraíba	0,0%
		Pernambuco	0,0%

Fonte: Autor.

Pode-se concluir que a região Nordeste, devido a sua distância dos maiores produtores,

apresenta grande custo de transporte e, por isso, o completo atendimento de suas demandas não é compensatório de um ponto de vista de contribuição ao lucro da cadeia de suprimentos. Esta informação pode servir como incentivo ao aumento da produção local e ao investimento em melhores tecnologias para pequenos produtores.

Outra possibilidade é que as condições de oferta e demanda da região podem influenciar a variação do preço pago ao produtor nordestino para assegurar que a quantidade requerida seja atendida ou através de subsídios. O mesmo ocorre com as exportações, já que os grandes custos de transporte até os portos implicam em duas hipóteses: aumentar o preço pago por esta fonte de demanda ou o seu não atendimento.

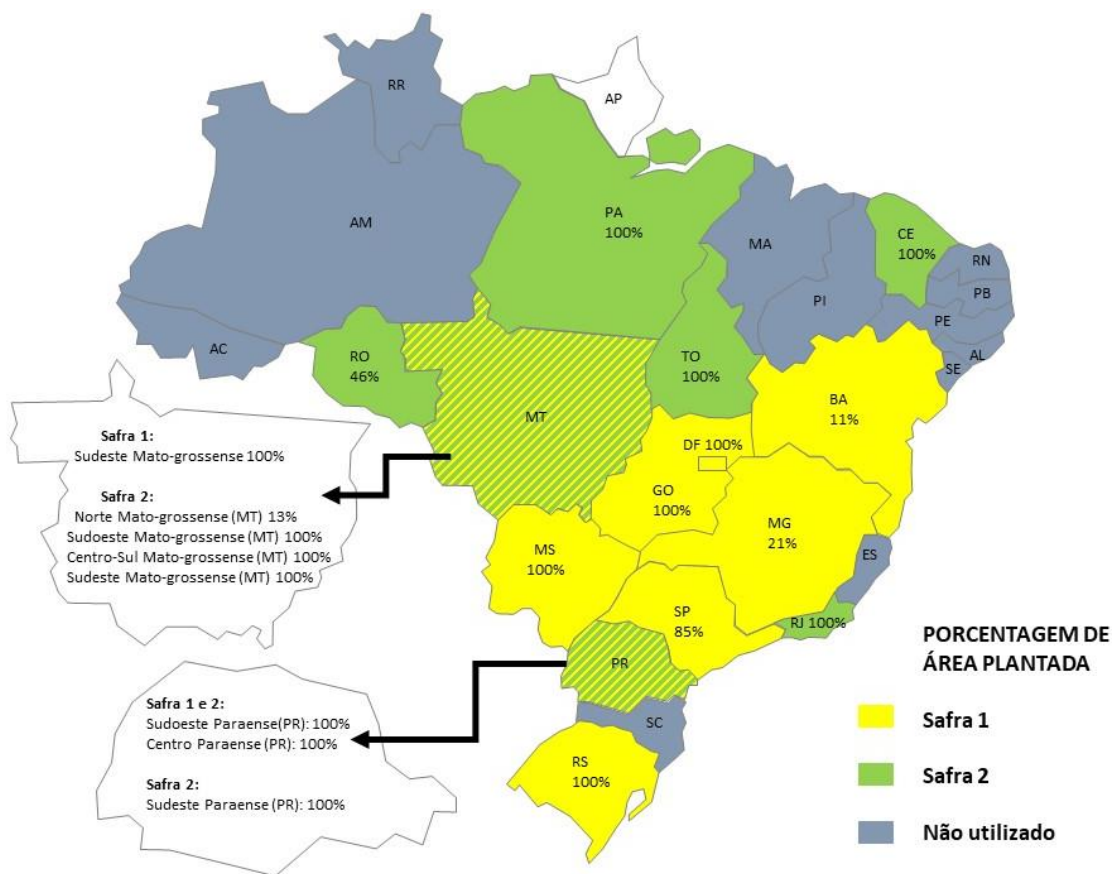


Figura 30 Quantidade de área plantada Modelo 2

Analisando os resultados do modelo para a variável de área, a produção foi reduzida devido ao não atendimento das demandas citadas anteriormente. Comparando com o cenário base 1, os estados de Amazonas e Roraima deixaram de plantar e os estados de Rio de Janeiro, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Sudeste Paraense e Norte Mato-grossense tiveram suas áreas de plantio reduzidas. Gráficamente, as porcentagens estão mostradas na Figura 30. Para os custos e preços

determinados, algumas demandas se mostram pouco atrativas economicamente.

Os transportes também sofreram variações na solução deste cenário, quando comparados com a solução do cenário base 1. Apresenta-se uma maior intensificação da distribuição de milho na região Centro-Oeste e Sudeste, com atendimento desde o estado de Minas Gerais para Espírito Santo e Bahia e o autoatendimento dentro do estado de Mato Grosso, antes não existentes. Por outro lado, a região Nordeste, que antes recebia grandes abastecimentos do estado da Bahia, deixa de receber esses abastecimentos no cenário base 2. Os principais transportes estão mostrados na Figura 31.

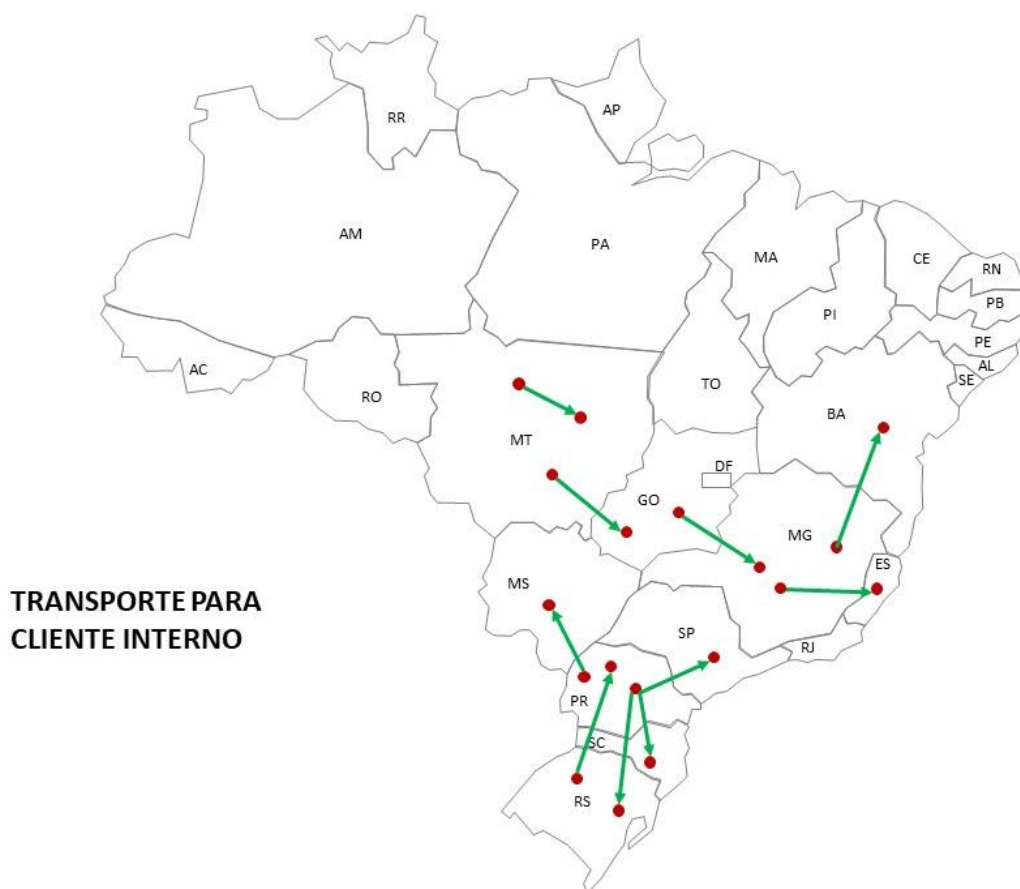


Figura 31 Atendimento da demanda interna Modelo 2

Em relação à diminuição do atendimento da demanda externa visto no cenário base 2, nota-se também uma variedade de destinos executados pelo modal ferroviário. Na solução do cenário base 1, entre as maiores quantidades transportadas, apenas o porto de Santos era atendido por modal ferroviário desde um silo. Já no cenário base 2, o porto de Santos recebe milho desde dois silos diferentes e o porto de São Francisco do Sul também é atendido por ferrovias. Mesmo com essa maior variedade, a quantidade exportada é menor se comparada ao cenário base 1. Os

demais transportes continuam concentrando-se na região Centro-Sul do país. Os dados estão evidenciados na Figura 32.

Uma hipótese para a redução da área plantada e do não atendimento de certas demandas na solução do modelo seria uma possível não adequação dos dados de preço de exportação utilizados como parâmetro do modelo. Freitas et al. (2015) fizeram um estudo sobre a evolução dos preços de milho nos estados brasileiros e no mercado internacional. A utilização dos preços de exportação através da fonte Index Mundi se mostra apropriada para a análise da evolução dos preços. Porém, a mesma fonte quando utilizada no modelo do presente trabalho, indica uma baixa taxa de atendimento, o que sugere que dados mais ajustados a este estudo devem ser buscados.

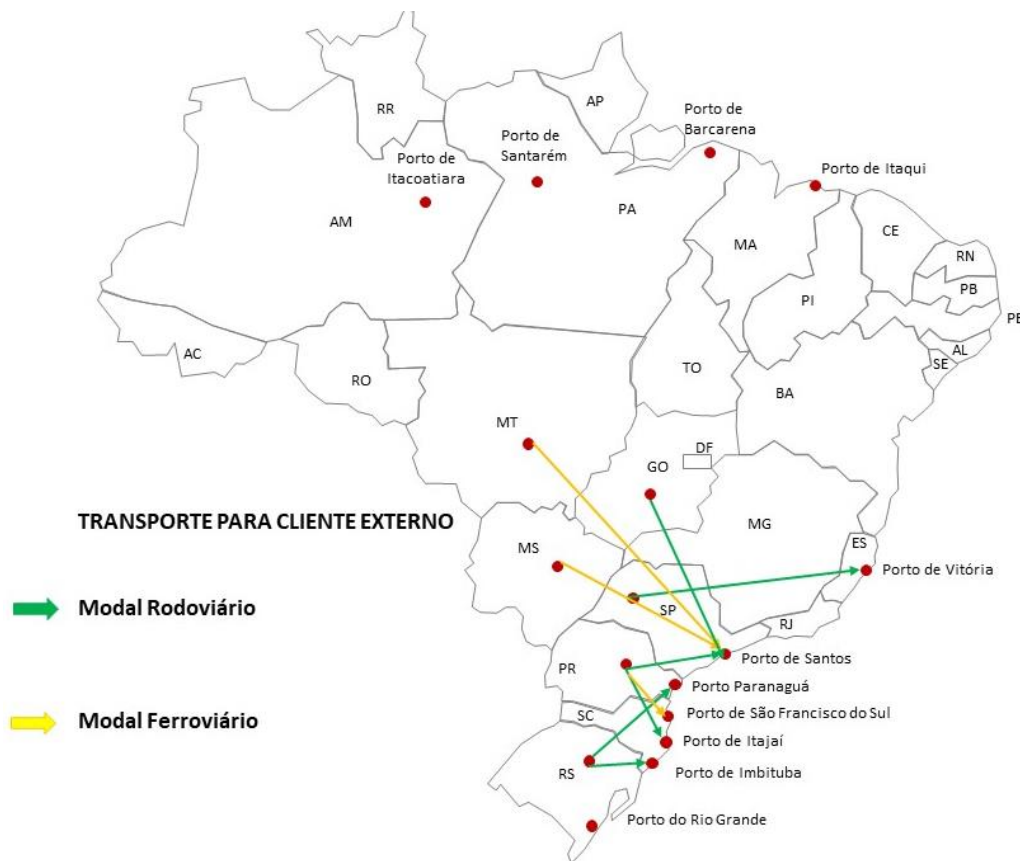


Figura 32 Atendimento da demanda externa Modelo 2

Analisando também a necessidade de capacidade extra nos silos, as grandes contratações continuam concentradas na região Centro-Sul do Brasil, porém em menores proporções, como mostrado na Figura 33. Em comparação com a solução do cenário base 1, a necessidade de contratação de armazenagem extra é menor, consequência direta da diminuição da produção vista na solução do cenário base 2.

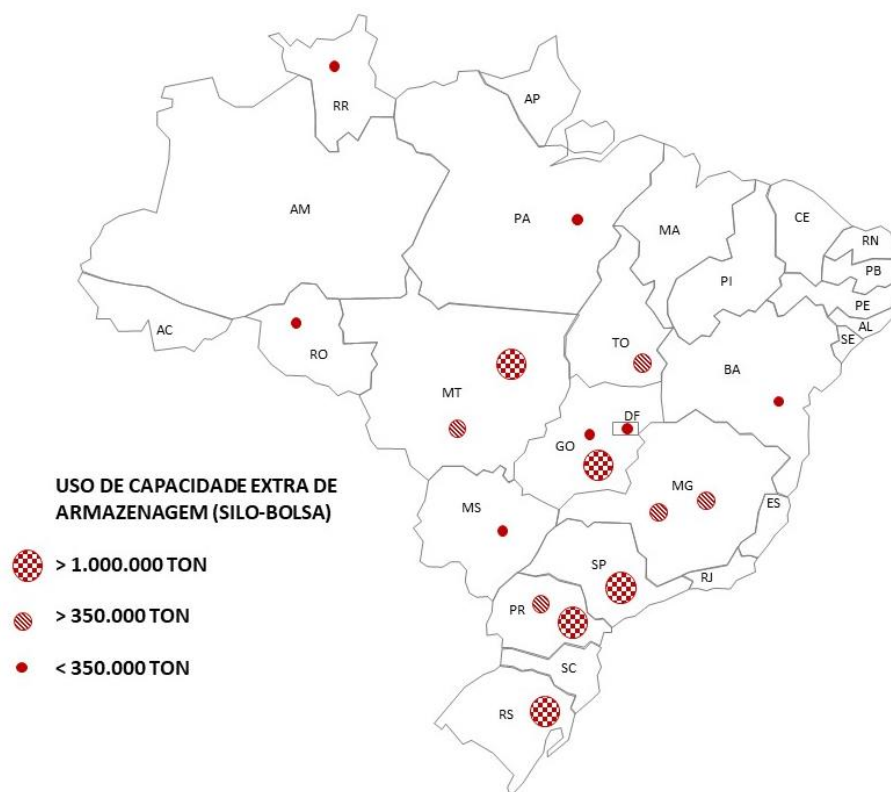


Figura 33 Contratação de capacidade extra no silo Modelo 2

O IMEA - Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária faz o estudo das estimativas de resultados econômicos em Rondonópolis-MT, calculando o lucro médio para as culturas de soja e milho (2ª safra). Para verificar a pertinência do valor monetário total da função objetivo, multiplicou-se o lucro para a safra do milho (R\$/ha) pela área plantada obtida pela solução do modelo. Logo, comparando com o valor total da cadeia dado pela solução do modelo, encontra-se uma diferença de 5% e conclui-se que a dimensão dos valores monetários parece razoavelmente compatível com a realidade.

5.3.2. Cenário 6 – Aumento de preço pago pela demanda de nutrição animal

O preço histórico pago pela demanda interna de milho indica uma média de aumento de 9,2%, taxa utilizada na criação deste cenário. O cenário base 2 e o cenário 6 aqui analisados apresentam resultados obtidos a partir da solução do Modelo 2. A primeira comparação é feita analisando as diferenças nas parcelas da função objetivo, vista na Tabela 18.

Tabela 16 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 2 e do Cenário 6

	Cenário Base 2	Cenário 6	Diferença
Parcelas de faturamentos da função objetivo			
Faturamento da demanda externa	59,57%	52,29%	-0,40%
Faturamento da demanda animal	40,41%	47,70%	33,90%
Faturamento da demanda de etanol	0,02%	0,02%	-0,30%
Parcelas de custos da função objetivo			
Custo de contratação de capacidade extra	1,04%	1,05%	12,10%
Custo de transporte para cliente interno	13,41%	16,07%	33,10%
Custo de transporte para cliente externo	22,06%	20,03%	0,90%
Custo de importação de grãos	0,00%	0,00%	
Custo de secagem de grãos	2,41%	2,41%	11,00%
Custo de plantio das safras	61,10%	60,44%	9,90%
Total	100,00%	100,00%	26,20%

*: Diferença entre o valor integral do cenário atual e o cenário base 2

Fonte: Autor.

Com o aumento do preço pago pela demanda de nutrição animal em 9,2%, a função objetivo aumentou em mais de 26%. Todas as parcelas de custo, com exceção da importação que é nula nos dois cenários, tiveram acréscimos em comparação ao cenário base 2. Os faturamentos das outras duas demandas, produção de etanol e exportação, diminuíram em valores menores que 1%. Mesmo com estas situações que influenciam negativamente o valor total da cadeia, o faturamento com a demanda de nutrição animal aumentou em quase 34% e foi suficiente para justificar o satisfatório crescimento dos lucros.

A demanda interna possui um bom nível de atendimento no cenário base 2 (quase 90%). Neste cenário, os estados do Maranhão e Ceará não recebem a demanda total necessária, sob as taxas de não-atendimento de 74,7% e 100%, respectivamente. Considerando a demanda total brasileira para consumo animal, significa que a cadeia de suprimentos de milho consegue atender aproximadamente 96%, sendo um ótimo índice. As demandas para exportação e produção de etanol mantiveram suas porcentagens de atendimento.

5.3.3. Cenário 7 – Aumento de preço pago pela demanda de etanol

Sendo uma vertente recente na indústria de combustíveis, a demanda de milho para produção de etanol ainda é pequena se comparada às outras demandas existentes. Por isso, o aumento do preço pago pela demanda de produção de etanol gera um impacto pouco relevante na cadeia de suprimentos de milho. A taxa considerada foi a média do preço histórico pago pela

demanda interna brasileira, ou seja, a mesma taxa usada para o cenário anterior (9,2%).

Tabela 17 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 2 e do Cenário 7

	Cenário Base 2	Cenário 7	Diferença
Parcelas de faturamentos da função objetivo			
Faturamento da demanda externa	59,57%	59,57%	0,000%
Faturamento da demanda animal	40,41%	40,41%	0,000%
Faturamento da demanda de etanol	0,02%	0,02%	11,796%
Parcelas de custos da função objetivo			
Custo de contratação de capacidade extra	1,04%	1,04%	0,000%
Custo de transporte para cliente interno	13,41%	13,41%	0,002%
Custo de transporte para cliente externo	22,06%	22,06%	0,000%
Custo de importação de grãos	0,00%	0,00%	0,000%
Custo de secagem de grãos	2,41%	2,41%	0,001%
Custo de plantio das safras	61,10%	61,09%	0,001%
Total	100,00%	100,00%	0,012%

*: Diferença entre o valor integral do cenário atual e o cenário base 2

Fonte: Autor.

O cenário base 2 e o cenário 7 apresentam resultados obtidos a partir da solução do Modelo 2. A primeira comparação se trata da função objetivo exibidas na Tabela 19. Neste cenário, o aumento do preço em 9,2% ocasiona um crescimento ínfimo de 0,012% no lucro total da cadeia. Os valores alterados são: o faturamento da demanda de etanol tem um aumento de quase 12% em relação ao seu valor no cenário base 2 e os custos de transporte para o cliente interno, secagem e plantio apresentam crescimentos bem menores que 1%. Os demais valores não apresentaram modificações. Toda a demanda de etanol é atendida neste cenário, porém os resultados são de pequena dimensão e este cenário não se mostra tão relevante se consideramos as oportunidades de avanço para a cadeia de suprimentos de grãos de milho.

5.3.4. Cenário 8 – Aumento de preço pago pela demanda externa

Diferentemente dos preços pagos pela demanda interna, o preço histórico das commodities pagos pela demanda internacional apresenta uma média de 12,4% ao ano e esta foi a taxa utilizada para a criação deste cenário. Os resultados foram obtidos a partir da solução do Modelo 2. A comparação da função objetivo apresenta um crescimento de aproximadamente 58% no valor objetivo, mostrando a importância da presença do Brasil como um dos maiores exportadores de grãos do mundo. Os valores estão exibidos na Tabela 20.

As parcelas da função objetivo mostram um aumento de 55,44% no faturamento obtido

pelas exportações. Em contrapartida, uma diminuição do faturamento obtido pelo atendimento da demanda interna e aumento dos custos de: contratação de capacidade extra, transporte para cliente interno e externo, secagem e plantio dos grãos. Apesar disso, os valores pagos pelos clientes internacionais permitem a compensação financeira.

Tabela 18 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 2 e do Cenário 8

	Cenário Base 2	Cenário 8	Diferença
Parcelas de faturamentos da função objetivo			
Faturamento da demanda externa	59,57%	69,67%	55,435%
Faturamento da demanda animal	40,41%	30,32%	-0,304%
Faturamento da demanda de etanol	0,02%	0,02%	0,000%
Parcelas de custos da função objetivo			
Custo de contratação de capacidade extra	1,04%	0,99%	22,494%
Custo de transporte para cliente interno	13,41%	10,85%	3,739%
Custo de transporte para cliente externo	22,06%	25,00%	45,257%
Custo de importação de grãos	0,00%	0,00%	0,000%
Custo de secagem de grãos	2,41%	2,33%	23,767%
Custo de plantio das safras	61,10%	60,83%	27,574%
Total	100,00%	100,00%	57,890%

*: Diferença entre o valor integral do cenário atual e o cenário base 2

Fonte: Autor.

Uma análise importante é que neste cenário, as exportações obtiveram prioridade de atendimento. No cenário base 2, o índice de não atendimento a demanda externa era de 59,7% e decaiu para 16,6%. Outro dado importante é a preocupação com a estrutura de ferrovias e portos marítimos como apoio ao atendimento do mercado externo. Os incentivos do governo buscam maior capacidade para estes setores nos próximos 5 anos.

Os modelos aqui apresentados servem para auxiliar nas políticas governamentais e dar suporte às decisões de planejamento na cadeia de milho. Em um mundo agroindustrial cada vez mais competitivo, o interesse em atender metas de exportações com um produto de qualidade pode ser analisado através da solução do cenário base 2, mostrando em que quantidade seria compensatório atender o mercado externo e a qual preço. Também é válido considerar, através das soluções dos modelos, se o aumento do atendimento ao mercado externo impacta a capacidade de atendimento à demanda interna do país, e neste caso quantificar esse impacto.

5.3.5. Cenário 9 – Variável livre

Neste cenário, a análise feita se trata do atendimento da demanda como uma variável livre, ou seja, pode-se deixar de atender a demanda ou então enviar mais que a quantidade solicitada de acordo com o retorno financeiro. O limite é a própria demanda de cada cliente, pode-se deixar de atender completamente ou atender em 200%. Os resultados da função objetivo do cenário base 2 e do cenário 9 foram obtidos a partir da solução do Modelo 2 e estão apresentadas na Tabela 21.

Tabela 19 Comparação da função objetivo obtida a partir do Cenário Base 2 e do Cenário 9

	Cenário Base 2	Cenário 9	Diferença
Parcelas de faturamentos da função objetivo			
Faturamento da demanda externa	59,57%	39,07%	-14,822%
Faturamento da demanda animal	40,41%	60,90%	95,686%
Faturamento da demanda de etanol	0,02%	0,03%	119,802%
Parcelas de custos da função objetivo			
Custo de contratação de capacidade extra	1,04%	1,01%	26,916%
Custo de transporte para cliente interno	13,41%	20,32%	97,253%
Custo de transporte para cliente externo	22,06%	14,63%	-13,703%
Custo de importação de grãos	0,00%	0,00%	0,000%
Custo de secagem de grãos	2,41%	2,36%	27,435%
Custo de plantio das safras	61,10%	61,68%	31,375%
Total	100,00%	100,00%	28,511%

*: Diferença entre o valor integral do cenário atual e o cenário base 2

Fonte: Autor.

Por mais que este cenário não seja tão realista, ele nos mostra quais as demandas que merecem mais atenção e quais custos devem ser melhorados. Analisando as variáveis livres, mesmo que a demanda de etanol ainda seja pequena, o preço pago é compensatório; logo, a demanda de etanol é atendida nos 5 Estados em 200%. Isso justifica o aumento do faturamento em 119,8% em relação ao cenário base 2.

Em relação as exportações, o preço pago não supre os custos envolvidos e com isso a demanda não é totalmente atendida com uma taxa de 79,6%, quase 20% maior que no cenário base 2. Pode-se notar a justificativa para a diminuição do faturamento para esta demanda em 14,8% quando comparada ao cenário base 2. Com isso também, o custo de transporte até os portos está diminuído em 13,7%.

Os custos de secagem e plantio aumentam em 27,4% e 31,4%, respectivamente. A

justificativa é o atendimento quase integral das demandas internas (etanol e nutrição animal). O faturamento gerado pelo atendimento da demanda de consumo animal teve um aumento de 95,7% e, conseqüentemente, o custo de transporte interno aumentou em 97,3%.

Vale ressaltar que os únicos estados que não obtiveram sua demanda integralmente atendida foram: Tocantins (região Norte) e Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (região Nordeste). O valor não atendido corresponde a quase 11% do total para nutrição animal e confirma que as grandes distâncias entre os grandes produtores e a região Norte-Nordeste dificulta o envio dos grãos. Para atendimento completo da demanda da desta região, uma saída viável é o apoio aos pequenos produtores locais.

O preço sombra negativo indica que o aumento de uma unidade na restrição provocará redução no valor da função objetivo, impacto negativo para uma função de maximização. A análise de sensibilidade do preço sombra da demanda interna para o cenário base 2 permite antecipar a falta do atendimento em algumas regiões. Ou seja, as regiões que apresentam os maiores valores negativos, implicariam um alto custo para a cadeia de suprimentos de milho e diminuiriam os lucros, logo, estas regiões não são atendidas completamente. A análise está na Tabela 22.

Tabela 20 Preço sombra - Demanda interna

Cliente	MARGINAL
centroraima	-734,272
centtocantins	-734,272
centmaranhao	-734,272
centpiaui	-734,272
centceara	-734,272
centriogn	-734,272
centparaiba	-734,272
centpernamb	-734,272
centalagoas	-713,185
centpara	-709,927
centsergipe	-700,072
centparana	-695,285
centamazonas	-678,478
centrioj	-677,098
centriogs	-673,918
centespirit	-661,885
centminasg	-660,227
centsantac	-647,128
centsaop	-645,364
centacre	-632,351

centbahia	-626,649
centrondonia	-626,211
centdistritof	-621,485
centmatog	-603,192
centmatos	-596,75
centgoias	-593,847

Fonte: Autor.

O custo de contratação de armazenagem extra também aumenta em 27%, porém os faturamentos são suficientes para causar uma elevação de 28,5% no total da cadeia de suprimentos. Este cenário ressalta o impacto do custo de transporte como o mais desafiador para o sucesso da cadeia de milho, seja até os portos marítimos ou mesmo dentro das extensões do território brasileiro.

5.4. Considerações finais

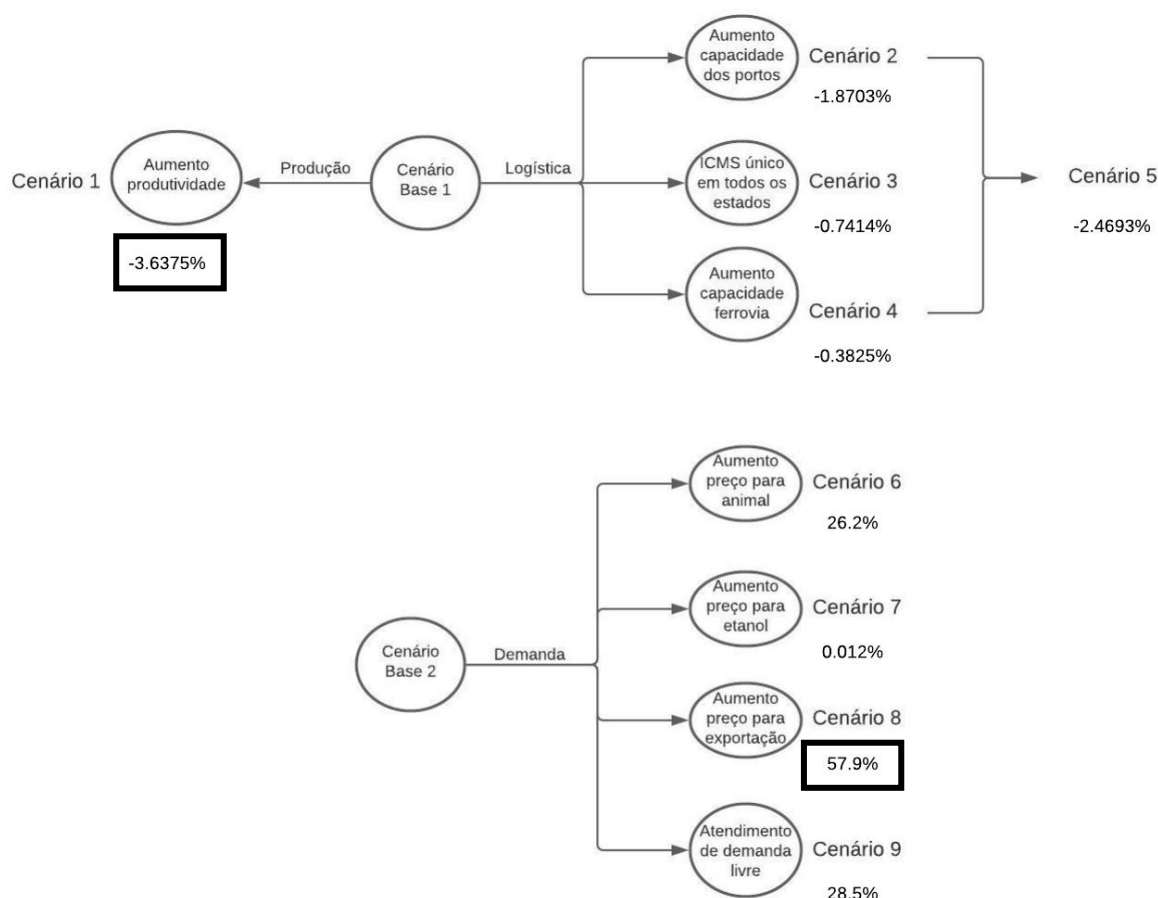


Figura 34 Cenários

A comparação dos cenários é feita na Figura 34. Para o cenário base 1, os valores indicam a diminuição no custo total e, para o cenário base 2, os valores indicam o aumento no faturamento total da cadeia. Vale lembrar que a solução das variáveis do cenário base 1 e 2 estão exibidas no apêndice, em sua integralidade.

Para a função de minimização de custos, o cenário de aumento de produtividade mostrou-se uma opção atraente para investimento em tecnologias agrícolas e maquinarias avançadas. O produtor necessita capital de investimento para receber o lucro desta proposta. Outro cenário relevante é o aumento de capacidade dos portos e ferrovias simultâneos. Ambos projetos estão na mira dos investimentos dos governos e auxiliará a ascensão dos produtores brasileiros de grãos de milho.

Para a função de maximização de lucros, o cenário de aumento do preço pago pela demanda externa apresenta o melhor resultado. Vale refletir que o potencial agrário é um dos principais pilares do Brasil no mercado mundial e os mesmos investimentos citados anteriormente vão auxiliar a estabilidade da economia brasileira.

O cenário de aumento do preço pago pela demanda interna também apresenta grande impacto, mostrando que o consumo brasileiro de milho também ocupa uma posição crucial para os produtores. O futuro da agroindústria de milho é otimizar seus custos para atender as demandas existentes com qualidade e eficácia.

Uma comparação feita entre o cenário base 1, onde todas as demandas são atendidas, e o cenário base 2, onde o preço pago determina o atendimento da demanda, mostra uma diferença de 44% dos custos totais. O cenário base 2 apresenta queda em todas as parcelas de custo e indica duas hipóteses: os valores dos preços não estão bem ajustados à análise da cadeia ou os valores dos custos não estão considerando os incentivos e as negociações que ocorrem nas agroindústrias. A comparação é apresentada na Tabela 23.

Tabela 21 Comparação de custos Cenário base 1 e 2

Parcelas da função objetivo	Cenário Base 1	Cenário Base 2	Diferença
Contratação de capacidade extra	1,01%	1,04%	-42,96%
Transporte para cliente interno	17,10%	13,41%	-56,32%
Transporte para cliente externo	20,94%	22,06%	-41,32%
Importação de grãos	0,03%	0,00%	-100,00%
Secagem de grãos	2,28%	2,41%	-41,06%
Plantio das safras	58,64%	61,10%	-41,95%
Total	100,00%	100,00%	-44,29%

Fonte: Autor.

Os custos, principalmente relacionados ao plantio e ao transporte, são os gargalos para a cadeia do milho. Outra análise feita foi a comparação do preço mínimo para cobertura dos gastos do cenário base 1 (atendimento completo da demanda) e do preço cotado como parâmetro para o cenário base 2. De acordo com a Tabela 24, para a demanda interna o preço deveria subir em 17% e para as exportações em 40%. Estes cálculos confirmam o baixo nível de atendimento da demanda externa e aconselham uma revisão dos dados relacionados aos preços.

Tabela 22 Comparação dos preços Cenário base 1 e 2

Demanda	Diferença entre preço mínimo (Cenário 1) e preço pago (Cenário 2)
Interna	17%
Externa	40%

Fonte: Autor.

5.5. Limitações do modelo

Os resultados obtidos neste trabalho consideram a utilização de bancos de dados abertos, pesquisas na Web e contato com empresas e instituições governamentais. Tais dados podem não garantir uma exata representação da realidade. As maiores diferenças encontradas se referem aos valores monetários de evolução de preço do milho, causadas principalmente pela constante variação do Real brasileiro e do dólar.

A execução de um estudo aprofundado ou até mesmo uma análise de caráter governamental deve ser feita utilizando os modelos matemáticos deste trabalho unidos à parâmetros bem acurados. Este cuidado no tratamento dos dados garante uma melhor aproximação com a realidade da cadeia de suprimentos.

Além da dificuldade na precisão de certos dados, a complexibilidade dos modelos também foi restringida pela falta de acesso a algumas plataformas e banco de dados. Como por exemplo, o custo de perdas na colheita e pós colheita, o levantamento das rotas hidroviárias para transporte de milho e os custos relacionados as usinas de etanol. Nos dois primeiros casos, a justificativa é a dificuldade de coleta destas informações em partes de difícil acesso ou de pequena magnitude. Já a último caso que se trata do etanol feito a partir do milho, é justificado por ser uma prática recente da indústria brasileira.

Resumidamente, o presente estudo trouxe bons *insights* na análise da cadeia de suprimentos de milho no Brasil, porém a coerência dos resultados depende amplamente da

conformidade dos dados utilizados.

6. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Os objetivos deste trabalho incluem o estudo da cadeia de suprimentos das agroindústrias de milho, coleta de dados e informações para o planejamento tático da produção, estocagem e distribuição de milho nesta cadeia, desenvolvimento de uma abordagem de otimização com base em modelos de otimização linear, e aplicação, análise e avaliação do desempenho desta abordagem de otimização em diferentes cenários para apoiar decisões no planejamento da cadeia.

Esses objetivos foram atingidos. A pesquisa apresentou dois modelos (Modelos 1 e 2) para apoiar decisões para um agente público com certo controle e poder de interferência da cadeia de suprimentos do milho, como um governo. As decisões abordam:

- Produção por estado em duas safras em cada período (por exemplo, ano), considerando área disponível para plantio, produtividade, custo de plantio e custo de secagem, entre outros.
- Armazenagem nos silos, considerando o custo de estoque ao fim do período e o custo de contratação de armazenagem extra.
- Transporte dos silos aos clientes, considerando custo de transporte para diferentes modais (rodovias, ferrovias ou ambos) e suas capacidades.
- Importação, caso necessário, para atendimento da demanda.
- Atendimento da demanda interna referente ao consumo animal nos Estados, produção de etanol e demanda externa (exportação).

O Modelo 1 busca o atendimento da demanda e minimização do custo total na cadeia para atender toda demanda. Já o Modelo 2 busca a maximização da margem de lucro (eficiência econômica) na cadeia, considerando os diferentes preços e custos levantados, e permitindo priorização no atendimento da demanda, ou mesmo atendimento parcial da demanda.

Duas hipóteses foram levantadas no início deste estudo. A primeira considera que o Brasil tem capacidade de produção, armazenagem e distribuição suficiente, ou mesmo capacidade de importação, para garantir o atendimento de todas as demandas da cadeia. Com base nos dados obtidos para este estudo de diferentes fontes secundárias, esta hipótese foi confirmada pelos resultados do Modelo 1 em diferentes cenários. Com os dados utilizados no modelo, o gargalo de capacidade identificado se encontra principalmente no parâmetro de capacidade dos portos, porque não permite aumento de atendimento da demanda externa. Porém, se analisarmos somente a demanda interna, a cadeia é capaz de atender um aumento de até 60% dessa demanda e a área plantada é vista na Figura 35.

De acordo com os parâmetros do SIDRA-IBGE, já é esperado que o Estado de Sergipe produza apenas na segunda safra. Igualmente, os Estados de Paraíba, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e Santa Catarina produzem apenas na primeira safra. O destaque se dá aos Estados de Pernambuco e Paraíba que, na solução do modelo, não produzem em nenhuma das safras por ficarem pouco competitivos com relação aos outros estados na produção brasileira de milho.

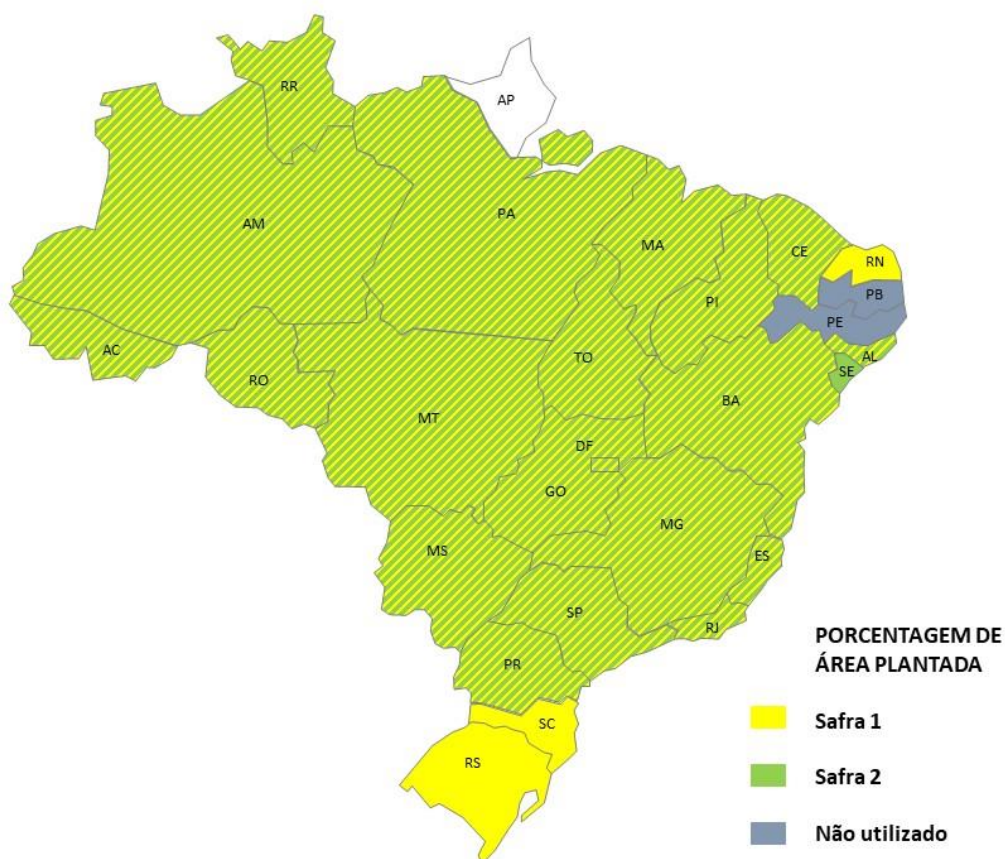


Figura 35 Hipótese 1- Aumento da demanda

A pergunta de pesquisa levantada pela segunda hipótese questiona se é lucrativo atender todas as demandas consideradas. Com base nos dados obtidos para este estudo de diferentes fontes secundárias, a resposta é negativa para os valores de custo e preços considerados no presente trabalho. Um estudo mais detalhado com relação a possíveis ajustes nestes dados de custos e preços pode esclarecer melhor esse ponto. Uma simples análise feita aqui foi adequar os preços aos valores mínimos indicados na Tabela 24 e verificar se toda a demanda seria atendida usando esses novos valores. O resultado foi positivo, mas requereu um ajuste dos preços em 17% para demanda interna, e um ajuste dos preços em 40% para demanda externa, para que toda a demanda fosse atendida pela solução do modelo. Esses resultados indicam a importância de

estudos adicionais sobre os valores de custos e preços do milho praticados na cadeia agroindustrial de milho.

Com os preços ajustados, a solução do modelo é igual à solução do cenário base 1. A mesma área plantada e a mesma logística de produção são utilizadas. Todas as demandas são atendidas. Em relação ao cenário base 2, com a utilização dos preços calculados na Tabela 24, o faturamento total da cadeia tem um aumento expressivo, de 73,2%, o que sugere a necessidade de estudos adicionais nos valores dos preços obtidos e utilizados neste estudo.

O ajuste do preço da demanda externa aumenta em quase 20% a sua participação no faturamento total da cadeia, logo os custos de transporte até os portos também apresentam aumento de 8,5% em relação aos custos totais. A demanda interna também aumenta seu nível de atendimento, porém sofre uma diminuição de participação no faturamento total devido ao aumento das taxas de exportações. O mesmo acontece com o custo de transporte interno que diminui em relação aos custos totais da cadeia, devido ao aumento da parcela de custo de transporte para cliente externo. As demais parcelas não apresentam grandes modificações e estão expostas na Tabela 25.

Tabela 23 Preço ajustado

	Preço	Preço ajustado	Diferença
Parcelas de faturamentos da função objetivo			
Faturamento da demanda externa	19,78%	39,75%	19,97%
Faturamento da demanda animal	80,21%	60,24%	-19,97%
Faturamento da demanda de etanol	0,01%	0,01%	0,00%
Parcelas de custos da função objetivo			
Custo de contratação de capacidade extra	0,95%	0,93%	-0,03%
Custo de transporte para cliente interno	21,59%	15,14%	-6,45%
Custo de transporte para cliente externo	11,87%	20,38%	8,50%
Custo de importação de grãos	0,00%	0,06%	0,06%
Custo de secagem de grãos	2,29%	2,13%	-0,17%
Custo de plantio das safras	63,29%	61,37%	-1,92%
Total	100,00%	100,00%	73,22%

Fonte: Autor.

Alguns trabalhos futuros interessantes a partir desta pesquisa são:

Complementar o modelo de otimização linear existente, incluindo as especificidades mais interessantes citadas ao longo do estudo. Pretende-se analisar a cadeia de maneira mais detalhada, considerando aspectos como as perdas na colheita e pós-colheita, de maneira explícita e separada

dos demais parâmetros. Para a cultura do milho, as perdas mais expressivas ocorrem no transporte rodoviário como é visto na Tabela 24.

Tabela 24 Perdas de milho na logística do Brasil (adaptada de Péra, 2017)

Atividade Logística	Perdas em relação à produção
Armazenagem externa	0,681%
Armazenagem fazenda	0,097%
Terminal Ferroviário	0,046%
Terminal Hidroviário	0,004%
Terminal Portuário	0,087%
Transporte Ferroviário	0,031%
Transporte Hidroviário	0,002%
Transporte Rodo-Ferroviário	0,037%
Transporte Rodo-Hidroviário	0,004%
Transporte Rodoviário	0,166%
Transporte Rodoviário Fazenda-Armazém	0,380%
Total	1,535%

Fonte: Autor.

Em relação às perdas relacionadas à pós-colheita, o tempo de armazenagem apresenta grande impacto no aumento da porcentagem do indicador de perda. Quanto maior o tempo de armazenagem dos grãos de milho, maior a porcentagem de perdas em relação à quantidade inicial como pode ser visto na Tabela 25.

Tabela 25 Indicadores de perdas de pós-colheita de milho (%) (adaptada de Caixeta-Filho e Péra, 2021)

Tempo de armazenagem (meses)	Indicador de Perda de Pós-Colheita (%)			
	Estrada Vicinal	Armazenagem	Rodovia	Total
1	0,500%	0,299%	0,131%	0,929%
2	0,500%	0,597%	0,131%	1,228%
3	0,500%	0,896%	0,130%	1,526%

Fonte: Autor.

Os valores de perdas, ainda que menores que 2% da produção, indica uma diminuição nos lucros da cadeia. Várias recomendações poderiam ser colocadas em prática para solucionar os principais problemas das perdas, que estão diretamente relacionados ao transporte e armazenagem. Algumas das soluções seriam: incentivos para localização ideal das unidades de armazenamento e informações precisas de transporte para os agricultores brasileiros com

menores recursos e tecnologias. Em relação ao modelo matemático, as perdas de colheita podem ser consideradas nos parâmetros de produtividade e as perdas do pós colheitas podem ser consideradas nas restrições de balanceamento do estoque.

No setor de transporte, a consideração do modal hidroviário tornaria o modelo mais realista. Outra possibilidade de estudo futuro é a implementação de outras fontes de preços aplicados a estudos estratégicos com vários períodos.

a) Desenvolver uma abordagem de otimização linear robusta para consideração de incertezas nos aspectos de demanda e de suprimentos

b) Desenvolver uma abordagem de otimização com base em otimização linear inteira, tanto para apoio tático quanto estratégico, quando se consideram várias safras consecutivas. Esta proposta permite a inclusão de decisões discretas, como por exemplo: instalação ou não de novos silos, terminais intermodais, ferrovias e portos marítimos, assim como análise de aumentos de capacidades discretas nos terminais intermodais, nas ferrovias, nos portos, entre outros.

c) Analisar a cadeia de milho, considerando sua interdependência com as demais cadeias de suprimentos de grãos. Pode-se avaliar as cadeias integradas ou seguir o estudo da cadeia de milho isoladamente, tendo em vista o impacto desta interdependência nos parâmetros. Uma das principais cadeias agrícolas que influenciam a cadeia do milho é a cadeia da soja.

Uma análise importante nos estudos de cadeias de milho, trata-se do alinhamento com a cultura de soja. Em basicamente todos os estados brasileiros, o Milho (1ª safra) e a Soja competem janela de plantio e também de colheita, de acordo com o “Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil 2019” publicado pela CONAB.

Um exemplo é apresentado nas Figuras 36 e 37, comparando as culturas de milho (1ª safra) e soja na região Sudeste ao longo do ano. Percebe-se que o plantio e a colheita destas duas culturas ocorrem basicamente nos mesmos meses e, logo, o que determina a escolha do produtor é o preço de venda de cada produto.

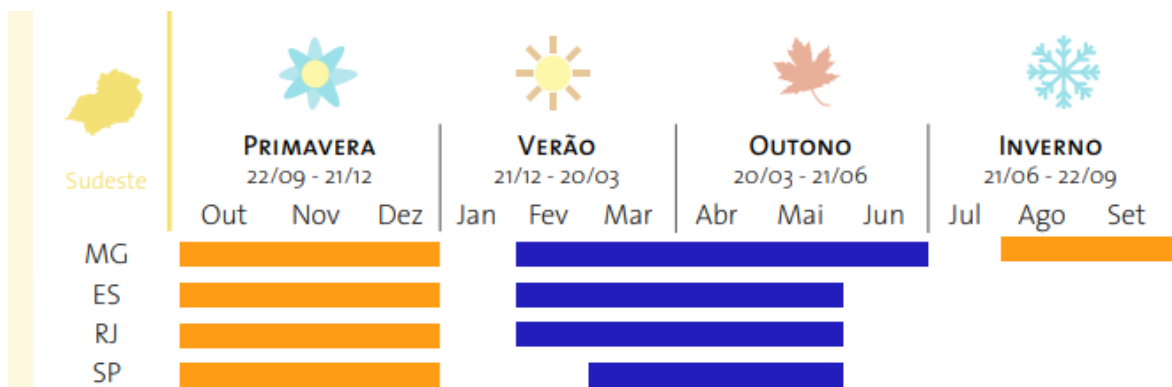


Figura 36 Calendário de Plantio e Colheita Milho

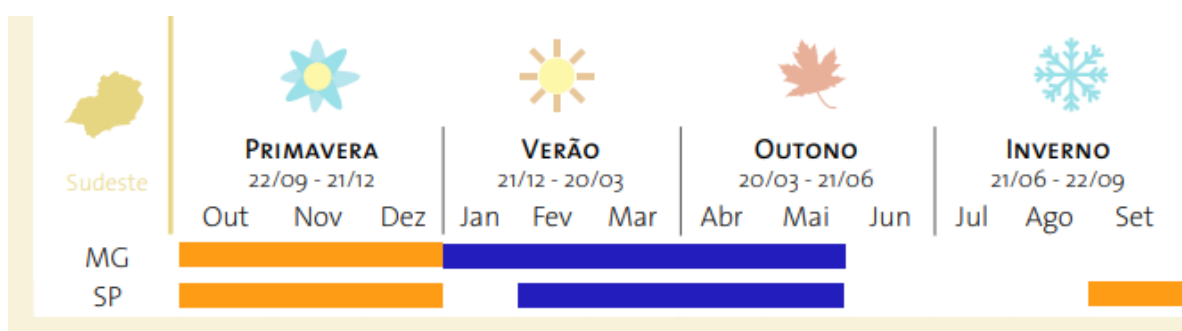


Figura 37 Calendário de Plantio e Colheita Soja

Historicamente, pode-se observar a evolução de preço e área plantada de milho e soja nos últimos 10 anos. Os dados estão presentes nas Figuras 38 e 39.

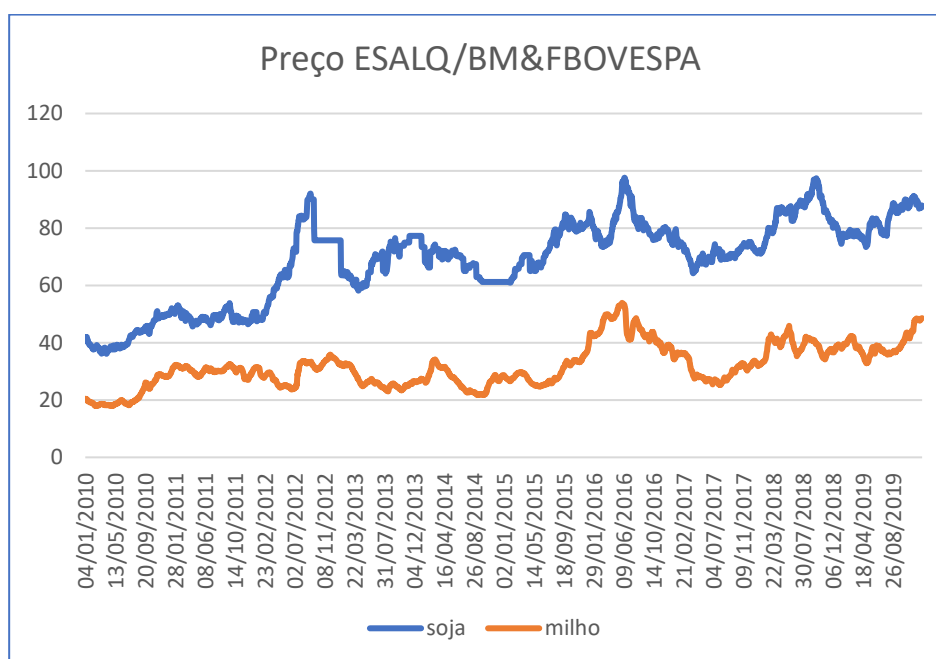


Figura 38 Preços históricos de Milho e Soja

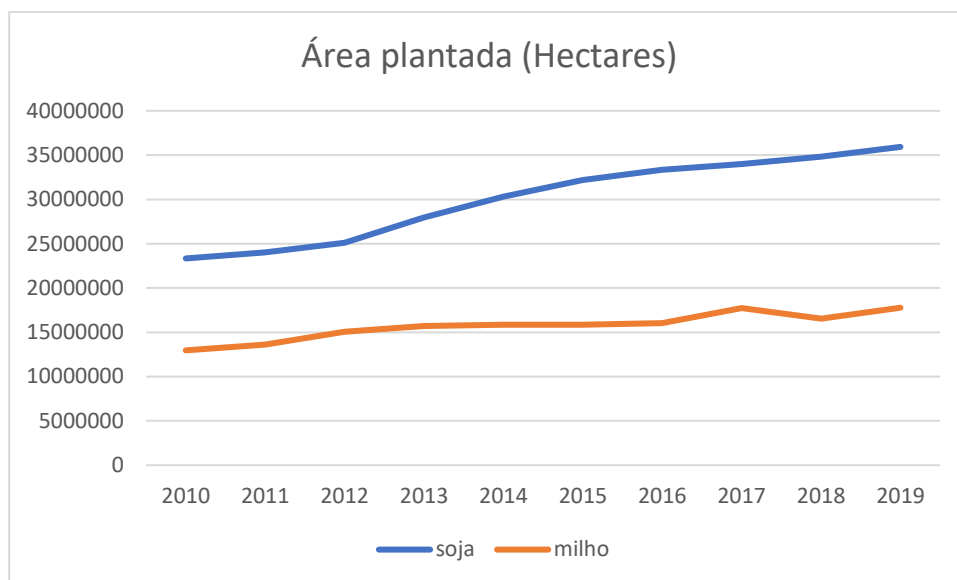


Figura 39 Área planta de Milho e Soja (2010-2019)

Comparativamente, o crescimento em relação a área plantada é maior para a cultura de soja nos últimos 10 anos. Porém, quando se compara a evolução do preço histórico da cultura do milho (268%) é mais expressiva quando comparada a soja (222%). Isto pode significar um aumento de área plantada de milho nos próximos anos, devido a melhor lucratividade dos produtores deste ramo. O estudo da interdependência das duas cadeias pode gerar bons *insights* sobre o contexto agroindustrial do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ABRATEC. Avaliação de Demanda e Capacidade do Segmento Portuário de Contêineres no Brasil. 2021. Disponível em: https://abratec.terminais.org.br/files/Portos2021_Avaliacao_de_Demanda_e_Capacidade_do_Segmento_Portuario_de_Conteineres_no_Brasil.pdf. Acesso em: 01 de Outubro de 2020.
- AHN, Y. C., LEE, I. B., LEE, K. H., HAN, J. H. Strategic planning design of microalgae biomass-to-biodiesel supply chain network: Multi-period deterministic model. *Applied Energy*, 154, 528-542, 2015.
- ALVES, L. R. A. Variações de preços de grãos, fibras e amidos: do campo ao mercado varejista. 2021. Disponível em: https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Lucilio%20Alves_jan_2021_Figuras.pdf. Acesso em: 05 de Março de 2021.
- ANTF. Propostas da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários para o novo governo (2019-2022). 2018. Disponível em: <https://www.antf.org.br/releases/propostas-ao-novo-governo/#>. Acesso em: 08 de Maio de 2020.
- BATALHA, M. Gestão agroindustrial: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. São Paulo: Atlas, 1997
- BELHOUCLETTE, H., BLANCO, M., WÉRY, J., & FLICHMAN, G. Sustainability of irrigated farming systems in a Tunisian region: A recursive stochastic programming analysis. *Computers and electronics in agriculture*, 86, 100-110, 2012.
- BUSATO, P., SOPEGNO, A., PAMPURO, N., SARTORI, L., & BERRUTO, R. Optimisation tool for logistics operations in silage production. *Biosystems Engineering*, 180, 146-160, 2019.
- CAIXETA-FILHO, J. V., Péra, T. G. O custo do desperdício na logística do agronegócio no Brasil. Perdas em transporte e armazenagem de grãos: panorama atual e perspectivas, 58. Brasília, DF: Conab, 2021.
- CARVAJAL, J.; SARACHE, W.; COSTA, Y. Addressing a robust decision in the sugarcane supply chain: Introduction of a new agricultural investment project in Colombia. *Computers and electronics in agriculture*, 2019, 157: 77-89.

CHANDRASEKARAN, M.; RANGANATHAN, R. Modelling and optimisation of Indian traditional agriculture supply chain to reduce post-harvest loss and CO² emission. *Industrial Management & Data Systems*, 2017.

CHEN, W.; LI, J.; JIN, X. The replenishment policy of agri-products with stochastic demand in integrated agricultural supply chains. *Expert Systems with Applications*, 2016, 48: 55-66.

CNT. Confederação do Transporte Nacional. Boletim Estatístico 2019. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/boletins>. Acesso em: 15 de Abril de 2020.

CONAB. Acompanhamento Da Safra Brasileira De Grãos, Boletim v. 7 - Safra 2019/20, n.5 - Quinto levantamento, Fevereiro 2020. ISSN: 2318-6852.

CONAB. Unidades Armazenadoras da Conab. 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/index.php/armazenagem/rede-armazenadora-da-conab/unidades-armazenadoras-da-conab>. Acesso em: 05 de Maio de 2020.

CRUZ, J. C., da SILVA, G. H., PEREIRA FILHO, I. A., Gontijo Neto, M. M., MAGALHAES, P. C. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2010.

DE OLIVEIRA, L. G., BATALHA, M. O., PERESSIM, W. S., DE FREITAS, D. C. O papel dos intermediários na dinâmica comercial da cadeia de suprimentos de uma agroindústria processadora de frutas de Visconde do Rio Branco, MG. In v. 2, n. 2: II Simpósio Nacional de Engenharia de Produção, 2021.

EMBRAPA TERRITORIAL. Caminhos da safra da produção e exportação de grãos. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/macrologistica/caminhos-da-safra>. Acesso em: 07 de Maio de 2020.

EMBRAPA TERRITORIAL. Exportação Agropecuária. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/macrologistica/exportacao>. Acesso em: 10 de Maio de 2020.

FLORES, H., VILLALOBOS, J. R., AHUMADA, O., UCHANSKI, M., MENESES, C., SANCHEZ, O. Use of supply chain planning tools for efficiently placing small farmers into high-value, vegetable markets. *Computers and electronics in agriculture*, 157, 205-217, 2019.

FREITAS, M. S., de MIRANDA, R. A., GARCIA, J. C. Análise da evolução dos preços de milho

no Brasil. In Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Seminário nacional de milho safrinha, 13., 2015, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2015.

GAUTAM, R.; PANIGRAHI, S.; FRANZEN, D. Neural network optimization of remotely sensed maize leaf nitrogen with a genetic algorithm and linear programming using five performance parameters. *Biosystems Engineering*, v. 95, n. 3, p. 359-370, 2006.

GONELA, V., ZHANG, J., OSMANI, A., & ONYEAGHALA, R. Stochastic optimization of sustainable hybrid generation bioethanol supply chains. *Transportation research part e: Logistics and transportation review*, 77, 1-28, 2015.

GRANILLO-MACIAS, R., GONZALEZ-HERNANDEZ, I. J., MARTINEZ-FLORES, J. L., Caballero-Morales, S. O., & Olivares-Benitez, E. (2019). Hybrid model to design a distribution network in contract farming. *Dyna*, 86(208), 102-109.

GROSSMANN, I.E. *Introduction to GAMS*, 1991.

HARTO, W. K., NAGASAWA, H., MORIMURA, K., OTA, M. (2005). A Periodical Flowering-Harvesting Model for Delivering Fresh Agricultural Products to Multiple Markets. *The Journal of Japan Industrial Management Association*, 56(3), 164-173.

HIGGINS, A.; BEASHEL, G.; HARRISON, A. Scheduling of brand production and shipping within a sugar supply chain. *Journal of the Operational Research Society*, 2006, 57.5: 490-498.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA (IMEA). Resultados econômicos: soja e milho 2019/20 e expectativas. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/52485/>. Acesso em: 15 de Outubro de 2020.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). Estimativa de Oferta e Demanda de Milho no Estado de São Paulo em 2018. 2018. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14534>. Acesso em: 15 de Março de 2020.

FOGLIATTO, F. S.. *Pesquisa Operacional (Modelos Determinísticos)*. Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila de Curso, 2001.

JOHNSTON, D.B.; SINGH, V. Enzymatic milling of corn: optimization of soaking, grinding,

and enzyme incubation steps. *Cereal chemistry*, v. 81, n. 5, p. 626-632, 2004.

JONES, P. C., KEGLER, G., LOWE, T. J., TRAUB, R. D. Managing the seed-corn supply chain at Syngenta. *Interfaces*, v. 33, n. 1, p. 80-90, 2003.

JUNQUEIRA, R.A.R.; MORABITO, R. Planejamento otimizado da produção e logística de empresas produtoras de sementes de milho: um estudo de caso. *Gestão & Produção*, v. 15, n. 2, p. 367-380, 2008.

JUNQUEIRA, R.A.R.; MORABITO, R. Production and logistics planning considering circulation taxes in a multi-plant seed corn company. *Computers and electronics in agriculture*, v. 84, p. 100-110, 2012.

JUNQUEIRA, R.A.R.; MORABITO, R. Um modelo de otimização linear para o planejamento agregado da produção e logística de sementes de milho. *Production*, v. 16, n. 3, p. 510-525, 2006.

KANTAS, A. B., COBULOGLU, H. I., & BÜYÜKTAHTAKIN, İ. E. Multi-source capacitated lot-sizing for economically viable and clean biofuel production. *Journal of Cleaner Production*, 94, 116-129, 2015.

LE GAL, P. Y., LE MASSON, J., BEZUIDENHOUT, C. N., LAGRANGE, L. F. (2009). Coupled modelling of sugarcane supply planning and logistics as a management tool. *Computers and Electronics in Agriculture*, 68(2), 168-177.

LEÓN-OLIVARES, E., MINOR-POPOCATL, H., AGUILAR-MEJÍA, O., SÁNCHEZ-PARTIDA, D. (2020). Optimization of the Supply Chain in the Production of Ethanol from Agricultural Biomass Using Mixed-Integer Linear Programming (MILP): A Case Study. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020.

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

MARTÍNEZ SOTO, M., RODRÍGUEZ MONROY, C., GIL ARAUJO, M., MORRIS DÍAZ, A. La dinámica de sistemas en la simulación del efecto de la gestión del conocimiento sobre la cadena de suministro de la agroindustria del maíz (*Zea mays* L.). *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, v. 36, n. 1, p. 80-90, 2013.

MAZZETTO, F., ORTIZ-GUTIÉRREZ, R. A., MANCA, D., & BEZZO, F. Strategic design of

bioethanol supply chains including commodity market dynamics. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 52(30), 10305-10316, 2013.

MEHMANN, J.; TEUTEBERG, F. The fourth-party logistics service provider approach to support sustainable development goals in transportation—a case study of the German agricultural bulk logistics sector. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 126: 382-393.

MELLO JR, A. V.; SCHARDONG, A.; PEDROTTI, A. Multi-Objective Analysis Applied to an Irrigated Agricultural System on Oxisols. *Transactions of the Asabe*, v.56, p.71-82, 2013.

MELO, I. C., PÉRA, T. G., JÚNIOR, P. N. A., REBELATTO, D. A., & CAIXETA-FILHO, J. V. (2020). Framework for logistics performance index construction using DEA: an application for soybean haulage in Brazil. *Transportation Research Procedia*, 48, 3090-3106.

MORABITO, R.; PUREZA, V. Modelagem e simulação. In: Paulo A. C. Miguel. (Org.). *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 1 ed., Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, v.1, p.165-194, 2010.

MORALES-CHÁVEZ, M.; SOTO-MEJÍA, J.; SARACHE, W. A mixed-integer linear programming model for harvesting, loading and transporting sugarcane.: A case study in Peru. *Dyna*, 2016, 83.195: 173-179.

MULLER, G. *Complexo agroindustrial e modernização agrária*. EDUC-Editora da PUC-SP, 1989.

OLIVEIRA, A.; SILVEIRA, J. Restructuring of the corn supply chain in Brazil: facing the challenges in logistics or regulation of biotechnology. *International Food and Agribusiness Management Review*, v. 16, n. 4, p. 1-24, 2013

OLIVEIRA, V. *Sistemas Agro Industriais*. 2011. Disponível em: [http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_4035sistemas_aguoindustuiiais_-_definicue_couentes_metodoluas_\(texto_1\)_pdf.pdf](http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_4035sistemas_aguoindustuiiais_-_definicue_couentes_metodoluas_(texto_1)_pdf.pdf). Acesso em: 08 de Outubro de 2020.

LIMPIANCHOB, C. Integrated of harvesting and production planning in aromatic coconut supply chain using mixed-integer linear programming. *International Journal of Operational Research*, 2017, 30.3: 360-374.

PÉRA, T.G. Modelagem das perdas na agrologística brasileira: uma aplicação de programação

matemática. 2017. Dissertação (Mestrado. em Engenharia de Sistemas Logísticos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

SOTO-SILVA, W. E., GONZÁLEZ-ARAYA, M. C., OLIVA-FERNÁNDEZ, M. A., PLÀ-ARAGONÉS, L. M. Optimizing fresh food logistics for processing: Application for a large Chilean apple supply chain. *Computers and electronics in agriculture*, 136, 42-57. 2017.

TAN, B.; ÇÖMDEN, N. Agricultural planning of annual plants under demand, maturation, harvest, and yield risk. *European Journal of Operational Research*, 2012, 220.2: 539-549.

VIEIRA, G.A. Você sabe o que é Silo-Bolsa?. 2018. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/voce-sabe-o-que-e-silo-bolsa/>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2020.

YUAN, X.; YAO, Y.; SONG, C.; LIU, T.; DONG, Q.; TIAN, Y. Industrial chain optimization of circular agricultural garden based on analysis of material flow and energy flow. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 34(15), 228-237. 2018.

ZHANG, F., ENGEL, B. A., ZHANG, C., GUO, S., GUO, P., & WANG, S. Agricultural production planning approach based on interval fuzzy credibility-constrained bi-level programming and Nerlove supply response theory. *Journal of cleaner production*, 233, 1158-1169, 2019.

ZHU, Y., SHAH, N., CARRÉ, G., LEMAIRE, S., GATIGNOL, E., PICCIONE, P. M. (2019). Continent-wide planning of seed production: mathematical model and industrial application. *Optimization and Engineering*, 20(3), 881-906.

ZIOLKOWSKA, J. R. Optimizing biofuels production in an uncertain decision environment: conventional vs. advanced technologies. *Applied energy*, 114, 366-376, 2014.

ZUO, M.; KUO, W.; MCROBERTS, K.L. Application of mathematical programming to a large-scale agricultural production and distribution system. *Journal of the Operational Research Society*, v. 42, n. 8, p. 639-648, 1991.

APÊNDICE

1. Custos produtivos

Custo de estoque	R\$/ton
sil01	27,16667
sil02	27,16667
sil03	27,31944
sil04	27,31944
sil05	27,45833
sil06	27,31944
sil07	27,33333
sil08	27,33333
sil09	27,33333
sil010	27,5
sil011	27,5
sil012	27,5
sil013	27,5
sil014	27,38889
sil015	27,38889
sil016	27,38889
sil017	27,38889
sil018	27,38889
sil019	27,38889
sil020	27,38889
sil021	27,38889
sil022	27,38889
sil023	27,38889
sil024	27,38889
sil025	27,38889
sil026	27,38889
sil027	27,38889
sil028	27,38889
sil029	27,38889
sil030	27,38889
sil031	27,38889
sil032	27,38889
sil033	27,38889
sil034	27,38889
sil035	27,38889
sil036	27,38889
sil037	27,33333
sil038	27,33333
sil039	27,33333

sil040	27,25
sil041	27,25
sil042	27,25
sil043	27,25
sil044	27,25
sil045	27,25
sil046	27,25
sil047	27,25
sil048	27,25
sil049	27,25
sil050	27,25
sil051	27,25
sil052	27,25
sil053	27,08333
sil054	27,08333
sil055	27,08333
sil056	27,16667
sil057	27,25
sil058	26,83333
sil059	26,83333
sil060	27,08333
sil061	27,16667
sil062	27,16667
sil063	27,16667
sil064	27,16667
sil065	27,16667
sil066	27,16667
sil067	27,02778

PLANTIO R\$/ton	1ª safra	2ª safra
Rondônia	2912,82	1493,71
Acre	2912,82	1432,975
Amazonas	2912,82	1432,975
Roraima	2912,82	1432,975
Pará	2912,82	1432,975
Tocantins	2912,82	1372,24
Maranhão	2326,93	1771,64
Piauí	2221,87	1752,538
Ceará	2236,06	1752,538
Rio Grande do Norte	2236,06	1752,538
Paraíba	2236,06	1752,538
Pernambuco	2236,06	1752,538
Alagoas	2236,06	1752,538
Sergipe	2236,06	1752,538

Bahia	2159,38	1752,538
Minas Gerais	2825,21	2092,79
Espírito Santo	2825,21	2092,79
Rio de Janeiro	2825,21	2092,79
São Paulo	2825,21	2092,79
Paraná 1	3094,18	1982,643
Paraná 2	3094,18	1982,643
Paraná 3	3094,18	1982,643
Paraná 4	3094,18	1982,643
Paraná 5	3094,18	1982,643
Santa Catarina	4564,24	1982,643
Rio Grande do Sul	2213,98	1982,643
Mato Grosso do Sul	2682,066	1817,86
Mato Grosso 1	2682,066	1587,43
Mato Grosso 2	2682,066	1587,43
Mato Grosso 3	2682,066	1587,43
Mato Grosso 4	2682,066	1587,43
Mato Grosso 5	2682,066	1587,43
Goiás	2682,066	1915,04
Distrito Federal	2682,066	1773,443

2. Centroides de demanda interna

Centroide - Rondônia	Ji Paraná
Centroide – Acre	Rio Branco
Centroide - Amazonas	Manaus
Centroide - Roraima	Boa Vista
Centroide – Pará	Marabá
Centroide - Tocantins	Araguaína
Centroide - Maranhão	São Luís
Centroide – Piauí	Teresina
Centroide – Ceará	Itapipoca
Centroide - Rio Grande do Norte	Caicó
Centroide - Paraíba	Campina Grande
Centroide - Pernambuco	Caruaru
Centroide - Alagoas	Arapiraca
Centroide - Sergipe	Nossa Senhora Da Glória
Centroide – Bahia	Vitoria Da Conquista
Centroide - Minas Gerais	Uberlândia
Centroide - Espírito Santo	Cacheira Do Itapemirim
Centroide - Rio de Janeiro	Itaperuna
Centroide - São Paulo	Campinas

Centroide - Paraná	Cascavel
Centroide - Santa Catarina	Blumenau
Centroide - Rio Grande do Sul	Passo Fundo
Centroide - Mato Grosso	Sinop
Centroide - Mato Grosso do Sul	Dourados
Centroide – Goiás	Rio Verde
Centroide - Distrito Federal	Brasília

3. Distâncias dos silos para cliente interno por rodovias:

	centrondonia	centacre	centamazonas	centroraima	centpara	centtocantins
sil01	105	987	1368	2115	2354	2329
sil02	378	512	888	1635	2239	2541
sil03	885	0	1398	2146	2749	3051
sil04	1265	1399	0	748	2732	3034
sil05	2016	2150	749	0	3483	3785
sil06	2919	3052	3032	3780	537	826
sil07	2340	3222	3603	4350	897	596
sil08	2679	2984	3941	3712	234	248
sil09	3248	3546	3536	4284	805	865
sil010	3580	3692	3673	4421	925	687
sil011	3703	3837	3818	4566	1087	1096
sil012	3314	3886	3867	4615	1119	881
sil013	3669	3630	3611	4358	880	765
sil014	3977	4158	4139	4886	1408	1153
sil015	4263	4213	4194	4942	1463	1411
sil016	4303	4371	4352	5184	1621	1450
sil017	4110	4219	4200	4947	1469	1214
sil018	4035	4169	4150	4897	1419	1164
sil019	4102	4099	4217	4965	1349	1231
sil020	4023	3984	3964	4712	1233	1119
sil021	3966	3927	3907	4655	1176	1062
sil022	4380	4521	4501	5196	1778	1523
sil023	4382	4567	4548	5259	1817	1562
sil024	4428	4446	4426	5265	1747	1532
sil025	4294	4452	4460	5181	1712	1474
sil026	4544	4738	4718	5413	1995	1740
sil027	4269	4408	4388	5086	1658	1403
sil028	4252	4603	4584	5331	1640	1598
sil029	4377	4737	4718	5466	1987	1732
sil030	4084	4435	4415	5163	1685	1429
sil031	4239	4455	4436	5183	1704	1449
sil032	4045	4444	4425	5173	1694	1439

sil033	4266	4700	4681	5429	1950	1695
sil034	4041	4768	4748	5496	1963	1708
sil035	3989	4630	4611	5359	1880	1625
sil036	3787	4669	4616	5364	1885	1618
sil037	3328	4210	4535	5338	1805	1542
sil038	3657	4539	4523	5271	1792	1537
sil039	3281	4163	4306	5054	1575	1320
sil040	2733	3625	4005	4753	1893	1662
sil041	2427	3309	3689	4436	2110	1809
sil042	2623	3505	3886	4633	2235	1934
sil043	2119	3001	3382	4129	1803	1502
sil044	2677	3559	3940	4706	2318	2017
sil045	2227	3109	3490	4237	1911	1610
sil046	2389	3271	3651	4399	2035	1734
sil047	3174	4056	4436	5184	2687	2386
sil048	3129	4011	4391	5139	2642	2341
sil049	3182	4064	4444	5192	2626	2325
sil050	3010	3892	4272	5020	2651	2302
sil051	2447	3329	3709	4457	2311	2011
sil052	2315	3197	3577	4325	2192	1891
sil053	2365	3247	3627	4375	2367	2066
sil054	2641	3523	3903	4651	2569	2268
sil055	2359	3241	3621	4369	2382	2081
sil056	2865	3747	4127	4875	2903	2603
sil057	3194	4076	4456	5204	3421	3120
sil058	1300	2182	2562	3310	1848	1716
sil059	1071	1953	2333	3081	1536	1511
sil060	1793	2675	3055	3803	2285	1984
sil061	1786	2668	3048	3795	1672	1371
sil062	1848	2730	3110	3857	1511	1190
sil063	1980	2862	3242	3990	1443	1142
sil064	1934	2816	3196	3944	1338	1037
sil065	1994	2876	3256	4004	1595	1294
sil066	1878	2760	3140	3888	1626	1326
sil067	2146	3029	3408	4155	1428	1127

	centmaranhao	centpiaui	centceara	centriogn	centparaiba	centpernamb	centalagoas
sil01	3143	3092	3544	4192	4146	4064	3842
sil02	3033	3118	3570	3967	4091	4089	4123
sil03	3543	3628	4080	4478	4601	4599	4633
sil04	3536	3611	4063	4460	4583	4581	4615
sil05	4287	4362	4814	5183	5334	5332	5366
sil06	565	900	1352	1722	1919	1918	1952
sil07	1470	1359	1811	2039	2162	1979	1862
sil08	630	654	1106	1476	1609	1607	1641

sil09	0	441	755	1280	1461	1459	1493
sil010	693	255	695	791	915	913	947
sil011	434	333	337	870	1068	1207	1331
sil012	788	321	586	593	717	715	749
sil013	467	0	458	827	1025	1037	1078
sil014	1065	593	594	324	477	494	555
sil015	900	588	134	426	618	741	934
sil016	1058	684	292	267	459	585	774
sil017	1062	606	472	268	421	544	660
sil018	946	552	447	320	473	596	712
sil019	867	474	357	356	553	676	797
sil020	669	361	99	647	838	961	1116
sil021	696	301	304	526	724	847	928
sil022	1207	843	441	137	329	452	650
sil023	1344	906	578	87	176	311	558
sil024	1132	820	366	192	383	506	700
sil025	1294	827	553	0	191	314	516
sil026	1424	1060	658	287	233	377	613
sil027	1180	732	467	115	313	436	608
sil028	1481	1024	744	191	0	127	363
sil029	1555	1163	789	330	133	250	466
sil030	1342	869	776	229	168	161	303
sil031	1305	848	646	98	178	260	418
sil032	1351	879	850	303	254	138	215
sil033	1607	1135	887	396	199	168	344
sil034	1620	1202	1079	526	339	228	132
sil035	1537	1065	1023	476	325	213	46
sil036	1542	1070	1176	650	559	448	202
sil037	1529	1057	1289	1024	948	866	644
sil038	1449	977	1084	643	593	512	365
sil039	1555	1083	1316	1050	1074	1033	835
sil040	2136	1753	2068	1730	1645	1563	1341
sil041	2722	2377	2816	2477	2391	2310	2078
sil042	2747	2363	2682	2344	2259	2140	1918
sil043	2415	2075	2515	2361	2275	2251	2029
sil044	2852	2454	2787	2450	2364	2245	2023
sil045	2523	2178	2616	2391	2305	2281	2060
sil046	2555	2732	2563	2307	2221	2140	1918
sil047	2605	2132	2287	1950	1885	1804	1521
sil048	2746	2274	2428	2091	2027	1945	1662
sil049	2546	2074	2229	1892	1828	1746	1463
sil050	2997	2525	2713	2376	2290	2208	1986
sil051	2924	2668	3108	2931	2845	2763	2541
sil052	2804	2608	3048	2876	2790	2708	2486
sil053	2979	2807	3246	3074	2989	2907	2685
sil054	3181	2928	3367	3190	3104	3023	2801

sil055	2994	2780	3262	3090	3004	2922	2700
sil056	3516	3316	3756	3567	3482	3400	3178
sil057	4084	3766	4206	3905	3819	3738	3516
sil058	2629	2479	2931	3068	3022	2940	2718
sil059	2325	2275	2727	2985	3108	3106	3140
sil060	2903	2728	3172	3182	3096	3014	2792
sil061	2284	2119	2559	2581	2534	2453	2231
sil062	2084	1973	2425	2473	2427	2345	2124
sil063	2055	1889	2328	2350	2304	2222	2000
sil064	1912	1800	2252	2424	2409	2327	2098
sil065	2207	2012	2452	2473	2427	2345	2123
sil066	2200	2073	2513	2535	2489	2407	2185
sil067	2055	1693	2132	2154	2109	2026	1804

	centsergipe	centbahia	centminasg	centespirit0s	centrioj	centsaop	centparana
sil01	3748	3089	2040	3050	2935	2416	2319
sil02	4113	3569	2520	3530	3415	2896	2799
sil03	4624	4076	3027	4037	3922	3403	3306
sil04	4606	4457	3407	4417	4302	3784	3687
sil05	5357	5207	4158	5168	5053	4535	4438
sil06	1912	2293	2314	3151	3040	2777	3212
sil07	1768	1340	969	1805	1694	1431	1867
sil08	1602	1757	1736	2572	2461	2198	2633
sil09	1453	1834	2353	2692	2710	2816	3251
sil010	907	1288	1833	2146	2164	2326	2876
sil011	1292	1729	2405	2587	2605	2897	3448
sil012	709	1090	2030	1948	1966	2523	3073
sil013	1031	1413	2088	2270	2289	2581	3131
sil014	525	1013	2113	1837	1889	2461	3108
sil015	972	1473	2560	2298	2350	3036	3603
sil016	838	1326	2427	2151	2203	2775	3422
sil017	620	1108	2209	1933	1985	2557	3204
sil018	673	1161	2261	1985	2037	2609	3356
sil019	768	1256	2356	2080	2132	2704	3423
sil020	1077	1619	2430	2389	2441	2923	3431
sil021	912	1384	2357	2224	2260	2832	3400
sil022	722	1347	2448	2171	2223	2795	3442
sil023	629	1310	2410	2161	2186	2758	3405
sil024	829	1326	2426	2150	2202	2774	3421
sil025	587	1261	2362	2086	2137	2710	3357
sil026	751	1472	2572	2268	2348	2920	3567
sil027	694	1237	2337	2061	2113	2685	3332
sil028	501	1180	2281	2031	2056	2629	3257
sil029	603	1305	2406	2101	2181	2754	3400
sil030	375	1012	2112	1863	1888	2460	3107
sil031	489	1162	2263	2013	2038	2611	3257

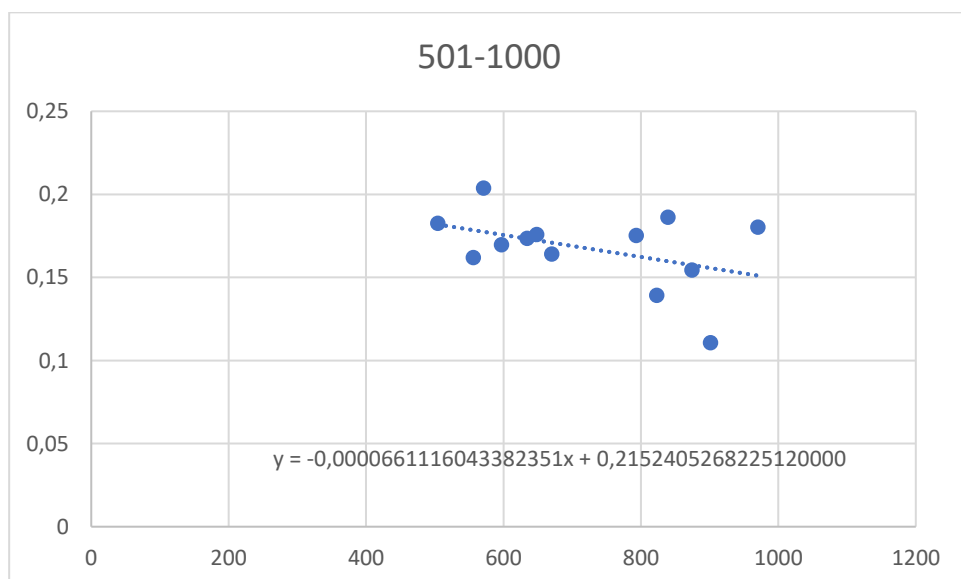
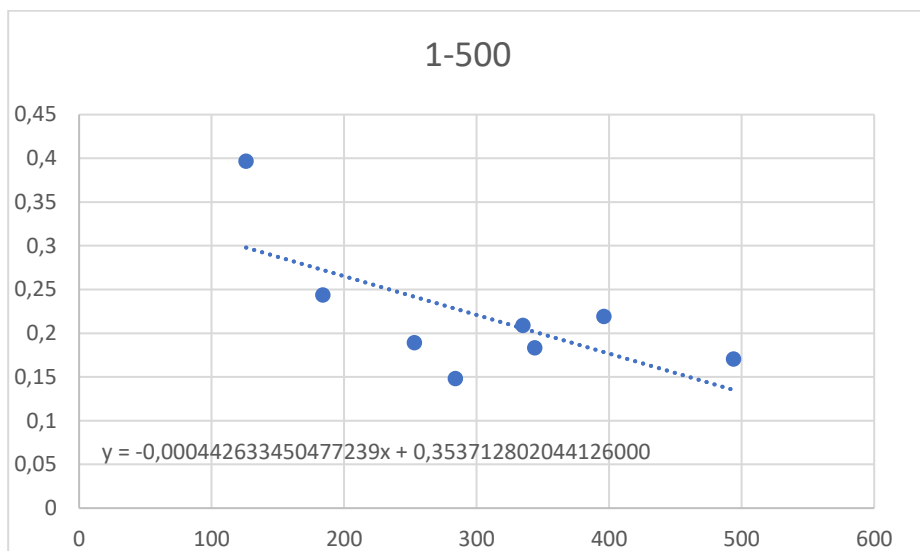
sil032	320	973	2073	1824	1849	2421	3068
sil033	492	1193	2294	1983	2069	2642	3289
sil034	269	969	2070	1759	1845	2418	3064
sil035	187	917	2018	1707	1793	2366	3012
sil036	62	706	1815	1504	1591	2163	2810
sil037	547	354	1455	1225	1231	1803	2450
sil038	224	585	1685	1435	1461	2030	2680
sil039	740	471	1454	1379	1341	1795	2578
sil040	1247	470	629	892	781	974	1624
sil041	1983	1206	307	841	706	241	939
sil042	1824	1047	505	588	453	368	1270
sil043	1935	1100	0	1011	895	498	1049
sil044	1929	1152	551	681	533	311	1117
sil045	1965	1130	108	950	835	390	947
sil046	1824	1044	271	754	638	569	1153
sil047	1427	841	1056	140	261	1001	1848
sil048	1568	914	1011	0	137	878	1724
sil049	1369	741	1064	223	361	1042	1888
sil050	1892	1115	956	400	318	491	1346
sil051	2447	1612	599	1146	970	320	608
sil052	2392	1557	494	1213	1044	332	591
sil053	2591	1756	669	1371	1195	536	360
sil054	2706	1871	858	1328	1152	498	406
sil055	2606	1771	684	1387	1210	551	349
sil056	3084	2252	1214	1616	1440	857	454
sil057	3421	2590	1657	1915	1738	1160	784
sil058	2624	1920	833	1856	1741	1222	1125
sil059	3161	2501	1455	2465	2350	1831	1735
sil060	2698	1863	762	1805	1628	920	634
sil061	2136	1432	345	1356	1240	808	3306
sil062	2029	1370	444	1455	1339	907	1252
sil063	1906	1247	344	1348	1232	811	1246
sil064	2003	1352	508	1472	1361	970	1406
sil065	2029	1359	272	1282	1167	729	1170
sil066	2091	1374	287	1298	1183	750	1098
sil067	1710	1051	427	1201	1091	919	1470

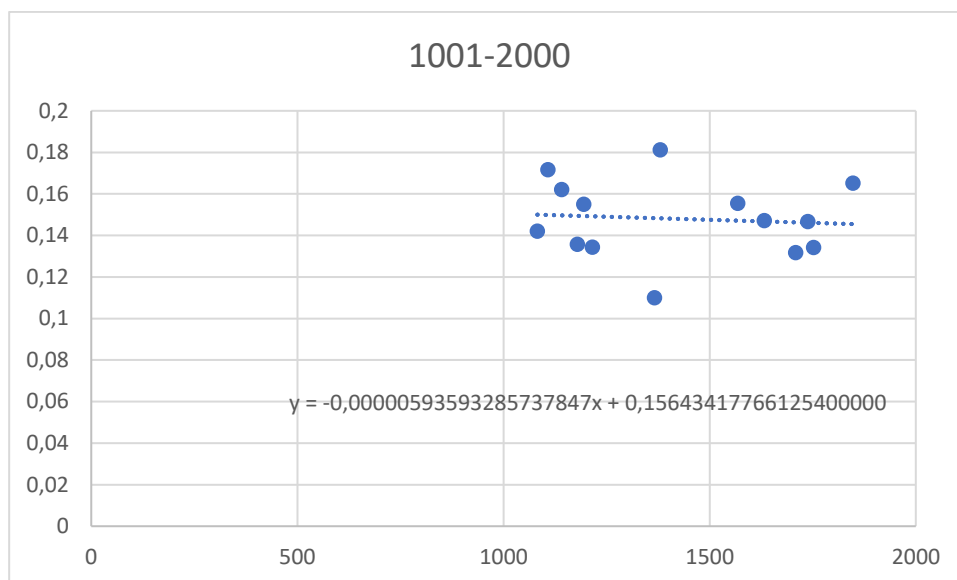
	centsantac	centriogs	centmatog	centmatos	centgoias	centdistrif
sil01	2862	2828	932	1914	1684	2053
sil02	3342	3308	1412	2394	2164	2533
sil03	3849	3815	2036	2901	2672	3040
sil04	4229	4195	2299	3281	3052	3420
sil05	4980	4946	3167	4032	3803	4171
sil06	3386	3573	1977	3039	2195	1951
sil07	2041	2227	922	1668	832	606
sil08	2808	2994	1672	2479	1617	1373

sil09	3425	3612	2245	3078	2234	1991
sil010	2994	3241	2116	2701	1866	1440
sil011	3566	3813	2524	3273	2438	2011
sil012	3192	3439	2310	2899	2064	1637
sil013	3250	3496	2193	2957	2122	1695
sil014	3071	3440	2582	3067	2264	1839
sil015	3646	3968	2840	3385	2549	2123
sil016	3385	3771	2880	3381	2591	2165
sil017	3167	3536	2643	3163	2352	1926
sil018	3220	3605	2593	3181	2346	1876
sil019	3542	3788	2660	3205	2369	1943
sil020	3592	3838	2549	3298	2467	2037
sil021	3518	3765	2490	3225	2346	1920
sil022	3406	3774	2952	3402	2666	2239
sil023	3369	3737	2991	3365	2668	2242
sil024	3384	3753	2961	3380	2645	2218
sil025	3320	3689	2904	3316	2580	2154
sil026	3530	3899	3169	3526	2830	2404
sil027	3295	3664	2832	3291	2556	2115
sil028	3239	1027	3027	3235	2538	2112
sil029	3364	3733	3162	3360	2663	2237
sil030	3070	3439	2859	3066	2370	1944
sil031	3221	3590	2879	3217	2526	2099
sil032	3032	3400	2868	3028	2331	1905
sil033	3252	3621	3104	3248	2552	2126
sil034	3028	3397	2881	3024	2328	1902
sil035	2976	3345	2828	2972	2275	1849
sil036	2773	3142	2625	2769	2073	1647
sil037	2413	2782	2143	2409	1614	1188
sil038	2643	3012	2495	2639	1943	1517
sil039	2405	2943	2096	2403	1568	1142
sil040	1584	1935	2135	1583	959	710
sil041	917	1232	1819	1016	643	734
sil042	980	1339	2015	1299	840	808
sil043	1167	1393	1512	952	336	432
sil044	921	1281	2049	1199	886	891
sil045	1059	1285	1619	952	444	534
sil046	1238	1464	1781	1158	605	608
sil047	1548	1907	2566	1915	1390	1260
sil048	1424	1783	2521	1815	1346	1215
sil049	1588	1947	2574	1923	1399	1199
sil050	1037	1397	2402	1429	1310	1175
sil051	636	853	1839	670	800	1025
sil052	723	910	1707	674	643	923
sil053	605	775	1757	487	775	1098
sil054	324	526	2033	735	1050	1284

silos55	616	764	1751	476	769	1113
silos56	315	219	2256	857	1380	1640
silos57	585	277	2586	1187	1902	2123
silos58	1668	1634	692	720	490	921
silos59	2277	2243	85	1329	1100	1465
silos60	1208	1142	1185	228	616	1046
silos61	1368	1549	1178	837	0	433
silos62	1493	1680	1235	1025	189	326
silos63	1421	1607	1368	1068	232	203
silos64	1580	1766	1177	1194	357	317
silos65	1404	1530	1386	1015	200	326
silos66	1359	1546	1270	930	95	387
silos67	1588	1814	1535	1268	432	0

Regressão linear





Para as distâncias maiores que 2000 km, o momento de frete é fixado em 0.13855 R\$/t.km.

ICMS:

	Rondônia	Acre	Amazonas	Roraima	Pará	Tocantins	Maranhão	Piauí	Ceará
sil01	173,3171	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460
sil02	173,3171	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460
sil03	118,8460	168,3652	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460
sil04	118,8460	118,8460	178,2690	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460
sil05	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460
sil06	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460
sil07	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690	118,8460	118,8460	118,8460
sil08	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690	118,8460	118,8460
sil09	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690	118,8460	118,8460
sil010	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690	118,8460
sil011	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690	118,8460
sil012	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690	118,8460
sil013	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690	118,8460
sil014	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690
sil015	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690
sil016	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690
sil017	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690
sil018	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690
sil019	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690
sil020	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690
sil021	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690

118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460	118,8460	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460	118,8460	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	168,3652	118,8460
118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	118,8460	178,2690

4. Custo de transporte para cliente interno

Distâncias por rodovias

	Porto 1	Porto 2	Porto 3	Porto 4	Porto 5	Porto 6	Porto 7	Porto 8	Porto 9	Porto 10	Porto 11
SILO1	2590	2753	3320	2833	3520	3088	1635	2101	2821	3027	2865
SILO2	3070	3233	3800	3313	3021	3567	1155	1622	2486	3507	3345
SILO3	3577	3740	4307	3820	3531	4075	1666	2132	2996	4014	3852
SILO4	3958	4121	4687	4200	3533	4455	271	2114	2978	4395	4233
SILO5	4709	4872	5438	4951	4284	5206	938	2865	3729	5146	4983
SILO6	2951	3278	4124	3357	554	3016	3299	1358	95	3610	3389
SILO7	1605	1932	2778	2011	1506	1842	3870	1807	1364	2206	2044
SILO8	2372	2699	3545	2778	628	2600	3233	1292	568	3032	2811
SILO9	2990	3317	4162	3396	20	2557	3793	1852	651	3650	3428
SILO10	2499	2867	3759	2965	690	2011	3941	1983	1187	3160	2998
SILO11	3071	3439	4331	3537	431	2452	4086	2145	1144	3732	3569
SILO12	2697	3065	3956	3163	790	1813	4135	2194	1289	3357	3195
SILO13	2754	3122	4014	3220	465	2135	3878	1938	985	3415	3253
SILO14	2535	2944	3836	3042	1062	1702	4407	2466	1561	3237	3074
SILO15	3226	3518	4486	3692	890	2163	4462	2521	1569	3887	3725
SILO16	2849	3258	4150	3356	1039	2016	4704	2626	1674	3550	3388
SILO17	2631	3040	3932	3138	996	1798	4467	2526	1587	3333	3170
SILO18	2684	3092	3984	3190	943	1850	4417	2459	1533	3385	3223
SILO19	2779	3187	4079	3512	864	1945	4347	2407	1454	3707	3545
SILO20	3096	3464	4356	3562	666	2254	4232	2291	1343	3757	3595
SILO21	3023	3315	4207	3489	693	2089	4175	2234	1282	3684	3521
SILO22	2870	3278	4170	3376	1189	2036	4776	2776	1824	3571	3409
SILO23	2833	3241	4133	3339	1341	2026	4816	2839	1886	3534	3372
SILO24	2848	3257	4149	3355	1114	2015	4694	2707	1755	3550	3387
SILO25	2784	3193	4085	3291	1280	1951	4728	2760	1808	3485	3323
SILO26	2997	3403	4295	3501	1406	2132	4934	2993	2041	3696	3533
SILO27	2759	3168	4060	3266	1177	1926	4656	2665	1713	3461	3298
SILO28	2703	3111	4003	3209	1478	1896	4851	2911	2006	3404	3242

SILO29	2828	3236	4128	3335	1536	1966	4986	3045	2140	3529	3367
SILO30	2534	2943	3835	3037	1339	1727	4683	2742	1838	3236	3074
SILO31	2685	3094	3985	3192	1239	1878	4703	2762	1829	3386	3224
SILO32	2496	2904	3796	3002	1348	1689	4693	2752	1847	3197	3035
SILO33	2716	3125	4017	3223	1604	1848	4949	3008	2103	3418	3256
SILO34	2492	2900	3792	2998	1617	1623	5016	3075	2171	3194	3032
SILO35	2440	2848	3740	2946	1534	1571	4879	2938	2033	3141	2979
SILO36	2237	2646	3538	2744	1539	1369	4884	2943	2038	2939	2777
SILO37	1880	2286	3178	2384	1526	1090	4803	2862	2025	2578	2416
SILO38	2107	2516	3408	2614	1446	1300	4791	2838	1945	2809	2646
SILO39	1872	2278	3170	2376	1553	1314	4811	2633	1996	2571	2409
SILO40	1051	1457	2349	1555	2133	847	4273	2951	2314	1749	1587
SILO41	421	779	1681	877	2720	909	3956	3109	2577	1082	920
SILO42	447	852	1744	950	2744	724	4153	3293	2702	1145	983
SILO43	672	1040	1932	1138	2412	1048	3649	2802	2274	1311	1170
SILO44	388	794	1686	892	2835	785	4226	3360	2785	1087	925
SILO45	564	932	1824	1030	2520	988	3757	2910	2378	1225	1062
SILO46	693	1111	2003	1209	2552	791	3919	3071	2502	1382	1242
SILO47	1026	1420	2312	1518	2602	8	4704	3794	3101	1713	1551
SILO48	902	1296	2188	1395	2743	134	4659	3749	3159	1589	1427
SILO49	1066	1461	2352	1559	2544	115	4712	3684	3059	1753	1591
SILO50	516	910	1802	1008	2994	137	4540	3692	3120	1203	1040
SILO51	422	558	1428	607	2921	517	3977	3129	2778	802	665
SILO52	493	615	1488	694	2801	1337	3845	2997	2659	888	726
SILO53	647	497	1326	576	2976	1488	3895	3048	2834	770	608
SILO54	550	216	1049	295	3178	1445	4171	3324	3036	489	327
SILO55	662	507	1315	587	2991	1503	3889	3042	2849	781	619
SILO56	800	465	726	416	3513	1733	4395	3547	3370	443	369
SILO57	1099	736	327	631	4081	2071	4724	3877	3899	371	535
SILO58	1396	1559	2126	1639	2626	1893	2830	1982	2315	1833	1671
SILO59	2005	2169	2735	2248	2322	2503	2601	1375	2004	2443	2280
SILO60	1080	1099	1634	1179	2900	1921	3323	2476	2752	1373	1211
SILO61	982	1260	2133	1339	2281	1393	3316	2369	2139	1534	1371
SILO62	1081	1385	2258	1464	2120	1492	3378	2281	1978	1659	1496
SILO63	985	1312	2185	1391	2053	1385	3510	2501	1910	1586	1424
SILO64	454	1471	2344	1551	1947	1509	3464	2169	1817	1745	1583
SILO65	908	1235	2109	1315	2204	1320	3524	2653	2062	1509	1347
SILO66	924	1251	2124	1330	2236	1335	3408	2467	2093	1525	1363
SILO67	1093	1461	2353	1537	2052	1239	3684	2485	1898	1732	1570

ICMS:

	porto1	porto2	porto3	porto4	porto5	porto6	porto7	porto8	porto9	porto10	porto11
SILO1	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846

SILO47	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	168,37	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO48	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	168,37	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO49	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	168,37	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO50	118,85	118,85	118,85	118,85	69,327	69,327	69,327	69,327	69,327	118,846	118,846
SILO51	178,27	118,85	118,85	118,85	69,327	69,327	69,327	69,327	69,327	118,846	118,846
SILO52	178,27	118,85	118,85	118,85	69,327	69,327	69,327	69,327	69,327	118,846	118,846
SILO53	118,85	178,27	118,85	118,85	69,327	69,327	69,327	69,327	69,327	118,846	118,846
SILO54	118,85	178,27	118,85	118,85	69,327	69,327	69,327	69,327	69,327	118,846	118,846
SILO55	118,85	178,27	118,85	118,85	69,327	69,327	69,327	69,327	69,327	118,846	118,846
SILO56	118,85	118,85	118,85	168,37	69,327	69,327	69,327	69,327	69,327	168,365	168,365
SILO57	118,85	118,85	178,27	118,85	69,327	69,327	69,327	69,327	69,327	118,846	118,846
SILO58	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO59	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO60	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO61	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO62	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO63	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO64	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO65	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO66	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846
SILO67	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,85	118,846	118,846

Rota 1: Modal rodoviário,

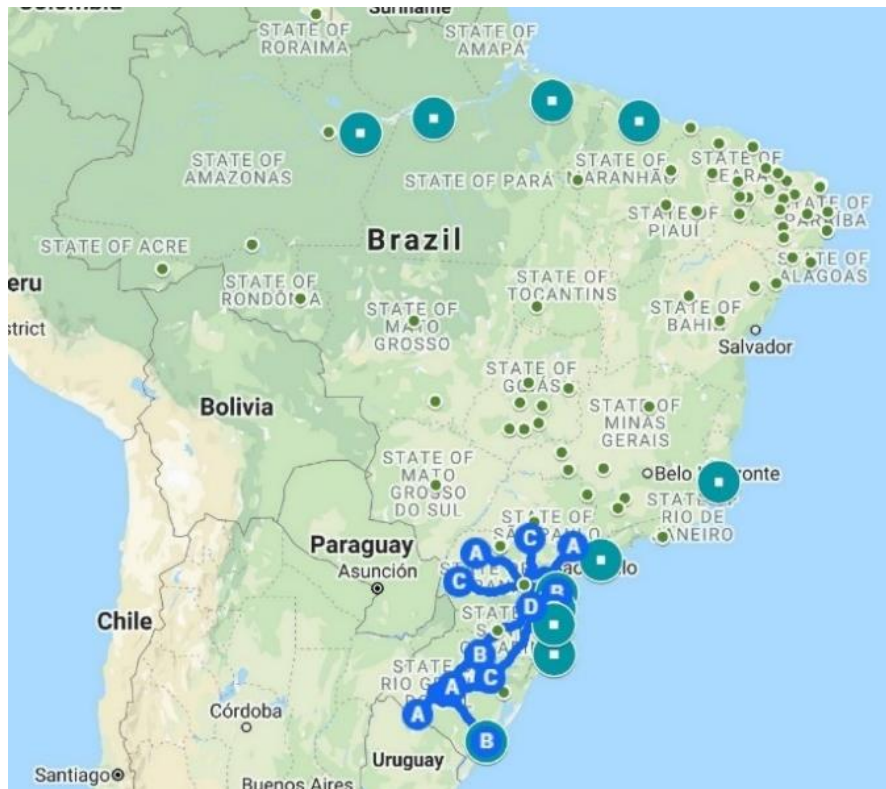
Rota 2: Modal ferroviário,

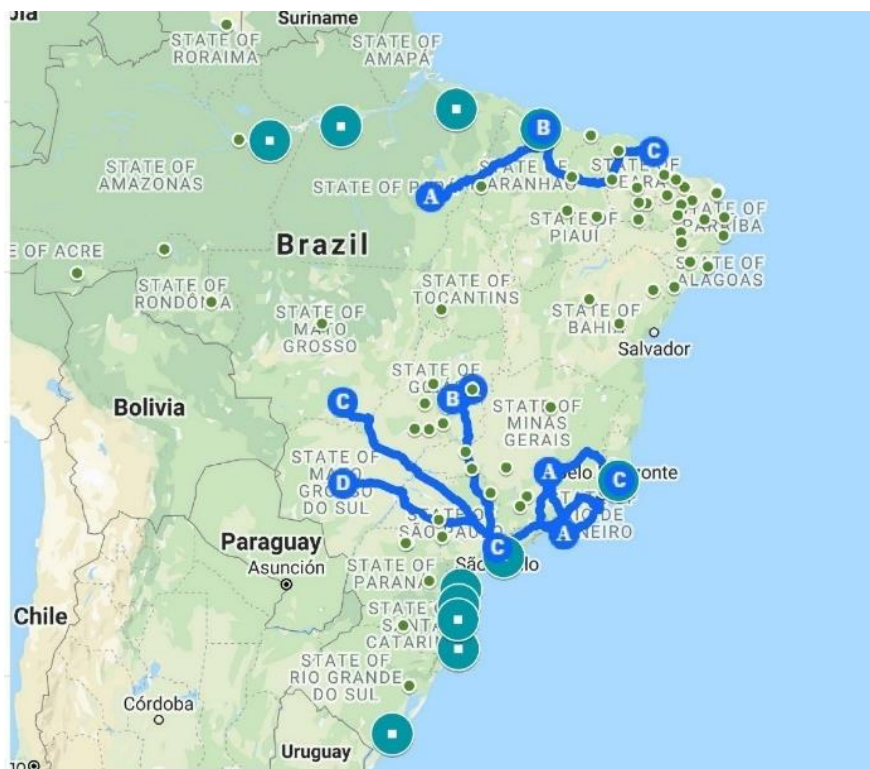
Rota 3: Bimodal, rodoviário e ferroviário,

silos8,export,rota2,portos5	240,15
silos13,export,rota2,portos5	160,10
silos15,export,rota2,portos5	186,11
silos20,export,rota2,portos5	184,90
silos21,export,rota2,portos5	174,61
silos43,export,rota2,portos1	173,24
silos45,export,rota2,portos1	174,03
silos48,export,rota2,portos6	181,72
silos49,export,rota2,portos6	181,14
silos50,export,rota2,portos1	164,23
silos50,export,rota2,portos6	118,83
silos52,export,rota2,portos1	225,71
silos54,export,rota2,portos2	200,34
silos54,export,rota2,portos4	150,82
silos56,export,rota2,portos2	164,74

silos56,export,rota2,porto3	192,62
silos56,export,rota2,porto4	207,56
silos57,export,rota2,porto3	244,33
silos58,export,rota2,porto1	203,74
silos60,export,rota2,porto1	182,84
silos67,export,rota2,porto1	182,19
silos8,export,rota3,porto5	252,15
silos15,export,rota3,porto5	265,99
silos20,export,rota3,porto5	230,52
silos21,export,rota3,porto5	227,75
silos43,export,rota3,porto1	206,29
silos50,export,rota3,porto6	153,35
silos56,export,rota3,porto2	210,70
silos56,export,rota3,porto3	255,56
silos60,export,rota3,porto1	277,88
silos67,export,rota3,porto1	267,93

Mapa das ferrovias consideradas:





5. Soluções das variáveis do Modelo 1

Área

Ano1	safra1	safra2
rondonia		126812
amazonas		262
roraima		600
para		27445
tocantins		104383
ceara		68
bahia	356168	
minasg	848268	
rioj		427
saop	417115	
parana3	76399	869855
parana4	154095	335417
parana5	130775	17990
riogs	740510	
matog1		2147083
matog3		57730
matog4		49455
matog5	14500	551338
matos	12647	
goias	238063	
distritof	28600	

Consumo interno

	Ano1	safra1	safra2
sil02	centacre	50853,68	
sil04	centamazonas	593,954	
sil05	centroraima		1500
sil07	centmaranhao	333191,2	
sil021	centpiaui		240,992
sil038	centpiaui	110783	
sil038	centceara		509077,4
sil038	centriogn		129616,5
sil038	centparaiba		112977,5
sil038	centpernamb		492769,1
sil038	centalagoas		89648,24
sil038	centsergipe		83445,21
sil040	centpiaui		127631,8
sil040	centbahia	473382,2	
sil042	centespirit0s	486335,9	
sil042	centri0j		58954,61
sil043	centminasg		137143,5
sil043	centdistritof		102656,5
sil050	centespirit0s		2132,865
sil052	centminasg		415144,2
sil053	centmatos		838359,2
sil054	centsaop		2030742
sil054	centsantac		2318204
sil054	centriogs		2131916
sil055	centmatos		55300
sil057	centparana		799068,4
sil058	centminasg		1141006
sil058	centparana		1906757
sil058	centgoias		817515
sil059	centrondonia		89382
sil059	centamazonas	86872,98	
sil059	centpara		274030,4
sil059	centtocantins		150718,5
sil059	centmatog		440546,3
sil060	centparana		118704,7
sil067	centminasg	192764	

Importação

	centroraima
	ano1
sil05	17700,96

Exportação

	Ano1		rota1	rota1	rota2	rota2
			safra1	safra2	safra1	safra2
sil02	export	porto7	491521,2			
sil06	export	porto5		84338,49		
sil07	export	porto5	58453,85			
sil041	export	porto1		10300		
sil042	export	porto1		3997731		
sil044	export	porto1		24600		
sil051	export	porto6		2276916		
sil054	export	porto1	1359193			
sil054	export	porto3	244026			
sil054	export	porto4			390065,4	
sil054	export	porto11		3506		
sil057	export	porto2		2799188		
sil057	export	porto4		619854,6		
sil057	export	porto10		525596		
sil058	export	porto1				4021606
sil059	export	porto5		628854,7		
sil059	export	porto7		401292,8		
sil059	export	porto8		735402		
sil059	export	porto9		1290593		
sil064	export	porto1	1870699			

Armazenagem extra

	ano1
sil02	535274,9
sil06	63738,49
sil07	359645
sil038	1523917
sil040	591114
sil042	4533022
sil051	2243016
sil052	384144,2
sil053	603435
sil054	4191095
sil057	4727077
sil058	5259731
sil059	3409603
sil060	70804,74
sil064	1861299
sil067	128964

6. Soluções das variáveis do Modelo 2

A – Variável de atendimento de demanda animal

	ano1
centmaranhao	248852,7
centpiaui	238655,8
centceara	509077,4
centriogn	129375,5
centparaiba	112977,5
centpernamb	492769,1

D – Variável de atendimento de demanda externa

	ano1
export	13038081

Área

	safra1	safra2
	ano1	ano1
rondonia		57728,22
para		27445
tocantins		104383
ceara		68
bahia	40338,72	
minasg	175536,8	
rioj		427
saop	352791,4	
parana3	76399	869855
parana4	154095	335417
parana5		17990
riogs	740510	
matog1		332488
matog3		57730
matog4		49455
matog5	14500	551338
matos	12647	
goias	238063	
distritof	28600	

Exportação

			rota1	rota1	rota2	rota2
			safra1	safra2	safra1	safra2
			ano1	ano1	ano1	ano1
sil051	export	porto6	2276916			
sil054	export	porto1	40084,23			
sil054	export	porto4			1009920	
sil054	export	porto11		3506		
sil057	export	porto2		1393581		
sil057	export	porto10		525596		
sil058	export	porto1				3283046
sil060	export	porto1				118704,7
sil064	export	porto1		144301,2		

Armazenagem extra

	ano1
sil01	83682
sil02	150421,6
sil06	63738,49
sil07	359645
sil038	168693,4
sil040	463482,2
sil042	535290,5
sil051	2243016
sil053	812559,2
sil054	3981971
sil057	4727077
sil058	2123756
sil059	394646,3
sil060	70804,74
sil064	168005,1
sil065	1567784
sil067	128964

Consumo interno

		safra1	safra2
		ano1	ano1
sil01	centrondonia		89382
sil02	centacre	50853,68	
sil02	centamazonas	87466,93	
sil02	centroraima	19200,96	
sil06	centmaranhao		84338,49
sil07	centpara		274030,4
sil07	centtocantins		117614,7
sil016	centriogn		240,992
sil038	centalagoas		89648,24
sil038	centsergipe		83445,21
sil040	centbahia		473382,2
sil042	centespirit0s		486335,9
sil042	centri0j		58954,61
sil043	centdistritof		102656,5
sil050	centespirit0s		2132,865
sil053	centmatos		838359,2
sil054	centsaop		2030742
sil054	centsantac		2318204
sil054	centriogs		2131916
sil055	centmatos		55300
sil057	centparana		2824530
sil058	centgoias		817515
sil059	centmatog		440546,3
sil061	centminasg		48810
sil062	centminasg		14000
sil063	centminasg		6700
sil064	centtocantins		33103,87
sil065	centminasg		1581784
sil066	centminasg		42000
sil067	centminasg		192764

ANEXOS

1. Área disponível para plantio e rendimento médio de milho

Tabela 839 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de milho, 1ª e 2ª safras						
Variável - Área plantada (Hectares) - Milho (em grão)						
Unidade da Federação	Ano x Produto das lavouras temporárias					
	2016		2017		2018	
	1ª safra	2ª safra	1ª safra	2ª safra	1ª safra	2ª safra
Rondônia	40006	126812	42048	173668	39164	146249
Acre	35014	1373	32950	1900	29090	1050
Amazonas	3658	262	3499	139	3588	24
Roraima	4530	600	-	6625	4110	5045
Pará	171016	27445	185057	81936	148125	78583
Amapá	1672	-	1679	-	1408	-
Tocantins	56875	104383	143404	83215	110565	107308
Maranhão	258433	75676	265960	204496	259042	153654
Piauí	461359	22379	421015	50663	416906	63769
Ceará	475578	68	562713	118	570184	29
Rio Grande do Norte	36866	-	35404	-	44783	-
Paraíba	83798	-	84454	-	100290	-
Pernambuco	112494	110020	70215	128793	122180	63515
Alagoas	29475	35	-	42199	-	33234
Sergipe	-	172285	-	169462	-	145126
Bahia	356168	264668	372579	240635	362792	275469
Minas Gerais	848268	370994	714957	370834	654709	395076
Espírito Santo	12608	697	12164	958	11898	2032
Rio de Janeiro	2390	427	2272	491	2134	410
São Paulo	417115	449397	411684	471079	385362	476338
Paraná	422686	2161397	497122	2339030	353636	2051111
Noroeste Paranaense (PR)	2955	154055	4764	171509	2556	166510
Norte Paraense (PR)	58462	784080	62145	837743	52983	763859
Sudoeste Paraense (PR)	76399	869855	94460	907328	49921	776201
Centro Paraense (PR)	154095	335417	202718	398500	129160	327291
Sudeste Paraense (PR)	130775	17990	133035	23950	119016	17250
Santa Catarina	360341	-	364414	-	332921	-
Rio Grande do Sul	740510	-	831221	-	706160	-
Mato Grosso do Sul	12647	1673690	30235	1802275	15781	1891763
Mato Grosso	45077	3855191	79369	4705468	50671	4367836
Norte Mato-grossense (MT)	16957	2655162	28391	3416795	14550	3098049
Nordeste Mato-grossense (MT)	4757	541506	16207	591181	7223	586293
Sudoeste Mato-grossense (MT)	6679	57730	15047	85139	10324	73341

Centro-Sul Mato-grossense (MT)	2184	49455	1924	55150	2074	64078
Sudeste Mato-grossense (MT)	14500	551338	17800	557203	16500	546075
Goiás	238063	1336478	254162	1381788	186136	1315372
Distrito Federal	28600	41563	20000	45334	27800	35800
Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal						

Tabela 839 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de milho, 1ª e 2ª safras						
Variável - Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare) - Milho (em grão)						
Unidade da Federação	Ano x Produto das lavouras temporárias					
	2016		2017		2018	
	1ª safra	2ª safra	1ª safra	2ª safra	1ª safra	2ª safra
Rondônia	2485	4277	2820	4699	2854	4269
Acre	2307	1118	2580	2228	2652	3307
Amazonas	2580	2267	2525	2283	2292	2783
Roraima	3455	2500	-	6254	4909	4851
Pará	3290	3073	3148	3533	3610	3260
Amapá	981	-	983	-	849	-
Tocantins	3325	3752	3462	4154	3669	3794
Maranhão	2205	1532	3463	3585	3852	2088
Piauí	1443	1840	3227	2852	3544	2051
Ceará	242	3544	663	4542	824	3655
Rio Grande do Norte	382	-	302	-	613	-
Paraíba	185	-	355	-	600	-
Pernambuco	228	71	448	374	358	509
Alagoas	1512	600	-	1211	-	1924
Sergipe	-	1591	-	4985	-	3189
Bahia	4291	1497	4491	2603	5875	1238
Minas Gerais	6388	2555	7140	5051	7219	5289
Espírito Santo	2826	3850	2741	4041	2774	4452
Rio de Janeiro	2277	4995	2525	5134	2310	5785
São Paulo	6454	4244	6661	5181	6805	3930
Paraná	8025	4892	9427	5496	8763	4732
Noroeste Paranaense (PR)	3726	3877	4345	4791	4130	3602
Norte Paraense (PR)	6624	3917	7573	5494	7113	4401
Sudoeste Paraense(PR)	8960	5278	10135	5181	9742	5161
Centro Paraense (PR)	8836	5031	10768	5381	10002	4853
Sudeste Paraense (PR)	7213	5744	7800	5387	8022	5259
Santa Catarina	7022	-	8285	-	7732	-
Rio Grande do Sul	6406	-	7298	-	6539	-
Mato Grosso do Sul	9386	3549	9110	5299	8700	3872
Mato Grosso	5746	4086	6513	6253	6087	5923
Norte Mato-grossense (MT)	4786	4102	6337	6342	5201	5966
Nordeste Mato-grossense (MT)	3815	3265	5633	5826	6203	5783

Sudoeste Mato-grossense (MT)	4571	4683	5753	5694	4242	5380
Centro-Sul Mato-grossense (MT)	3576	5065	5100	6060	4486	5815
Sudeste Mato-grossense (MT)	8369	4598	8389	6269	8173	5917
Goiás	7858	3582	8062	5763	8267	5678
Distrito Federal	6740	2399	8400	6457	8100	4676
Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal						

2. Localização e capacidade dos silos

Fonte: CONAB

Silo1: CACOAL

AVENIDA CASTELO BRANCO Nº 707- BAIRRO INCRA

CEP: 78976-055 CACOAL - RONDÔNIA

Fone: (69) 3443-6504

Fax: (69) 3441-1248

E-mail: ro.ua-cacoal@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0404-84

Inscr.Estadual: 1035533

CDA: 69.0287.0132-9 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 2.200 t

CDA: 69.0287.0131-0 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 3.500 t

Silo2: PORTO VELHO

ESTRADA DO TERMINAL Nº172 BAIRRO: PANAIR

CEP: 76.801-371 PORTO VELHO - RONDÔNIA

Fone/Fax: (69) 3316-8421

E-mail: ro.ua-portovelho@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0009-38

Inscr.Estadual: 0000333042

CDA: 69.0287.0033-0 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 7.100 t

Silo3: RIO BRANCO

ROD AC 40 KM 05 S/N - Distrito Industrial

CEP: 78918-001 RIO BRANCO - ACRE

Fone: (68) 3221-8976; 3221.8921

E-mail: ac.ua-riobranco@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0421-85

Inscr.Estadual: 01.000.290/005-79

CDA: 69.0287.0002-6 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 600 t

Silo4: MANAUS

Av. Ministro Mário Andreaza, 2196-Distrito Industrial

CEP: 69075-830 MANAUS - AMAZONAS

Fone: (92) 3237.6288/3237.1293

Fax: (92) 3613-2454

E-mail: am.ua-manauas@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0080-84

Inscr.Estadual: 041143124

CDA: 37.0287.0023-5 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 2.100 t

CDA: 37.0287.0022-7 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 2.700 t

Silo5: BOA VISTA

Avenida Venezuela, nº 1120 - Portão A - Bairro Mecejana

CEP: 69309-695 - BOA VISTA - RORAIMA

Fone: (95) 3224-7599, (95) 3224-7599

Fax: (95) 3623-1874

E-mail: rr.ua-boavista@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0451-09

Inscrição Estadual: 24.013946-6

CDA: 75.0287.0003-3 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 3.500 t

CDA: 75.0287.0013-0 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 1.600 t

CDA: 75.0287.0014-9 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 2.000 t

CDA: 75.0287.0018-1 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 1.600 t

Silo6: ANANINDEUA

ESTRADA MOCAJATUBA KM 05 , s/nº Distrito Industrial

CEP: 67030-180 ANANINDEUA - PARÁ

Fone/Fax: (91) 3250-3008

E-mail: pa.ua-ananindeua@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0079-40

Inscr.Estadual: 151584214

CDA: 57.0287.0063-9 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 8.900 t

CDA: 57.0287.0070-1 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 8.900 t

CDA: 57.0287.0044-2 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 2.800 t

Silo7: FORMOSO DO ARAGUAIA

ESTRADA DA FAZENDA DOS RANCHOS 02 KM 2,5

CEP: 77470-000 FORMOSO DO ARAGUAIA, TOCANTINS

Fone/Fax: (63) 3357-9002

E-mail: to.ua-rioformoso@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0324-65

Inscr.Estadual: 290523133

CDA: 80.0287.0017-0 Espécie: Granel Tipo: Silos Capac.Estática: 28.000 t

CDA: 80.0287.0013-7 Espécie: Convencional Tipo: Convencional Capac. Estática: 4.000 t

Silo8: IMPERATRIZ

Gerente: Maria de Fatima Vieira da Silva

BR 010, KM 1340 - Ferrovia

CEP: 65.903-270 - Imperatriz, MA

Fone/Fax: (99) 3523-5993

E-mail: ma.ua-imperatriz@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0413-75

Inscrição Estadual: 12113448-2

CDA: 49.0287.0221-5 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 7.000t

CDA: 49.0287.0215-0 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 8.500 t

CDA: 49.0287.0213-4 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 8.500 t

CDA: 49.0287.0212-6 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 8.500 t

CDA: 49.0287.0214-2 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 8.500 t

Silo9: SÃO LUÍS/TIRIRICAL

Gerente: José Faria Pereira

BR 135, KM 01 – Bloco B - Pátio da RFFSA - Tirirical

CEP: 65.055-215 - São Luís, MA

Fone: (98) 3245-2064

Fax: (98) 3244-3511

E-mail: ma.ua-saoluis@conab.gov.br - ma.uc-saoluis@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0374-24

Inscr. Estadual: 121693015

CDA: 49.0287.0224-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 4.500t

Silo10: FLORIANO

Gerente: Paulo Ribeiro da Silva

BR 343, s/n - Bairro Meladão

CEP: 64.800-000 - Floriano, PI

Fone: (89) 3522-4460

E-mail: pi.ua-floriano@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0424-28

Inscr. Estadual: 19.453.132-5

CDA: 65.0287.0054-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 4.300t

Silo11: PARNAÍBA

Gerente: Diogo Caetano Oliveira

BR 343, KM 13, Bloco B - Bairro de Fátima

CEP: 64.202-220 - Parnaíba, PI

Fone: (86) 3321-2152

E-mail: pi.ua-parnaiba@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0410-22

Inscr. Estadual: 19519678

CDA: 65.0287.0121-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 4.100t

Silo12: PICOS

Gerente: Francisco Gomes Sobrinho

Avenida Senador Helvidio Nunes, nº 2810 - Bairro Junco

CEP: 64.607-760 - Picos, PI

Fone/Fax: (89) 3422-4277

E-mail: pi.ua-picos@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0409-99

Inscr. Estadual: 194519651

CDA: 65.0287.0034-6 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 3.200t

Silo13: TERESINA

Gerente: Dônavan Holanda Nolêto

1º Distrito Industrial, s/nº - Parque Piauí

CEP: 64.025-050 - Teresina, PI

Fone/Fax: (86) 3227-1134

E-mail: pi.ua-teresina@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0207-00

Inscr. Estadual: 194177688

CDA: 65.0287.0117-2 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 4.000t

CDA: 65.0287.0042-7 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 4.100t

CDA: 65.0287.0110-5 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 4.200t

Silo14: JUAZEIRO DO NORTE

Gerente: Eliene Batista Alves

Avenida Padre Cicero, km 04

CEP: 63.010-020 - Juazeiro Do Norte, CE

Fone/Fax: (88) 3571-4119

E-mail: ce.ua-juazeirodonorte@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0411-03

Inscr. Estadual: 06682964-0

CDA: 45.0287.0038-4 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 4.900t

Silo15: MARACANAÚ

Gerente: Davi Azim Filho

Avenida Parque Norte II, s/n, Distrito Industrial I

CEP: 61.939-180 - Maracanaú, CE

Fone/Fax: (85) 3293-1681

E-mail: ce.ua-maracanau@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0110-34

Inscr. Estadual: 06833238-6

CDA: 45.0287.0129-1 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 8.800t

CDA: 45.0287.0141-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 8.800t

CDA: 45.0287.0109-7 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 6.300t

CDA: 45.0287.0132-1 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 6.300t

Silo16: RUSSAS

Gerente: Joaquim Edson Façanha Ramalho

Rodovia BR 116, km 04

CEP: 62.900-000 - Russas, CE

Fone/Fax: (88) 3411.2737

E-mail: ce.ua-russas@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0425-09

Inscr. Estadual: 66916062

CDA: 45.0287.0093-7 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 3.500t

Silo17: ICÓ

Gerente: José Cândido da Silva

Rodovia Icó-Iguatu - CE 282 - Dep. Tarcísio Monteiro - Conjunto Gama KM 2

CEP: 63.430.000 - Icó, CE

Celular do Gerente: (88) 9618-5118

Telefone/Fax: (88) 3561-2538

E-mail: ce.ua-ico@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0483-88

Inscrição Estadual: 06.555.310-1

CDA: 45.0287.0156-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Metálico - Capacidade: 3.000 t

Silo18: IGUATÚ

Gerente: Lúcia Neide de Araújo

Rodovia Iguatu/Campos Sales s/n - Alto do Cocobó

CEP: 63.500-000 - Iguatu, CE

Fone/Fax: (88) 3581-1017

E-mail: ce.ua-iguatu@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0191-08

Inscr. Estadual: 068199090

CDA: 45.0287.0031-7 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 3.500t

Silo19: SENADOR POMPEU

Gerente: Olavo Nunes Dourado

Rua Samuel Cambraia, 114 - Centro

CEP: 63.600-000 - Senador Pompeu, CE

Fone/Fax: (88) 3449-0167

E-mail: ce.ua-senadorpompeu@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0415-37

Inscr. Estadual: 66823218

CDA: 45.0287.0061-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 3.200t

Silo20: SOBRAL

Gerente: Vicente de Paulo Costa Lourenço

Rua Galdino Araújo, nº 149 - Alto Do Cristo

CEP: 62.030-430 - Sobral, CE

Fone/Fax: (88) 3611-3077

E-mail: ce.ua-sobral@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0412-94

Inscr. Estadual: 0668.562-56

CDA: 45.0287.0062-7 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 4.800t

Silo21: CRATEÚS

Gerente: Eraldo de Farias

Avenida Sargento Hermínio, 1071 - Centro

CEP: 63.700-000 - Crateús, CE

Fone/Fax: (88) 3691.0095

E-mail: ce.ua-crateus@conab.gov.br

CNPJ:26.461.699/0456-05

Inscr. Estadual: 68494700 / 61936049

CDA: 45.0287.0009-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 3.300t

Silo22: AÇU

Gerente: Tiago Nobre das Chagas

Avenida Senador João Câmara, s/n - Centro

CEP: 53.650-000 - ASSU, RN

Fone: (84) 3321.3645

E-mail: rn.ua-assu@conab.gov.br

CNPJ: 26461699/0436-61

Inscr. Estadual: 202016684

CDA: 6802870001-4 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 3.200 t

Silo23: CURRAIS NOVOS

Gerente: João Maria de Oliveira

Avenida Presidente Getúlio Vargas, nº 3.379

CEP: 59.380-000 - Currais Novos, RN

Fone: (84) 3431-1444

E-mail: rn.ua-curraisnovos@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0464-15

Inscr. Estadual: 20.203.302-3

CDA: 6802870009-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 3.500 t

Silo24: MOSSORÓ

Gerente: Kerginaldo da Costa

Rua José Leite, nº 10, Santo Antônio

CEP: 59.619-000 - Mossoró, RN

Fone/Fax: (84) 3321-3645

E-mail: rn.ua-mossoro@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0418-80

Inscr. Estadual: 200945181

CDA: 68.0287.0016-2 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 3.200t

Silo25: CAICÓ

Gerente: Walter Fonseca dos Santos

Rua Ruy Martiz, nº 455 - Bairro Boa Passagem

CEP – 59.300-970 - Caicó, RN

Telefone: (84) 3417-1861

Tele/fax: (84) 3417-1861

E-mail: rn.ua-caico@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0484-69

Inscr. Estadual: 20.245.990-0

CDA: 68.0287.0073-1 - Espécie: Convencional - Tipo: Metálico - Capac. Estática: 3.000 t

Silo26: NATAL/CAIAPÓS

Gerente: Zozimara Silva Santos

Av. dos Caiapós, nº 8200 - Cidade Satélite

CEP: 59.067-400 - Natal, RN

Fone: (84) 3218-4020

E-mail: rn.ua-natal@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0465-04

Inscr. Estadual: 20203711-8

CDA: 68.0287.0053-7 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 8.800t

NATAL

Gerente: José Onildo de Araújo

Av. Jeronimo Câmara, nº 1814 - Lagoa Nova

CEP: 59.060-300 - Natal, RN

Fone: (84) 3231-4530 Fax (84) 4006-7616

E-mail: rn.ua-natal@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0114-68

Inscr. Estadual: 20.014.520-7

CDA: 68.0287.0054-5 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 5.000t

Silo27: UMARIZAL

Gerente: José Valdenicio Ferreira da Silva

Rua Serra dos Martins, 211, Centro

CEP: 59865-000 - Umarizal/RN

Fone: (84) 3397-2814

E-mail: rn.ua-umarizal@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0489-73

Inscr. Estadual: 20.278.963-2

CDA: 66.0287.0086-3 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 3.500t

Silo28: CAMPINA GRANDE

Gerente: Eduardo Cassen

Av. Assis Chateaubriant, n° 4885

CEP: 58.105-421 - Campina Grande, PB

Fone/Fax: (83) 3331-2739/3331.4672

E-mail: pb.ua_campinagrande@terra.com.br

CNPJ: 26.461.699/0416-18

Inscr. Estadual: 16061478-3

CDA: 58.0287.0005-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 7.000t

Silo29: JOÃO PESSOA

Gerente: Mariza das Dores Barbosa

Rua Projetada Y2, n° 225 - Distrito Industrial

CEP: 58.082-025 – João Pessoa, PB

Fone: (83) 3233-3525 - 3233-1702

E-mail: pb.uajoaopessoa@terra.com.br

CNPJ: 26.461.699/0038-72

Inscr. Estadual: 160686733

CDA: 58.0287.0050-5 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 8.900t

Silo30: MONTEIRO

Gerente: Bruno Eduardo Dias Oliveira

Rua Antenor Navarro, s/n – Centro CDA N.

CEP: 58.500-000 - Monteiro, PB

Fone: (83) 3351-2828

Tele/fax: (83) 3351-2089

CNPJ: 26.461.699/0476-59

Inscr. Estadual: 16.161.326-8

E-mail: pb.ua-monteiro@conab.gov.br

CDA: 58.0287.00211 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática 3.500 t

Silo31: PATOS

Gerente: Santiago Jorge Sá Silva

BR 230, Km 332, Fazenda Trapiá, n° 3312 - Zona Rural

CEP: 58.700-000 - Patos, PB

Fone: (83) 3421-1329

Tele/fax: (83) 3421-1329

CNPJ: 26.461.699/0477-30

Inscr. Estadual: 16.161.374-8

E-mail: pb.ua-patos@conab.gov.br

CDA: 58.0287.00491 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática 2.800 t

Silo32: ARCO VERDE

Gerente: Adelmo Ivan dos Santos

Avenida José Bonifácio, nº 1056 - São Cristovão

CEP: 56.512-000 - Arco Verde, PE

Fone: (87) 3821-0255

Fax: (87) 3821-0742

E-mail: pe.ua-arcoverde@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0414-56

Inscr. Estadual: 030447267

CDA: 59.0287.0044-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 1.800t

Silo33: RECIFE

Gerente: Joaquim Marques da Silva

Estrada do Barbalho, nº 960 - Iputinga

CEP: 50.690-000 - Recife, PE

Fone: (81)-3453-0613

Fax: (81)-3453-1344

E-mail: pe.ua-recife@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0047-63

Inscr. Estadual: 181001715129

CDA: 59.0287.0018-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 3.600t

CDA: 59.0287.0041-4 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 4.900t

CDA: 59.0287.0042-2 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 18.100t

Silo34: MACEIÓ

Gerente: Alberthson Rodrigues Houly

Rua Tobias Barreto, s/n - Bebedouro

CEP: 57.013-000 - Maceió, AL

Fone: (82) 3241-0581

E-mail: al.ua-maceio@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0401-31

Inscr. Estadual: 241045932

CDA: 36.0287.0002-4 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 2.800t

Silo35: PALMEIRA DOS ÍNDIOS

Gerente: Erivaldo Vieira de Souza

Rua Manoel Orígenes de Oliveira - Paraíso, 105

CEP: 57.602-050 - Palmeiras dos Índios, AL

Fone: (82) 3241-0838

E-mail: al.ua-palmeirasindios@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0482-05

Inscrição Estadual: 24237273-2

CDA: 36.0287.0016-4 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 3.200t

Silo36: ITABAIANA

Gerente: Flávio José dos Santos Neto

Av. Walter Franco, n° 382 - Centro

CEP: 49.500-000 - Itabaiana, SE

Fone/Fax: (79) 3431-3022

E-mail: se.ua-itabaiana@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0062-00

Inscr. Estadual: 270793437

CDA: 78.0287.0002-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 3.200t

Silo37: ITABERABA

Gerente: Francisca Celina de Assis Wanderley Miranda

BR 242, KM 90, Lote 101 A 106 - Loteamento Cidade De Deus

CEP: 46.880-000 – Itaberaba, BA

Fone/Fax: (75) 3251-2533 - 3251-1695

E-mail: ba.ua-itaberaba@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0429-32

Inscr. Estadual: 66495644

CDA: 39028700320 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 2.030 t

Silo38: RIBEIRA DO POMBAL

Gerente: Raildo Felisberto Santos

Estrada da Mirandela, KM 05 – BA 410

CEP: 48.400-000 - Ribeira Do Pombal, BA

Fone: (75) 3276.1956

E-mail: ba.ua-ribeirapombal@conab.gov.br -- ba.sureg@conab.gov.br;

CNPJ: 26.461.699/0459-58

Inscr. Estadual: 69.642.773

CDA: 39.0287.00282 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 4.400 t

Silo39: IRECÊ

Gerente: Geocassia de Oliveira Santana

Estrada Irecê - Ibititá, BA 433, KM 2,5

CEP: 44.900-000 – Irecê, BA

Fone/Fax: (74) 3641-3392 – 3641-3174

E-mail: ba.ua-irece@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0149-98

Inscr. Estadual: 71900619

CDA: 39.0287.0014-2 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 6.300t

CDA: 39.0287.0015-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 6.300t

CDA: 39.0287.0004-5 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 2.700t

CDA: 39.0287.0003-7 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 2.700t

CDA: 39.0287.0002-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 2.700t

CDA: 39.0287.0005-3 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 2.700t

Silo40: MONTES CLAROS

Gerente: Pedro Augusto Escobar

Rua Francisco Peres de Souza, 381 - Bairro Vila Exposição

CEP : 39.400-287 - Montes Claros, MG

Fone: (38) 3215-1511

Fax: (38) 3215-1051

E-mail: mg.ua-montesclaros@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0403-01

Inscr. Estadual: 4337450132080

CDA: 54.0287.0012-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 2.200t

CDA: 54.0287.0024-3 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 3.600t

CDA: 54.0287.0025-1 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 4.100t

Silo41: SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO

Gerente: Marcel de Mello Innocentini

Rua Delmira Andrade F. Westin, s/nº - Jardim Bernardete

CEP: 37.950-000 - São Sebastião do Paraíso, MG

Fone/Fax: (35) 3531-1340

E-mail: mg.ua-ssparaiso@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0392-06

Inscr. Estadual: 647745131354

CDA: 54.0287.0018-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 10.300t

Silo42: PERDÕES

Gerente: Renato Barbosa de Andrade

BR 381, KM 665 - Fernão Dias

CEP:37.260-000 - Perdões, MG

Fone/Fax: (35) 3864-7204

E-mail: mg.ua-perdoes@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0200-25

Inscr. Estadual: 4997450131750

CDA: 54.0287.0022-7 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 10.000t

Silo43: UBERLÂNDIA

Gerente: Gabriel Moraes Costa

Rua Geraldo Moreira e Silva, nº 2630 - Distrito Industrial

CEP: 38.400-110 - Uberlândia, MG

Fone: (34) 3213-2348/3213-1644/3213-2171/3213-2072/3213-2001

Fax: (34) 3213-2335

E-mail: mg.ua-uberlandia@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0121-97

Inscr. Estadual: 7027450130875

CDA: 54.0287.0001-4 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 6.000t

CDA: 54.0287.0004-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 6.000t

CDA: 54.0287.0003-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 12.000t

CDA: 54.0287.0002-2 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 18.000 t

CDA: 54.0287.0005-7 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 97.800 t

CDA: 54.0287.0038-3 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 100.000 t

Silo44: VARGINHA

Gerente: Juscelino Dias Leal

Alameda do Café, nº 1.000 – Bairro Jardim Anderê

CEP: 37.026-400 - Varginha, MG

Fone/FAX: (35) 3214-1992

E-mail: mg.ua-varginha@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0398-00

Inscr. Estadual: 7077450131570

CDA: 54.0287.0019-7 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 24.600t

Silo45: UBERABA

Gerente: Manoel Cenção Pereira da Mota Filho

Rua 04, nº 315, Quadra 01, Lote 05 - Distrito Industrial II

CEP: 38.056-590 - Uberaba, MG

Fone: (34) 3313-6018/3313-6023/3313-6055

Fax: (34) 3313-6021

E-mail: mg.ua-uberaba@conab.gov.br;

CNPJ: 26.461.699/0120-06

Inscr. Estadual: 7017450130395

CDA: 54.0287.0006-5 - Espécie: Granel - Tipo: Silos - Capac. Estática: 25.800 t

Silo46: CAMPOS ALTOS

Gerente: Francisca das Graças Andalécio Batista Gontijo

Av. Newton Ferreira de Paiva, nº 38 - Bairro N. Sra. Aparecida

CEP: 38.970-000 - Campos Altos, MG

Fone: (37) 3426-1676

E-mail: mg.ua-camposaltos@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0402-12

Inscr. Estadual: 1157450131957

CDA: 54.0287.0021-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 10.000t

Silo47: VITÓRIA/CAMBURI

Gerente: Júlio César Rodrigues

Rua Comissário Octávio Queiroz - Jardim da Penha

CEP: 29.060-270 - Vitória, ES

Fone: (27) 3227-3144

Fax: (27) 3315-9665

E-mail: es.ua-camburi@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0399-82

Inscr. Estadual: 082050112

CDA: 47.0287.0010-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 41.600t

Silo48: CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Gerente: Julieder Goronci Cochetto

Av. Domingos Alcino Dadalto

CEP: 29.315-314 – Cachoeiro de Itapemirim, ES

Fone/ Fax: (27) 3223-2892

E-mail:

CNPJ: 26.461.699/0491-98

Inscr. Estadual: 082979677

CDA: 47.0287.0015-1 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 27.500t

Silo49: COLATINA

Gerente: Julieder Goronci Cochetto

BR 259 KM 50 - Benjamin Carlos dos Santos

CEP: 29.700-000 - Colatina, ES

Fone: (27) 3721-4911

Fax: (27) 3721-5672

E-mail: es.ua-colatina@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0385-87

Inscr. Estadual: 08201726-3

CDA: 47.0287.0007-0 - Espécie: Convenc.- Tipo: Próprio para café - Capac. Estática: 2.920 t

CDA: 47.0287.0011-9 - Espécie: Convenc.- Tipo: Próprio para café - Capac. Estática:40.820 t

CDA: 47.0287.0017-8 - Espécie: Convenc.- Tipo: Próprio para café - Capac. Estática:30.860 t

Silo50: RIO DE JANEIRO/LYRA TAVARES

Gerente: Ladimir Correa Costa

Rua Sargento Silvio Hollenback, n° 220

CEP: 21.530-200 - Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 3847-2108/3847 - 2119/3847-2092

E-mail: rj.ua-lyratavares@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0096-41

Inscr. Estadual: 82098240

CDA: 67.0287.0008-3 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 13.400t

CDA: 67.0287.0007-5 - Espécie: Convencional - Tipo: Depósito - Capac. Estática: 13.400 t

Silo51: BERNARDINO DE CAMPOS

Gerente: Valdir Rodrigues

Rua Manoel Augusto Plantiel, s/n

CEP: 18.960-000 - Bernardino de Campo, SP

Fone/Fax: (14) 3346-2557

E-mail: sp.ua-bernardino@conab.gov.br

CNPJ: 264616990428-51

Inscr. Estadual: 212058854119

CDA: 79028700206 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 33.900 t

Silo52: GARÇA

Gerente: Rubens Cruz Praude

Av. Dr. Gastão Vidigal, n° 360 - Vila Salgueiro

CEP: 17.400-000 - Garça, SP

Fone/Fax: (14) 3406-4077

E-mail: conabspuagarça@terra.com.br

CNPJ:26.461.699/0396-30

Inscr. Estadual: 131851020

CDA: 79.0287.0012-5 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 31.000t

Silo53: CAMBÉ

Gerente: Jorge Luiz Silva Raposo

Rua Belo Horizonte, n° 2726

CEP: 86.181-020 - Cambé, PR

Fone: (43) 3254-3200

E-mail: pr.ua-cambe@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0053-01

Inscr. Estadual: 61100663-23

CDA: 66.0287.0061-1 - Espécie: Granel - Tipo: Silos - Capac. Estática: 25.800 t

Silo54: PONTA GROSSA

Gerente: Sérgio Roberto Piaskowski

BR 376, KM 510

CEP: 84.043-450 – Ponta Grossa, PR

Fone: (42) 3228-1133 / 3228-1145

E-mail: pr.ua-pontagrossa@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0054-92

Inscr. Estadual: 201.08072-07

CDA: 66.0287.0068-9 - Espécie: Granel - Tipo: Silos - Capac. Estática: 20.000 t

CDA: 66.0287.0030-1 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 50.000 t

CDA: 66.0287.0056-5 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 50.000 t

CDA: 66.0287.0064-6 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 75.000 t

CDA: 66.0287.0052-2 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 75.000 t

CDA: 66.0287.0067-0 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 75.000 t

CDA: 66.0287.0059-0 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 75.000 t

Silo55: ROLÂNDIA

Gerente: Mário Flor do Nascimento

Rua Tapajós, n° 761 – Jardim Monte Carlo

CEP: 86.604-068 - Rolândia, PR

Fone: (43) 3255-5339 / 3256-2951

Fax: (43)3256-2951

E-mail: pr.ua-rolandia@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0325-46

Inscr. Estadual: 90101362-42

CDA: 66.0287.0077-8 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 55.300t

Silo56: HERVAL D'OESTE

Gerente: Edelson de Azevedo Lucena

Rua Dorival de Brito e Silva, nº 62 - Centro

CEP: 89.610-000 - Herval D'Oeste, SC

Fone: (49) 3554-1491

Fax: (49) 3554-0766

E-mail: sc.ua-hervaldoeste@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0049-25

Inscr. Estadual: 2500497867

CDA: 77.0287.0010-2 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 900 t

CDA: 77.0287.0009-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 1.400t

CDA: 77.0287.0008-0 - Espécie: Granel - Tipo: Silos - Capac. Estática: 5.000 t

Silo57: CANOAS

Gerente: Carlos Volmar Jaques Lanes

Rua Santo Antônio - Mato Grande

CEP: 92.320-210 - Canoas, RS

Fone: (51) 3472-3333

Fax: (51) 3472-3250

E-mail: rs.uf-canoas@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0178-22

Inscr. Estadual: 0240259181

CDA: 76.0287.0237-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 16.630t

Silo58: RONDONÓPOLIS

Gerentes: Humberto Clovis Kothe

BR 364, KM 199, 10 LE, s/n - Zona Rural

CEP: 78.710-129 - Rondonópolis, MT

Fone: (66) 3421-7017

Fax: (66) 3424-0333

E-mail: mt.ua-rondonopolis@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0021-24

Inscr. Estadual: 131.142.90-9

CDA: 56.0287.0214-5 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 2.300t

CDA: 56.0287.0067-3 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 2.400t

CDA: 56.0287.0068-1 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 2.400t

CDA: 56.0287.0069-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 2.400t

CDA: 56.0287.0204-8 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc. - Capac. Estática: 3.600t

CDA: 56.0287.0045-2 - Espécie: Granel - Tipo: Bateria de Silos - Capac. Estática: 10.000 t

CDA: 56.0287.0080-0 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 13.800 t

CDA: 56.0287.0094-0 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 13.800 t

CDA: 56.0287.0082-7 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 13.800 t

CDA: 56.0287.0096-7 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 13.800 t

CDA: 56.0287.0083-5 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 13.800 t

Silo59: SORRISO

Gerente: Roseli Slaviero Laux

Avenida Idemar Riedi, nº 10.790 - Bairro Industrial

CEP: 78.890-000 - Sorriso,MT

Fone: (66) 3544-1247, Fax: (66) 3544-4404

E-mail: mt.ua-sorriso@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0008-57

Inscr. Estadual: 13.116.127-0

CDA: 56.0287.0062-2 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 4.900 t

CDA: 56.0287.0024-0 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 4.900 t

CDA: 56.0287.0203-0 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 8.500 t

CDA: 56.0287.0100-9 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 13.800 t

CDA: 56.0287.0099-1 - Espécie: Granel - Tipo: Graneleiro - Capac. Estática: 13.800 t

Silo60: CAMPO GRANDE

Gerente: Aguinaldo Moraes Dias

Av. Principal 2, nº 20 - Núcleo Industrial

CEP: 79.108-550 - Campo Grande, MS

Fone: (67) 3391-1375/3391-0519

Fone/Fax: (67) 3391-1155

E-mail: ms.ua-campogrande@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0128-63

Inscr. Estadual: 282662316

CDA: 55.0287.0196-5 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 2.600t

CDA: 55.0287.0010-1 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 3.500t

CDA: 55.0287.0011-0 - Espécie: Granel - Tipo: Silos - Capac. Estática: 16.000 t

CDA: 55.0287.0040-3 - Espécie: Granel - Tipo: Silos - Capac. Estática: 25.800 t

Silo61: RIO VERDE

Gerente: Sidnei de Souza e Silva

BR-452 KM 01, s/n - Setor Industrial

CEP: 75.901-040 - Rio Verde, GO

Fone: (64) 3612-1130/3612-1319

Fax: (64) 3612-1319

E-mail: go.ua-rioverde@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0026-39

Inscr. Estadual: ISENTO

CDA: 48.0287.0064-8 - Espécie: Granel - Tipo: Bateria de Silos - Capac. Estática: 41.060 t

CDA: 48.0287.0068-0 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 7.750t

Silo62: SÃO LUIZ DE MONTES BELOS

Gerente:

Rua Rio da Prata, nº 1804 - Vila Eduarda

CEP: 76.100-000 - São Luiz de Montes Belos, GO

Fone: (64) 3671-1120/Fax: 3671-3742

E-mail: go.ua-slmontesbelos@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0139-16

Inscrição Estadual: 10224626-2

CDA: 48.0287.0245-4 - Espécie: Granel - Tipo: Silos Telcon - Capac. Estática: 14.000 t

Silo63: GOIÂNIA

Gerente: Fernando Wilson Ferrante

Av. Prof. Venerando de Freitas Borges, nº 150 - Setor Jaó

CEP: 74.673-010 - Goiânia, GO

Fone/Fax: (62) 3232-4405 - 3232-4407 - 3232-4408

E-mail: go.ua-goiania@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0406-46

Inscr. Estadual: 103623612

CDA: 48.0287.0279-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 6.700t

Silo64: ITAPURANGA

Gerente: Lindomar Silva da Costa

Av. Pres. Tancredo De Almeida Neves, s/n - Setor Central

CEP: 76.680-000 - Itapuranga, GO

Fone: (62) 3355-1250

FAX: (62)3312-1803

E-mail: go.ua-itapuranga@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0209-63

Inscr. Estadual: 10217873-9

CDA: 48.0287.0280-2 - Espécie: Convencional - Tipo: Estrutural - Capac. Estática: 2.400 t

CDA: 48.0287.0029-0 - Espécie: Granel - Tipo: Bateria de Silos - Capac. Estática: 7.000 t

Silo65: PONTALINA

Gerente: Eliana Fernandes Ferreira

Rua São Benedito, s/n - Setor Industrial

CEP: 75.620-000 - Pontalina, GO

Fone: (64) 3471-1426

Fax: (64) 3471-3036

E-mail: go.ua-pontalina@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0025-58

Inscr. Estadual: ISENTO

CDA: 48.0287.0056-7 - Convencional Granel - Tipo: Silos Telcon - Capac. Estática: 14.000 t

Silo66: PORTEIRÃO

Gerente: Iolando do Rosário Nunes

Av. Rio dos Bois, s/n

CEP: 75.603-000 - Porteirão, GO

Fax: (64) 3643-1273

Fone: (64) 3643-1397

E-mail: go.ua-porteirao@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0318-17

Inscr. Estadual: 10251057-1

CDA: 48.0287.0285-3 - Espécie: Granel - Tipo: Bateria de Silos - Capac. Estática: 42.000 t

Silo67: BRASÍLIA – CONVENCIONAIS

Gerente: Queli Silvério Fernandes

SIA SUL - Trecho 05 - Lotes 300 - 400

Fone: (61) 3363-2511 - 3363-2502

Fax: (61) 3233-9316

E-mail: ua.brasilia@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0036-00

Inscr. Estadual: 0731277700684

CDA: 46.0287.0005-6 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 7.800t

CDA: 46.0287.0007-2 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 6.200t

CDA: 46.0287.0009-9 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 14.900t

CDA: 46.0287.0001-3 - Espécie: Convencional - Tipo: Convenc.- Capac. Estática: 8.900t

BRASÍLIA SILO BÚFALO

Gerente: Queli Silvério Fernandes

SIA SUL Trecho 07 - Lote 100

CEP: 71.205-050 - Brasília, DF

Fone: (61) 3233-2502 – 3362-2511

Fax: (61) 3233-9316

E-mail: ua.brasilia@conab.gov.br

CNPJ: 26.461.699/0276-23

Inscr. Estadual: 0731277700412

CDA: 46.0287.0004-8 - Espécie: Granel - Tipo: Silo - Capac. Estática: 25.800 t

3. Efetivo de rebanhos, por tipo de rebanho

Tabela 3939 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho						
Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças)						
Unidade da Federação	Ano x Tipo de rebanho					
	2016	2016	2017		2018	
	Galináceos - total	Galináceos – galinhas	Galináceos - total	Galináceos - galinhas	Galináceos - total	Galináceos - galinhas
Rondônia	3028613	1493953	4987777	2065764	4697945	1950691
Acre	2885053	636671	2661715	668800	2734901	704125
Amazonas	4456817	2599226	3915586	2599357	3887275	2819287
Roraima	512917	327186	531960	332477	693690	485910
Pará	26378888	3288844	25537726	3901530	27820116	4192517
Amapá	57284	11004	70668	12357	85314	13555
Tocantins	13608094	2249177	8920806	2151515	7541377	2437272
Maranhão	9400272	2366897	11434714	2678509	12134673	2673273
Piauí	9814396	2188621	9902123	2242874	10524138	2169725
Ceará	28198871	10434505	30044156	10833764	31375161	12232453
Rio Grande do Norte	4550016	2582480	4735464	2819206	5570696	3026990
Paraíba	9643617	2176070	10783725	2335433	10687244	2424594
Pernambuco	34289568	11631875	39322121	12667823	43583248	13960473
Alagoas	8074046	1808178	8469042	1831218	8243360	1755411
Sergipe	6990258	1566378	6308338	1618663	5639894	1367391
Bahia	44732807	5546645	44318824	5934110	44137980	6145501
Minas Gerais	1,21E+08	20421989	1,24E+08	21157599	1,21E+08	20422844
Espírito Santo	31641959	16163733	33975935	19140594	36420141	20553404
Rio de Janeiro	12190781	660434	11915079	571691	10652932	1039354
São Paulo	1,97E+08	47942947	2E+08	53197017	2,04E+08	53960979
Paraná	3,32E+08	23174302	3,61E+08	23897423	3,84E+08	24518726
Santa Catarina	1,4E+08	15303715	1,54E+08	17198542	1,42E+08	17079071
Rio Grande do Sul	1,35E+08	18776182	1,56E+08	21055028	1,63E+08	20162673
Mato Grosso do Sul	24689872	3318814	27427515	3288837	28136626	3650924
Mato Grosso	63572414	10347908	59688419	11170647	60394411	11796980
Goiás	68720592	11824308	76475102	14067943	90391195	14488209
Distrito Federal	15667123	1238664	10521893	1453391	8388258	848898

Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal

Tabela 3939 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho			
Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças)			
Unidade da Federação	Ano x Tipo de rebanho		
	2016	2017	2018
	Suíno - total	Suíno - total	Suíno - total
Rondônia	224176	221132	190235
Acre	139150	142293	142980
Amazonas	65507	77365	76273
Roraima	49073	77599	78510
Pará	636859	720365	725414
Amapá	35193	31012	30736
Tocantins	308422	311667	318975
Maranhão	1241502	1070188	1031962
Piauí	793301	1028009	1043091
Ceará	1249739	1143214	1171020
Rio Grande do Norte	273518	264510	249651
Paraíba	179258	199884	222591
Pernambuco	630065	670885	682789
Alagoas	127441	123471	134070
Sergipe	138877	103545	91070
Bahia	1126310	1085507	1114070
Minas Gerais	5090238	5235971	5247605
Espírito Santo	230748	202252	241550
Rio de Janeiro	64492	76480	73116
São Paulo	1367512	1394950	1444555
Paraná	7092317	6894089	6899545
Santa Catarina	7099184	8098231	7968232
Rio Grande do Sul	5927862	5992533	5726461
Mato Grosso do Sul	1267038	1432577	1471928
Mato Grosso	2538530	2559616	2945416
Goiás	1988478	2053065	1969922
Distrito Federal	168394	172619	151827
Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal			

4. Centroides de demanda interna

Tabela 3939 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho						
Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças)						
Mesorregião Geográfica	Ano x Tipo de rebanho					
	2016		2017		2018	
	Suíno - total	Galináceos - total	Suíno - total	Galináceos - total	Suíno - total	Galináceos - total
Madeira-Guaporé (RO)	45163	491923	48716	710897	39137	622351
Leste Rondoniense (RO)	179013	2536690	172416	4276880	151098	4075594
Vale do Juruá (AC)	55446	757307	55145	766034	56382	818385
Vale do Acre (AC)	83704	2127746	87148	1895681	86598	1916516
Norte Amazonense (AM)	788	27700	764	25227	880	35940
Sudoeste Amazonense (AM)	13534	186450	15673	192327	14448	195250
Centro Amazonense (AM)	31587	4081960	41577	3519777	36108	3460725
Sul Amazonense (AM)	19598	160707	19351	178255	24837	195360
Norte de Roraima (RR)	35160	375967	54760	394460	55500	555790
Sul de Roraima (RR)	13913	136950	22839	137500	23010	137900
Baixo Amazonas (PA)	107370	1974447	81383	2377274	78491	2457430
Marajó (PA)	141052	143063	147795	146289	144420	139700
Metropolitana de Belém (PA)	24625	14119109	18553	13806811	18777	15351300
Nordeste Paraense (PA)	88716	7509086	157913	6037735	164652	6896949
Sudoeste Paraense (PA)	63203	606275	90280	880163	84296	762361
Sudeste Paraense (PA)	211893	2026908	224441	2289454	234778	2212376
Norte do Amapá (AP)	10589	13916	8383	16072	7688	17964
Sul do Amapá (AP)	24604	43368	22629	54596	23048	67350
Ocidental do Tocantins (TO)	211119	12791465	219460	8087610	212117	6710296
Oriental do Tocantins (TO)	97303	816629	92207	833196	106858	831081
Norte Maranhense (MA)	515918	1862014	450661	2080405	395350	3242978
Oeste Maranhense (MA)	151698	1335285	148395	2488656	147654	2173893
Centro Maranhense (MA)	189216	2197239	165268	2281558	159873	2275407
Leste Maranhense (MA)	316470	2035422	241788	2191967	255721	2243229
Sul Maranhense (MA)	68200	1970312	64076	2392128	73364	2199166
Norte Piauiense (PI)	248082	1301214	315781	1338762	318970	1595961
Centro-Norte Piauiense (PI)	307666	6281426	364349	6318947	370948	6113515
Sudoeste Piauiense (PI)	114124	1438100	175818	1454042	178495	1679416
Sudeste Piauiense (PI)	123429	793656	172061	790372	174678	1135246
Noroeste Cearense (CE)	434637	3275163	405746	3155586	387875	3301882
Norte Cearense (CE)	158236	9187787	149880	9838354	159342	8790621
Metropolitana de Fortaleza (CE)	102342	6209146	84681	7496865	89411	9112133
Sertões Cearenses (CE)	241015	5482399	226948	5375494	237313	5735116
Jaguaribe (CE)	126823	785258	134521	775551	146830	780656
Centro-Sul Cearense (CE)	95776	1105981	66742	1157513	68822	1211263

Sul Cearense (CE)	90910	2153137	74696	2244793	81427	2443490
Oeste Potiguar (RN)	102659	1553769	107188	1583933	106213	1563733
Central Potiguar (RN)	104342	666016	90426	586698	68876	721171
Agreste Potiguar (RN)	40688	489855	41568	530846	48087	1213424
Leste Potiguar (RN)	25829	1840376	25328	2033987	26475	2072368
Sertão Paraibano (PB)	63892	1186581	69811	1320558	80510	1387372
Borborema (PB)	37507	696665	39901	769884	41901	809376
Agreste Paraibano (PB)	66866	4711171	74266	5952528	83126	5724199
Mata Paraibana (PB)	10993	3049200	15906	2740755	17054	2766297
Sertão Pernambucano (PE)	146980	1741955	142542	2198722	153592	2431716
São Francisco Pernambucano (PE)	60986	341360	55608	481003	55594	490556
Agreste Pernambucano (PE)	357747	24600428	400223	27397334	398121	30191536
Mata Pernambucana (PE)	42571	5630914	51700	7287347	55092	8559300
Metropolitana de Recife (PE)	21781	1974911	20812	1957715	20390	1910140
Sertão Alagoano (AL)	47143	644606	41401	730482	45048	705271
Agreste Alagoano (AL)	49305	3638556	51231	3936050	51500	3381133
Leste Alagoano (AL)	30993	3790884	30839	3802510	37522	4156956
Sertão Sergipano (SE)	56279	1551739	49457	1253540	37280	985180
Agreste Sergipano (SE)	44839	2253563	23696	1782161	22839	1494269
Leste Sergipano (SE)	37759	3184956	30392	3272637	30951	3160445
Extremo Oeste Baiano (BA)	115998	9548463	123597	9660553	122111	9730029
Vale São-Franciscano da Bahia (BA)	102579	1085600	124948	1115877	150208	1198293
Centro Norte Baiano (BA)	224344	15543363	189274	13777470	205464	13971498
Nordeste Baiano (BA)	139227	5651178	113745	5629337	117768	5025702
Metropolitana de Salvador (BA)	49433	6571632	45136	6415218	48091	5990086
Centro Sul Baiano (BA)	388621	4322005	394508	4805608	384421	5098037
Sul Baiano (BA)	106108	2010566	94299	2914761	86007	3124335
Noroeste de Minas (MG)	239407	941546	247260	976435	249539	978260
Norte de Minas (MG)	231427	5011625	270571	5961552	272460	6214115
Jequitinhonha (MG)	93093	871860	96054	1379651	89997	1342944
Vale do Mucuri (MG)	56323	402387	35314	457214	33673	474196
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG)	1848280	30167315	1943008	27366635	1936689	26502495
Central Mineira (MG)	162883	2388604	196069	2521829	182256	2499225
Metropolitana de Belo Horizonte (MG)	437126	28060785	497796	26081177	499975	25809283
Vale do Rio Doce (MG)	163414	1963416	82597	1280155	81420	1256954
Oeste de Minas (MG)	272726	18140462	294170	21531439	290262	21156311
Sul/Sudoeste de Minas (MG)	323045	13926062	312417	16732444	321501	16391598
Campo das Vertentes (MG)	72930	8086465	84081	8609572	80601	7943111
Zona da Mata (MG)	1189584	10742068	1176634	10830988	1209232	10591602
Noroeste Espírito-santense (ES)	33904	305697	30807	343477	35431	511935

Litoral Norte Espírito-santense (ES)	32633	2732187	22003	2063444	19282	2022226
Central Espírito-santense (ES)	57408	28224008	57198	30866387	70636	32929442
Sul Espírito-santense (ES)	106803	380067	92244	702627	116201	956538
Noroeste Fluminense (RJ)	22817	204436	27389	206462	28392	214964
Norte Fluminense (RJ)	8613	125036	8921	119069	8763	109378
Centro Fluminense (RJ)	11823	2154977	12032	2787700	10030	2220459
Baixadas (RJ)	2802	114760	3044	88020	3161	100480
Sul Fluminense (RJ)	10657	3763157	11365	3580680	10113	2880704
Metropolitana do Rio de Janeiro (RJ)	7780	5828415	13729	5133148	12657	5126947
São José do Rio Preto (SP)	126560	17476537	118806	18998318	117518	19096565
Ribeirão Preto (SP)	80641	12763312	86268	14088302	83454	14897027
Araçatuba (SP)	30730	3916794	31391	4042886	33874	4098274
Bauru (SP)	188433	15614713	219040	24406872	269038	26691855
Araraquara (SP)	31186	7725551	29926	8143484	28192	8547250
Piracicaba (SP)	122635	18633527	118589	19366126	126533	20914865
Campinas (SP)	192649	42124639	194498	36299286	173437	32785788
Presidente Prudente (SP)	46958	7120868	45692	7472634	44360	7883478
Marília (SP)	8403	20438031	5788	21560795	6725	23115732
Assis (SP)	92112	1647772	106740	1369300	76232	1231831
Itapetininga (SP)	141971	32210645	130993	30017964	147813	30674960
Macro Metropolitana Paulista (SP)	247918	14969551	247584	11745814	282908	11918971
Vale do Paraíba Paulista (SP)	51282	644892	52907	655948	46677	689933
Litoral Sul Paulista (SP)	4880	38623	4895	64223	4702	65123
Metropolitana de São Paulo (SP)	1154	1768376	1833	1886317	3092	1571697
Noroeste Paranaense (PR)	114882	45404536	103911	46168168	104477	45289332
Centro Ocidental Paranaense (PR)	94793	19881036	88495	23557174	85906	24304939
Norte Central Paranaense (PR)	161751	59365884	155359	65362047	143906	71434515
Norte Pioneiro Paranaense (PR)	151769	24242996	146728	23578629	151012	26412211
Centro Oriental Paranaense (PR)	833624	12753199	857304	14125757	880585	14579187
Oeste Paranaense (PR)	447184 9	10690981 7	429858 8	10593504 9	4283120	11519679 4
Sudoeste Paranaense (PR)	493074	43252869	507153	60438660	511661	65075319
Centro-Sul Paranaense (PR)	318157	4125515	309527	3914561	296080	3914731
Sudeste Paranaense (PR)	298703	3072135	290441	4061934	312823	4088340
Metropolitana de Curitiba (PR)	153715	12860467	136583	13693672	129975	13982425
Oeste Catarinense (SC)	506584 2	10356760 1	615190 6	11527317 6	6000942	10178838 3
Norte Catarinense (SC)	280315	6619154	369452	8104595	340283	8870423
Serrana (SC)	221990	3405879	244763	3408066	232812	3477330
Vale do Itajaí (SC)	509438	4190716	562230	3709228	624301	3295777
Grande Florianópolis (SC)	10880	1994389	10783	2029060	12499	4933896

Sul Catarinense (SC)	101071 9	20368343	759097	21235393	757395	19604828
Noroeste Rio-grandense (RS)	347949 8	40753830	353781 8	50303408	3334984	51635134
Nordeste Rio-grandense (RS)	679491	39389677	705722	43059762	668083	46235478
Centro Ocidental Rio-grandense (RS)	72433	447277	69735	473036	70645	498042
Centro Oriental Rio-grandense (RS)	111944 8	32258480	112740 5	36148535	1150226	38667362
Metropolitana de Porto Alegre (RS)	414215	20644814	398576	25257150	357217	24906098
Sudoeste Rio-grandense (RS)	83419	552125	83053	527748	80497	471644
Sudeste Rio-grandense (RS)	79358	664769	70224	498577	64809	605321
Pantaneais Sul Mato-grossense (MS)	34988	778611	24987	729031	24534	692769
Centro Norte de Mato Grosso do Sul (MS)	373389	8965590	413228	8922363	425455	9082743
Leste de Mato Grosso do Sul (MS)	167318	2360965	210639	2456925	213363	2474038
Sudoeste de Mato Grosso do Sul (MS)	691343	12584706	783723	15319196	808576	15887076
Norte Mato-grossense (MT)	205641 0	46321216	208139 6	41957685	2415768	40306390
Nordeste Mato-grossense (MT)	88113	532904	117759	646100	127769	781096
Sudoeste Mato-grossense (MT)	74967	3500298	77599	3438446	80010	3825959
Centro-Sul Mato-grossense (MT)	105787	4646690	96456	2202396	107376	2947614
Sudeste Mato-grossense (MT)	213253	8571306	186406	11443792	214493	12533352
Noroeste Goiano (GO)	77674	1399360	83650	1446700	92109	1283964
Norte Goiano (GO)	71752	866662	76155	931852	78104	1051422
Centro Goiano (GO)	332869	16328891	323142	18168084	264653	32649923
Leste Goiano (GO)	119871	3196097	116390	4462423	107958	5251421
Sul Goiano (GO)	138631 2	46929582	145372 8	51466043	1427098	50154465
Distrito Federal (DF)	168394	15667123	172619	10521893	151827	8388258
Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal						

5. Custo de transporte para cliente interno

Custo de frete rodoviário: Base de Dados Sifreca

Indicador Mensal					
Período: 30/03/2020 - 03/05/2020 (Outras rotas)					
Origem	UF	Destino	UF	(R\$/t)	R\$/t.km
Alegria	RS	Rio Grande	RS	111	0,1697
Anápolis	GO	Uberaba	MG	85	0,1707
Catanduvas	SC	Itaporã	MS	166,1	0,1862

Coronel Vivida	PR	Ipumirim	SC	61,2	0,2438
Londrina	PR	Montenegro	RS	175	0,1804
Mamborê	PR	Xanxerê	SC	102,2	0,2193
Mineiros	GO	Uberaba	MG	115	0,1758
Nantes	SP	Amparo	SP	119,5	0,2039
Rio Verde	GO	Paulínia	SP	145	0,1753
São Nicolau	RS	Garibaldi	RS	92	0,1826
Indicador Semanal					
Período: 18/05 - 24/05 (Outras rotas)					
Origem	UF	Destino	UF	(R\$/t)	(R\$/t.km)
Campo Alegre de Goiás	GO	Brasília	DF	48	0,1894
Campo Mourão	PR	Braço do Norte	SC	100	0,1107
Campo Mourão	PR	Imbituba	SC	132	0,1392
Catalão	GO	Lapa	PR	165	0,142
Dourados	MS	Criciúma	SC	180	0,1343
Ijuí	RS	Garibaldi	RS	70	0,1832
Ponta Porã	MS	Brasília	DF	160	0,11
Primavera do Leste	MT	Xanxerê	SC	247,5	0,1554
São Borja	RS	Garibaldi	RS	90	0,162

Custo de frete rodoviário: Base de Dados Sifreca

abr/20	Pesquisa	SORRISO-MT	ALTO ARAGUAIA-MT	874	0.1545	135.00
abr/20	Pesquisa	SORRISO-MT	SANTARÉM-PA	1,38	0.1812	250.00
abr/20	Pesquisa	SORRISO-MT	ITAITUBA-PA	1,107	0.1716	190.00
abr/20	Pesquisa	SORRISO-MT	PARANAGUÁ-PR	2,286	0.1290	295.00
abr/20	Pesquisa	SORRISO-MT	RONDONÓPOLIS-MT	670	0.1642	110.00
abr/20	Pesquisa	SORRISO-MT	SANTOS-SP	2,287	0.1399	320.00
abr/20	Pesquisa	RONDONÓPOLIS-MT	SANTOS-SP	1,632	0.1471	240.00
abr/20	Pesquisa	RONDONÓPOLIS-MT	PARANAGUÁ-PR	1,708	0.1317	225.00
abr/20	Pesquisa	QUERÊNCIA-MT	SANTOS-SP	1,847	0.1651	305.00
abr/20	Pesquisa	QUERÊNCIA-MT	SÃO LUÍS-MA	2,242	0.1405	315.00
abr/20	Pesquisa	QUERÊNCIA-MT	COLINAS DO TOCANTINS-TO	1,194	0.1549	185.00
abr/20	Pesquisa	QUERÊNCIA-MT	ARAGUARI-MG	1,141	0.1621	185.00
abr/20	Pesquisa	PRIMAVERA DO LESTE-MT	SANTOS-SP	1,738	0.1467	255.00
abr/20	Pesquisa	PRIMAVERA DO LESTE-MT	PARANAGUÁ-PR	1,752	0.1341	235.00
abr/20	Pesquisa	PRIMAVERA DO LESTE-MT	RONDONÓPOLIS-MT	126	0.3968	50.00
abr/20	Pesquisa	CAMPO NOVO DO PARECIS-MT	PORTO VELHO-RO	1,179	0.1357	160.00
abr/20	Pesquisa	CAMPO NOVO DO PARECIS-MT	RONDONÓPOLIS-MT	634	0.1735	110.00
abr/20	Pesquisa	CAMPO NOVO DO PARECIS-MT	SANTOS-SP	2,21	0.1448	320.00

Custo de frete ferroviário ANTF:

		0-300	301-600	601-900	Acima 900	
MRS Logística S.A	R\$/T	0,1214	0,1122	0,1031	0,0941	R\$/T.KM

Rumo Malha Sul S.A	R\$/T	0,13057	0,11756	0,09116	0,0647	R\$/T.KM
Rumo Malha Oeste S.A.	R\$/T	0,10597	0,0954	0,07399	0,05251	R\$/T.KM
Rumo Malha Paulista S.A.	R\$/T	0,12299				R\$/T.KM
Ferrovias Centro-Atlântica S.A.	R\$/T	0,0998	0,0874	0,0749	0,0499	R\$/T.KM
Média Simples		0,116146	0,10314	0,085788	0,0653025	